

**CARACTERIZACION Y ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO INTEGRAL DE  
LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS EN EL MUNICIPIO DE POLICARPA.  
DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**ADRIANA DEL ROSARIO RODRIGUEZ RAMIREZ**

**LULIO GERARDO BOLAÑOS MUÑOZ**

**WILLIAN ROSERO ALVAREZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES Y POSTGRADOS  
ESPECIALIZACIÓN EN ECOLOGÍA- ENFASIS GESTION AMBIENTAL  
SAN JUAN DE PASTO  
2003**

**CARACTERIZACION Y ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO INTEGRAL DE  
LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS EN EL MUNICIPIO DE POLICARPA.  
DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**ADRIANA DEL ROSARIO RODRIGUEZ RAMIREZ  
LULIO GERARDO BOLAÑOS MUÑOZ  
WILLIAN ROSERO ALVAREZ**

**Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
especialistas en Ecología con Énfasis en Gestión Ambiental**

**ASESORA:**

**RUTH STELLA ZARAMA BENAVIDES.  
Economista. Esp. Ecología con Énfasis en Gestión Ambiental**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES Y POSTGRADOS  
ESPECIALIZACIÓN EN ECOLOGÍA- ENFASIS GESTION AMBIENTAL  
SAN JUAN DE PASTO  
2003**

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.	
1	INTRODUCCIÓN	1
2	DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
3	OBJETIVOS	4
3.1	OBJETIVOS GENERALES	4
3.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
4	JUSTIFICACION	6
5	MARCO REFERENCIAL	8
5.1	GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE POLICARPA	8
5.1.1	Ubicación, extensión y límites.	8
5.1.2	Caracterización de la base natural del municipio.	9
5.1.3	Medio natural fisiográfico.	9
5.1.4	Climatología	10
5.1.5	Hidrografía	12
5.1.6	División político administrativa	12
5.1.7	Población total	14
5.1.8	Actividades económicas	14
5.1.9	Vías de comunicación	16
5.1.10	Servicios públicos y equipamiento municipal.	16

	Pág.	
5.2	RESIDUOS SÓLIDOS	19
5.2.1	Definición. .	19
5.2.2	Características de los residuos sólidos	20
5.2.3	Clasificación	21
5.2.4	Alternativas para la disposición final de residuos sólidos	23
6.	METODOLOGIA	29
6.1	LOCALIZACIÓN	29
6.2	PROCEDIMIENTO	29
6.3	MÉTODOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	31
6.3.1	Método de muestreo.	31
6.3.1.1	Número de muestras para determinar producción per capita	31
6.3.1.2	Determinación de la Producción per capita	32
6.4	PROYECCION DE LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	33
6.4.1	Tasa de crecimiento	33
6.4.2	Composición Física.	36
6.4.2.1	Composición porcentual	36
6.4.2.2	Densidad	36
6.4.3	Composición Química.	39
6.4.4	Características del servicio de recolección.	39
6.5	ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	40

6.6	TALLERES DE CAPACITACION EN EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA COMUNIDAD	41
7	.RESULTADOS	42
7.1	EVALUACION DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	42
7.1.1	Producción de residuos sólidos	42
7.1.2	Determinación de la Producción per cápita (Ppc)	42
7.1.3	Proyección de la producción de residuos sólidos	45
7.2	COMPOSICIÓN FÍSICA.	45
7.2.1	Composición porcentual	45
7.2.2	Densidad	50
7.3	COMPOSICIÓN QUÍMICA.	53
7.3.1	Humedad	53
7.3.2	pH	55
7.3.3	Nitrógeno	55
7.3.4	Carbono y Materia Orgánica	55
7.4	CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN.	58
7.4.1	Manejo y almacenamiento domiciliario.	58
7.4.2	Barrido y limpieza de áreas publicas	58
7.4.3.	Recolección y transporte	60
7.4.3.1	Personal y equipo	60
7.4.3.2	Cobertura del servicio	60

	Pág.
7.4.3.3 Rutas y horario	60
7.4.3.4 Disposición final de residuos sólidos.	61
8 ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	66
8.1 INFORMACIÓN TÉCNICA CON DETALLES DE LOS PROCESOS	66
8.1.1 Recolección y transporte.	66
8.1.1.1 Macro- ruteo.	66
8.1.1.2 Micro-ruteo.	69
8.2 SEPARACION Y RECICLAJE DE RESIDUOS	74
8.3 TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS.	75
8.3.1 Cantidad de residuos sólidos para compostaje	75
8.3.2 Selección del proceso biológico.	79
8.3.3 Descripción del proceso de compostaje aerobio.	81
8.3.4 Parámetros de diseño	81
8.3.5 Dimensionamiento	83
8.3.6 Manual de operación	86
8.3.7 Requerimientos del personal	89
8.4 DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EI RELLENO SANITARIO	93
8.4.1 Cantidad de residuos entregados al relleno sanitario	93
8.4.2 Densidad de los desechos sólidos	93
8.4.3 Cálculo de la capacidad del terreno y vida útil	95

	Pág.	
8.4.4	Diseño de celdas	95
8.4.5	Mano de obra requerida	103
8.4.6	Detalles del relleno sanitario manual	105
8.4.7	Manual de operaciones	113
8.5	PROCESO DE EDUCACION AMBIENTAL	120
8.5.1	Descripción del proceso	120
8.6	ASPECTOS ORGANIZACIONALES	121
8.6.1	Estructura orgánica para la etapa de instalación y ejecución del proyecto.	121
8.6.2	Manual de funciones.	121
8.6.2.1	Supervisor	121
8.6.2.2.	Auxiliar Contable y Vendedor	128
8.6.2.3	Celador	128
8.6.2.4	Operario de barrido	128
8.6.2.5	Conductor	128
8.6.2.6	Operarios de recolección	128
8.6.2.7	Operarios de disposición final	129
8.7	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	129
8.7.1	Presupuesto para la ejecución del proyecto	129
8.7.2	Costos de operación.	129

	Pág.	
8.8	EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DEL SITIO DESTINADO PARA LAS INSTALACIONES DE LAS ACTIVIDADES DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	136
8.8.1	Localización	136
8.8.2	Aspectos físicos	136
8.9	IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS Y EFECTOS AMBIENTALES	144
8.9.1	Descripción del método	144
8.9.2.	Plan de manejo ambiental	147
8.9.2.1	Medidas de mitigación	147
8.9.3	Plan de cierre del relleno sanitario una vez cumpla su vida útil	148
8.9.3.1	Programa de cierre	148
8.9.3.2	Análisis de riesgos	151
8.9.3.3	Plan de contingencia	152
8.9.3.4	Plan de monitoreo y seguimiento ambiental	153
9.	TALLERES PARA CONCIENTIZACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA COMUNIDAD	156
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	163
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	166
12.	ANEXOS	168

**CARACTERIZACION Y ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO INTEGRAL DE  
LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS EN EL MUNICIPIO DE POLICARPA.  
DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**ADRIANA DEL ROSARIO RODRIGUEZ RAMIREZ  
LULIO GERARDO BOLAÑOS MUÑOZ  
WILLIAN ROSERO ALVAREZ**

**INTRODUCCION**

La generación de residuos sólidos es un problema ambiental a nivel mundial, cuya solución se ha traducido en un desarrollo tecnológico en materia de tratamiento, reducción y control de residuos. Al mismo tiempo, el deterioro en la calidad del ambiente por el aumento desmedido en la aplicación de la tecnología ha hecho que se establezcan medidas preventivas, leyes, normas y programas para el control de los residuos, minimizando así los impactos al ambiente y a la salud del hombre.

Los residuos sólidos generados por los habitantes del casco urbano del Municipio de Policarpa no son recolectados y gran parte de ellos se recolectan disponiéndolos en botadores a cielo abierto y en fuentes de agua, generando impactos ambientales directos e indirectos sobre la salud pública, seguridad personal y los recursos naturales, percibidos por malos olores, problemas estéticos y propagación de varios vectores como ratas, moscas constituyéndose en agentes de diferentes y peligrosas enfermedades .

En el momento los habitantes de este municipio comparten su espacio con los desechos que producen llegando en muchos casos a convivir con la basura, la cual es depositada de manera antitécnica en sitios de alta pendiente.

Mediante este proyecto se realizó una caracterización de los residuos sólidos urbanos del Municipio de Policarpa, basada en muestreos realizados a tres tipos de establecimientos: viviendas, especiales y educativos, con ellos se determinó la cantidad, composición porcentual, características físico químicas y actual manejo que se le da a los residuos sólidos generados. Una vez obtenido el diagnóstico, se formuló cuatro alternativas como son: instalación de un relleno sanitario manual, implementación y manejo a las prácticas de compostaje, reciclaje e iniciación y seguimiento a un proceso de educación ambiental.

## **2. DESCRIPCION Y FORMULACION DEL PROBLEMA**

El manejo inadecuado de los residuos sólidos se generaliza en toda la jurisdicción del Municipio de Policarpa, con mayor énfasis en la zona urbana, donde se concentran el mayor porcentaje de actividades productivas.

A los residuos sólidos recolectados actualmente no se les realizan ningún tipo de manejo técnico, se los dispone en basureros a campo abierto y en fuentes de agua, generando alteraciones en el recurso suelo, recurso hídrico, aire y paisaje. Permitiendo además la proliferación de insectos, roedores, aves de rapiña que constituyen una fuente de enfermedades infectocontagiosas.

Actualmente en el municipio de Policarpa no existe ningún sitio de disposición final de basuras que cumpla los requisitos y normas establecidas por la legislación ambiental.

Las basuras producidas y dispuestas en los botaderos están causando malos olores, proliferación de animales indeseables afectando la salubridad de la comunidad como también el paisaje del municipio, por lo que es necesario establecer medidas que permitan la solución a este problema.

Mediante el presente proyecto se buscó las alternativas económicas y ambientales más convenientes para el manejo de disposición de los residuos sólidos, teniendo en cuenta el volumen y características físico-químicas de los mismos en la zona urbana del municipio de Policarpa.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar una caracterización de los residuos sólidos urbanos generados en el Municipio de Policarpa y con ello determinar alternativas para el manejo integral.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

3.2.1 Caracterizar la composición físico-química de los residuos sólidos generados en el casco urbano del municipio de Policarpa.

3.2.2 Determinar cuantitativamente los residuos sólidos generados dos veces por semana durante un periodo de dos meses.

3.2.3 Proyectar la cantidad de residuos sólidos que se producirán en un tiempo futuro de 20 años teniendo en cuenta el ritmo de crecimiento poblacional.

3.2.4 Determinar las condiciones actuales del servicio de aseo urbano del Municipio, con el fin de diseñar el manejo práctico de recolección y transporte de los desechos sólidos.

3.2.5 Proponer las alternativas técnicas en el manejo y sitios opcionales para la disposición final de los residuos sólidos para el casco urbano del municipio.

3.2.6 Capacitar a la población urbana en el manejo adecuado de los residuos sólidos que producen, vinculando a la ciudadanía en la correcta eliminación de las basuras, permitiendo un reciclaje eficiente.

3.2.7 Describir los posibles impactos ambientales generados en la disposición de los residuos sólidos y recomendar las medidas de mitigación.

3.2.8 Desarrollar en la población un proceso de educación ambiental.

#### **4. JUSTIFICACION**

En el Municipio de Policarpa, la generación y manejo de residuos sólidos no cuenta con mecanismos técnicos necesarios para la disposición final de basuras, por lo tanto fue pertinente realizar un diagnostico de caracterización y con ello la formulación de alternativas para la disposición de estos residuos, ello conllevará a minimizar la contaminación ambiental a los recursos naturales y mejorar la calidad de vida de la población local.

Las alternativas para el manejo de residuos sólidos consisten en implementar un sistema integrado de recuperación, transformación y disposición sanitaria de los residuos sólidos, con participación comunitaria.

La recuperación consiste en aprovechar para su comercialización los residuos de tipo orgánico como papel, cartón e inorgánico como plástico, vidrio y metal. La separación de este tipo de residuos deberá realizarse en el sitio donde se genera, ya sea de carácter doméstico, institucional o comercial.

La transformación se hará a los desechos orgánicos. Consiste en establecer condiciones apropiadas para lograr la descomposición biológica aeróbica de los desechos orgánicos fácilmente biodegradables y transformarlos en compost. Para realizar este proceso es preciso que los desechos lleguen al lugar de tratamiento debidamente separados.

La disposición final se aplicará a los residuos de naturaleza inorgánica, los cuales no poseen valor comercial ni tampoco se los puede transformar y por lo tanto entran de manera definitiva a un relleno sanitario.

Estas tres actividades se realizarán simultáneamente una vez los residuos sean recolectados, implementando rutas y horarios para la recolección de cada tipo de residuo.

## 5. MARCO REFERENCIAL

### 5.1 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE POLICARPA

**5.1.1 Ubicación, extensión y límites.** El Plan de Desarrollo Municipal 2001 de Policarpa menciona que el municipio se encuentra al noroccidente del Departamento de Nariño, localizado entre  $1^{\circ} 31'$  y  $1^{\circ} 59'$  de latitud Norte y los  $77^{\circ} 21^a$  y  $77^{\circ} 40'$  de longitud Oeste y las coordenadas  $x= 934.400$  y  $969.600$  metros  $Y= 667.600$  y  $711.200$  metros.

La ordenanza número 039 de noviembre 27 de 1986 citada en el P. D. M 2001 de Policarpa , define los linderos del municipio de El Rosario, en lo que compete con el municipio de Policarpa, sus límites son: Por el sur, partiendo de la desembocadura de la quebrada, la Caída en el río Patía, por esta quebrada aguas arriba hasta su nacimiento en la cordillera occidental limitando con el municipio de Policarpa y por el occidente, del punto donde nace la quebrada de la Caida sigue en línea recta que se amojonará, a encontrar el nacimiento del río Iscuandecito en las estribaciones de la Cordillera Occidental y por ésta aguas abajo hasta su desembocadura en el río Patía". En lo que corresponde al límite con otros municipios es de la siguiente manera: Al occidente con el municipio de Cumbitara, al Sur con los municipios de Los Andes y El Peñol, al Oriente con los municipios de Taminango y El Rosario y al Norte con el municipio de El Rosario. De acuerdo con lo anterior la superficie del municipio de Policarpa es de  $427 \text{ km}^2$ , quedando un área de  $308 \text{ km}^2$  en litigio con el municipio de El Rosario.

**5.1.2 Caracterización de la base natural del municipio.** En la naturaleza del ecosistema ambiental de Nariño de acuerdo a la caracterización de diversidad y complejidad biológica y socio- cultural, se puede localizar tres principales ecosistemas ambientales que son: La Región Pacífica, La Región Andina y el pie de monte Amazónico. El municipio de Policarpa se localiza en la región Andina. (Rivas A, Chamorro, C y otros 2001)

**5.1.3 Medio natural fisiográfico.** Los mismos autores afirman que en el municipio se ha determinado tres microregiones:

**Microregión I.** Esta microregión se estima en un 28% de la superficie del municipio y un área aproximada de 120 km<sup>2</sup>, se encuentra entre los 400 y 1000 msnm pendiente mayor del 40% con pequeñas planadas en el pie de monte a la rivera del río Patía, el clima es cálido seco, con temperatura alrededor de los 24 °C y periodos amplios de sequía con periodos de invierno severos pero mal distribuidos.

Esta microregión comprende las veredas de: Altamira, El Crucero, La Florida, El Encanto, El Pedregal, El Rosal, Sombrerillos, San Antonio, Campoalegre, La Montañita, Puertorico, Guadualito, Cabecera Municipal, Bravo Acosta, La Palma, La Toldada, El Cerro, El Ejido, El Edén, Algodones y el Remolino (Bajo Patía).

**Microregión II** Se estima en un 18% de la superficie total del municipio y un promedio de 60 km<sup>2</sup>, está entre los 1400 y los 2200 msnm, con pendientes mayores al 40% terreno fuertemente ondulado, con porcentajes de humedad relativa superiores al 90%, con lluvias constantes todo el año, los asentamientos humanos son escasos en esta

región y sus terrenos están cubiertos de bosques primario, se considera como un área de reserva forestal.

Esta microregión comprende la parte alta de las veredas San Pablo, Santander, Independencia y Villamoreno.

**Microregión III** Comprende un 54% de la superficie del municipio; posee alturas que van de los 800 a los 1800 msnm, con pendientes entre los 20 y el 40%, con temperatura promedio de 18° C, terrenos de ondulaciones cortas y cubiertos de bosque que en general y por la presencia de cultivos ilícitos están siendo intervenidos en una forma incontrolada; las lloviznas que traen las corrientes de aire de la llanura Pacífica son constantes en esta región.

Esta Microregión comprende la parte alta de la cabecera municipal y las veredas El Anime, Panecillo, Las Canoas, Restrepo, Buenavista, Sión, Nacederos, Santander, San Pablo, Bella Esperanza, Balbanera, El Cairo, La Dorada, Madrigal, Betania, La Victoria, Santa Lucía, San Roque, las Delicias, Santacruz, La Cuchilla, San Sebastián, Santa Fé, Santa Rosa, Villamoreno, El Guadual, Sánchez, El Cocal y Palmeras.

**5.1.4 Climatología** La climatología proporciona las bases para apreciar la influencia de los fenómenos atmosféricos en las distintas actividades humanas en un sitio específico afirman Rivas A, Chamorro C y otros 2001.

Las áreas según los pisos térmicos corresponden: el 30% de la superficie del municipio posee clima cálido, un 60% clima medio y un 10% clima frío.

El piso térmico frío se halla en territorio por encima de los 2000 msnm, con temperatura que oscila entre los 12 y 18 °C. El piso térmico templado se encuentra entre los 1000 y 2000 msnm y una temperatura entre los 18 a 24 °C. En el piso térmico cálido se presenta alturas de los 400 a los 1000 msnm y temperaturas mayores de los 24° C.

En general en todo el municipio, según registros del IDEAM, la menor precipitación ocurre de junio a septiembre y la mayor precipitación de octubre a diciembre y de abril a mayo. En las veredas que conforman los corregimientos de Altamira, Especial de Policarpa y El Ejido, es donde se presenta menores periodos de lluvias, siendo una limitante para desarrollar normalmente las actividades agropecuarias; es por ello que se ha tenido que construir dos distritos de pequeña irrigación en las veredas de la Toldada y el Ejido, y se hace necesario también los distritos en las veredas de El Crucero- La Florida y en Canoas, Panecillo y la Palma.

El municipio de Policarpa presenta un terreno montañoso, en el cual se destacan como principales alturas: Cerro Matingo, Loma La Cruz, Loma Guaira, Cerro Góngoras y Cerro de Piña, caracterizados por la existencia de varios pisos térmicos, terreno quebradizo ondulado y formando plegamientos en algunos lugares, lo que se hace más latente a medida que se dirige hacia el río Patía, el cual forma un cañón en el sitio denominado la Hoz de Minamá en donde rompe la cordillera Occidental para dirigirse a desembocar en el Océano Pacífico. El casco urbano se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 980 m y su temperatura promedio es de 24° C. Por otra parte comprende dos grandes sub-zonas: El Alto Patía y El Bajo Patía en donde predominan diferentes características, en cuanto a grupos étnicos, pisos térmicos producción, vías costumbres, entre otras.

**5.1.5 Hidrografía** El eje fundamental de la hidrografía lo constituye el río Patía que bordea la parte sur del Municipio, convirtiéndose así en el principal receptor de aguas provenientes de otros ríos y quebradas de la región. El Patía atraviesa un vasto territorio de norte de Nariño en donde comienza a recibirse las aguas de ríos tan importantes como El Mayo, que las tributa en una zona cercana al corregimiento de el Remolino (Taminango), luego el río Guaitara en la zona denominada Puerto Rico y a medida que pasa por Policarpa va recibiendo un gran caudal, el río Patía rompe a la cordillera Occidental en el sitio denominado La Hoz de Minamá y como ya se mencionó con anterioridad desemboca al Océano Pacífico.

Es importante destacar a ríos como el Iscuandecito, que tendría una gran utilidad hidroenergética y con mayor razón cuando es tributario de otro gran río como es el Iscuandé. Así mismo se cuenta con importantes quebradas como la de San Pablo y las Juntas que se localizan en el Corregimiento de Madrigales, a las que se las puede aprovechar para impulsar buenos sistemas de riego (Tomado del P. D. M. 2001)

**5.1.6 División político administrativa** El municipio según El Acuerdo No. 07 de Agosto 29 de 1992, por medio del cual se divide el territorio rural de municipio de Policarpa en Corregimientos, el Acuerdo no. 08 de mayo 26 de 1995 con el que se crea el Corregimiento de Restrepo y se determina sus límites; se encuentra dividido en ocho (8) corregimientos distribuidos así: Cabecera municipal, siete (7) cabeceras corregimentales y 62 veredas. Tabla No. 1

Las veredas que están en litigio con el municipio de El Rosario son: La Laguna, Peñas Blancas, El Porvenir, Providencia, Cuyanul y Aguas Calientes, veredas que según Acuerdo 07 de Agosto 29 de 1992 hacen parte del corregimiento de Santa Cruz.

Es necesario anotar que a pesar de que este territorio está en litigio con el Municipio de El Rosario, es el Municipio de Policarpa el que está asumiendo todos los compromisos en educación, salud, vías electrificación y todos los aspectos socioeconómicos de su población.

**5.1.7 Población total** Según proyecciones del DANE en el año 2001, la población total fue de 12.617 habitantes de los cuales 1.726 pertenecen al área urbana y 10.892 al área rural. La desagregación de la población es: género femenino 6.182 y masculino 6.435. Tabla No. 2.

**5.1.8 Actividades económicas** La economía del municipio se basa en un 40% en los cultivos ilícitos, los cuales impulsan otras actividades como comercio, el transporte y la construcción a la vez que es generadora de empleo, mano de obra no calificada (raspachines). Este hecho ha generado un incremento de inmigración hacia el municipio, en busca de dinero fácil, calculándose actualmente una población flotante de aproximadamente unas tres mil personas, especialmente en el sector rural del municipio, creando una fuerte presión a la administración municipal para satisfacer las necesidades básicas de esta población ( Plan de Desarrollo Municipal 2001)

La producción agropecuaria es apenas de subsistencia y cada día es menor el área destinada a las actividades agrícolas, fenómeno que se debe principalmente a dos factores: en primer lugar el incremento de los cultivos ilícitos y en segundo la deficiente o nula asistencia técnica, la dificultad y costos para acceder a los recursos de crédito, altos costos de los insumos y deficiente infraestructura de comercialización.

La participación del municipio, el Departamento y la Nación en la actividad económica es baja, su acción se limita a la generación de empleo en las dependencias de la Administración Municipal, a los recursos provenientes del situado fiscal, pago de personal docente y de salud, y a los recursos de cofinanciación que la Nación le transfiere al municipio, cuyo comportamiento no es previsible en el tiempo.

**5.1.9 Vías de comunicación** La cabecera municipal de Policarpa está comunicada por carreteras con la capital de Departamento en una longitud de 122 kms, de los cuales 82 son pavimentados (vía Panamericana) y 40 km por carretera destapada en regular estado. Al interior del municipio se cuenta con las vías que se mencionan en la Tabla No. 3. (Esquema de Ordenamiento Territorial año 2001).

**5.1.10 Servicios públicos y equipamiento municipal.** Según el Esquema de Ordenamiento Territorial - E.O.T- del año 2001 el municipio de Policarpa posee los siguientes servicios públicos y equipamientos.

**a. Manejo de residuos sólidos** En la cabecera municipal, se realiza recolección de basuras con una frecuencia de dos veces por semana, tres rutas diarias. El trabajo lo hacen tres operarios en una volqueta con capacidad para siete metros cúbicos. Estos residuos se depositan a cielo abierto, a borde de carretera sin manejo técnico alguno afectando directamente los recursos naturales, el medio ambiente. Administrativamente el manejo de residuos sólidos es realizado por la secretaria de obras públicas del Municipio.

**b. Acueducto** En la cabecera municipal existe una infraestructura de captación conducción, tanque de almacenamiento y conexiones domiciliarias, el agua no recibe

ningún tipo de tratamiento. Administrativamente el acueducto es manejado por Empresas de Servicios Públicos de Policarpa.

**c. Alcantarillado** El área urbana de Policarpa dispone de servicio de alcantarillado en un 60%, las aguas servidas se vierten sin ningún tratamiento a la parte baja de la quebrada El Cocal.

**d. Plaza de mercado** Es una infraestructura adecuada a las necesidades de intercambio comercial que se dan en la cabecera municipal, se usa para el intercambio de productos agrícolas alimenticios y cárnicos; este servicio se presenta con frecuencia de tres veces a la semana, siendo el domingo el principal día de mercado. Tiene una batería sanitaria que en el momento se encuentra en malas condiciones. El servicio de aseo y mantenimiento está a cargo del municipio y los recaudos por este concepto son mínimos.

**e. Matadero** Existe un matadero en malas condiciones y con mala ubicación, donde se sacrifican semanalmente un promedio de 12 cabezas de ganado bovino y 3 de porcino.

**f. Cementerio** Esta ubicado a 150 m de distancia, al sur occidente de perímetro urbano, no posee ningún manejo técnico administrativo, por lo cual ocasionalmente se hace mantenimiento por medio de mingas promovidas por la parroquia.

**g. Telefonía** Este servicio es prestado por TELECOM tanto en el sector urbano como en el rural; existiendo más de 40 líneas. El servicio de celulares no se presta en la región. El servicio de FAX es atendido por TELECOM.

**h. Electrificación** El municipio tiene actualmente electrificado el 40% de su territorio faltando electrificar los corregimientos de Sanchez, San Roque, Santa Cruz y sus áreas de influencia.

## **5.2 RESIDUOS SÓLIDOS**

**5.2.1 Definición.** Collazos (1998) afirma, que el concepto de residuo es muy amplio; existen las excretas humanas; las de otros animales, especialmente en el campo de la ganadería donde ha tomado carácter de explotación industrial; los residuos domésticos de las grandes, medianas y pequeñas poblaciones; los residuos de los fertilizantes utilizados para mejorar la productividad agrícola; los residuos radioactivos de las investigaciones o del uso industrial de la energía nuclear y en general los residuos de todas las actividades del hombre, incluyendo la guerra, que llega a envenenar el suelo y el aire, dejando artefactos explosivos “verdaderos residuos de una guerra” que causan daños a la humanidad durante mucho tiempo.

Por otra parte Acurio (1978) manifiesta que residuo es “la parte que queda de un todo, lo que queda de la descomposición o destrucción de una cosa” pero lo que es “residuo” para una persona o industria, puede ser “materia útil” para otra persona o industria.

El suelo, el agua y el aire son los grandes receptores de los residuos causados, no solamente por la actividad del hombre, sino también por la de los demás animales y la naturaleza.

**5.2.2 Características de los residuos sólidos** Hernandez (1981) menciona, que todo problema de manejo de residuos, tiene dos grandes componentes: la población que los produce, con todas sus variables inherentes y los residuos mismos; enfrentarse a este problema implica por tanto conocer, lo más ampliamente todos los factores que caracterizan los dos componentes.

Desde el punto de vista de la población es necesario conocer variables como:

- › Tamaño actual
- › Velocidad de crecimiento
- › Distribución geográfica
- › Capacidad económica
- › Clima en especial lo referente a temperatura y periodos lluviosos y secos
- › Topografía general del asentamiento urbano
- › Densidad de población
- › Características de las vías, tipo de superficie, pendientes, trazado y capacidad de tráfico.

Referente a los residuos sólidos será necesario conocer su cantidad, sus variaciones en el tiempo, su composición física, química.

La reunión de toda esta información permitirá, junto con la tecnología y demás recursos disponibles, elaborar las alternativas de manejo de la basura, para luego evaluar todas aquellas en función de indicadores de tipo económico, de bienestar y de protección a la salud de la comunidad y de los recursos naturales renovables y no renovables.

**5.2.3 Clasificación** Los residuos sólidos según Hernández (1981), se clasifican así:

1. De acuerdo con la fuente productora:

- › Residenciales o Domésticas: son las que por su cantidad, calidad, naturaleza, composición y volumen se generan en las actividades de la vivienda del hombre o en cualquier establecimiento asimilable a éstos. Normalmente tienen alto contenido de materia orgánica.
- › Comerciales: son las generadas en establecimientos comerciales y mercantiles tales como almacenes y depósitos. Generalmente presentan altos contenidos de papel y cartón.
- › Comerciales de alimentos: aunque las normas las consideran dentro del nombre genérico del comerciales, es necesario separarlas, porque, éstas presentan altos contenidos de materia orgánica ya que son producidas por las cafeterías, restaurantes y hoteles.
- › Plazas de mercado: al igual que las anteriores, están catalogadas como comerciales, pero su alto volumen, concentrado en pocos lugares y su alto contenido de materia orgánica, normalmente de tipo vegetal, justifican su clasificación independiente.
- › Industriales: son generadas de los procesos de producción, su composición está de acuerdo con el tipo de industria.

- › Institucional: son las generadas en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, religiosos, entre otros; normalmente tienen altos contenidos de materia orgánica, papel y cartón.
  
- › Especiales: son las producidas en espectáculos o lugares especiales como en Ferias Nacionales o Internacionales o en presentaciones deportivas, general mente tienen alto contenido de papel y cartón.
  
- › Barrido de calles: es el producto del aseo de las calles o avenidas. Presentan alto contenido de material inerte y papel.
  
- › Lugares públicos: son las recogidas en parques o zonas de recreación, generalmente poseen alto contenido de papel y cartón.

2. De acuerdo con su composición pueden ser:

- › Patógenas: son las que por sus características y composición pueden ser vehículo de infección; generalmente son producidas en los hospitales, laboratorios y universidades.
  
- › Tóxicas: son aquellas que pueden causar daño y aún muerte a los seres vivos o provocar contaminación ambiental
  
- › Combustión: Son aquellas que arden en presencia de oxígeno por acción de una chispa o de cualquier otra fuente de ignición.

- › Inflamables: son las que pueden arder espontáneamente en condiciones normales.
  
- › Explosivas: son las que generan grandes presiones en su descomposición instantánea.
  
- › Radioactivas: son las que emiten radiaciones nucleares en niveles superiores a las naturales de fondo.
  
- › Volatizables: son las que por su presión de vapor, a temperatura ambiente, se evaporan o volatilizan.

La cantidad producida en cada una de estas clasificaciones variará de acuerdo con el tipo de población, pero por lo general, la mayor cantidad es de tipo residencial.

**5.2.4 Alternativas para la disposición final de residuos sólidos** La ingeniería ha dado respuesta a los problemas de la disposición final de los residuos sólidos; pero dicha sea la verdad, las soluciones encontradas han sido para periodos históricos cortos; es así, como la incineración, que es uno de los métodos más antiguos, se desarrolló y tecnificó a finales del siglo pasado y se creyó que era la solución ideal porque reduce el volumen y peso, deja residuos inodoros, no combustibles, homogéneos, de mejor aspecto y sin valor para la procreación de insectos y roedores, pero creó otro problema que es el de la contaminación atmosférica, el cual unido a los altos costos del combustible, de construcción y mantenimiento de los incineradores lentamente fueron eliminando este sistema, que ahora es útil sólo para residuos especiales como los hospitalarios (Collazos, H y Duque, R. 112, 1998).

□ **Compostaje** Es la degradación de los desperdicios orgánicos mediante la acción de microorganismos y fauna del suelo, tales como lombrices en un medio húmedo, temperado, aireado, para obtener humus como producto final. Los microorganismos en un medio húmedo, toman oxígeno del aire y alimento de los desperdicios orgánicos. Ellos liberan CO<sub>2</sub> humedad y energía; se reproducen y mueren. Algo de la energía es utilizada en crecimiento y movimiento; el resto es liberado en forma de calor, el cual se trata de conservar en una pila de compost. Para que el proceso proporcione un compost satisfactorio, los organismos requieren condiciones óptimas de alimento, aire, humedad y temperatura. Aun cuando el compostado no puede considerarse como un fertilizante integral, su principal valor radica en su alto contenido orgánico como acondicionador de suelos, lo cual permite que los suelos pobres mejoren el contenido de nutrientes y aumente la capacidad de almacenamiento de humedad.

La tecnología existente sobre compostación permite reciclaje de desechos orgánicos sin afectar sanitariamente la calidad de los suelos, recursos hídricos y por lo tanto el ecosistema en general.

En muchos países la compostación compite económicamente con los procesos de rellenos sanitarios e incineración, aun cuando los costos de producción del compostado no compensan los ingresos que se obtienen de su mercadeo, el cual es restringido en muchas áreas. Sin embargo, si los costos de capital y operación de rellenos sanitarios y procesos de incineración continúan su ritmo ascendente, es un hecho que la compostación se convertirá en el método más económico para el manejo de los desechos sólidos domésticos, especialmente en pequeños municipios y comunidades o conglomerados urbanos de las grandes ciudades.

Los factores que influyen en el proceso de compostado como herramienta para el manejo de los desechos sólidos, son las relaciones costo/beneficio, estándares de calidad ambiental, exigencias de reciclaje y educación de las comunidades (Gaceta Ambiental ,1992).

□ **Reciclaje.** Es el procedimiento mediante el cual las basuras se separan, recogen, clasifican y almacenan para finalmente ser incorporadas como materia prima al ciclo productivo.

Reciclar es introducir materiales y objetos usados a los circuitos de producción y consumo.

La vida urbana ha generado prácticas de consumo negativas que estimulan la producción de desperdicios. Buena parte de estos materiales son desechados, cuando aun representan un valor comercial para otros aprovechamientos sociales y productivos. Esto a contribuido a crear problemas ecológicos, ambientales, mala utilización de los recursos naturales y el desperdicio económico.

Generalmente en los diferentes sistemas de disposición final de basuras no se considera el reciclaje como actividad importante, sin embargo, este procedimiento resulta indispensable desde el punto de vista operacional y rentable, ya que por medio de ésta práctica se recuperan los materiales que posteriormente serán comercializados, generando ingresos para el funcionamiento de la planta. Desde el punto de vista operativo, se reduce desde un 20-50% el volumen total de las basuras. Y se facilita el manejo de los desechos sólidos.

Los materiales de reciclaje, se clasifican en:

**Reciclables:** son materiales empleados como materia prima o insumos en la producción del mismo elemento o de similares. Los principales son: papeles y cartones, vidrios, plásticos, metales y materiales de menor comercialización (hueso, icopor, trapos, mechas.)

**Reutilizables:** son productos que se recuperan y se usan como productos terminados; por sus características y funciones hacen varias veces el circuito de uso mediante un sistema de recuperación, ejemplo envases de vidrio y plástico, madera y cajas de cartón en buen estado.

**Transformables:** utilizados como materia prima en la producción de elementos diferentes al original, son ellos: vidrio, llantas, trapos, madera, aserrín de madera y huesos.

**Materia orgánica:** La manera de reciclar la materia orgánica es mediante el compostaje.

**Materia no reciclable ni biodegradable:** productos que no se pueden recuperar ni sirven como materia prima para la producción de otros elementos ni transformándolos (Asociación de Ingenieros Sanitarios de Antioquía –AINSA- ) .

□ **Relleno Sanitario.** Es actualmente el método más económico y aceptable, desde el punto de vista de Salud Pública y protección del ambiente, para la disposición de los

desechos sólidos domésticos, comerciales e industriales e incluso de los denominados peligrosos.

La definición del método que da la American Society of Civil Engineers, ASCE, ilustra sus principales características:

“Relleno Sanitario es una técnica para la disposición de la basura en el suelo, sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestias o peligro para la salud y seguridad pública, utilizando principios de ingeniería, para confinar la basura en la mínima área posible reduciendo su volumen hasta la cantidad practicable, para luego cubrir las basuras así depositadas con una capa de tierra diariamente, al final de la jornada, o tan frecuentemente como sea necesario. (Collazos H y Duque R 115-116, 1998).

**Tipos de Relleno Sanitario.** Existen cuatro tipos generales de relleno sanitario:

Tipos: Área, rampa, trinchera y combinación área y rampa. Los cuatro tipos tienen características similares y es la topografía del terreno la que obliga a utilizar el uno o el otro.

**Relleno Sanitario Tipo Área.** El relleno sanitario tipo área, normalmente se emplea en terrenos relativamente planos con depresiones y hondonadas naturales o artificiales, tales como canteras abiertas producidas por extracción de materiales como arcilla, arena y grava. (Collazos H. Diseño y Operación de Rellenos Sanitarios 53 – 2001).

**Relleno Sanitario Tipo Rampa.** El relleno sanitario tipo rampa, se utiliza en terrenos con declives moderados, aún cuando puede diseñarse para ir formando escalones en terrenos de pendientes más o menos pronunciadas, haciendo pequeñas excavaciones para lograr el material de recubrimiento. (Collazos H. Diseño y Operación de Rellenos Sanitarios 54 –2001).

**Relleno Sanitario Tipo Trinchera.** Es una zanja o trinchera que se prepara antes de iniciar el vaciamiento de la basura. Este sistema se utiliza en terrenos planos y se puede construir la zanja totalmente antes de construir el Relleno Sanitario o diariamente de acuerdo con el avance que se obtenga. Las zanjas se hacen de 1,80 metros a 2,50 metros de altura y de un ancho de por lo menos el doble de la cuchilla del equipo, para facilitar el trabajo del tractor. Las Zanjas suelen ser de 3.60 m a 10 m de ancho, pero las dimensiones se determinan en cada caso particular. (Collazos H. Diseño y Operación de Rellenos Sanitarios 55 –2001).

**Relleno Sanitario Tipo Combinado Area y Rampa:** Cuando los rellenos sanitarios son muy grandes, generalmente se construyen sobre grandes extensiones donde se encuentran muchas formas de terreno y no se puede asegurar que es de tipo área o rampa, sino una combinación de ellas. (Collazos H. Diseño y Operación de Rellenos Sanitarios 2001).

## **6. METODOLOGIA**

### **6.1 LOCALIZACIÓN**

El presente trabajo se llevo a cabo en el casco urbano del municipio de Policarpa, localizado al noroccidente del Departamento de Nariño entre 1° 31´ y 1° 59´ de Latitud Norte y 77° 21´ y 77° 40´ de Longitud Oeste, a una distancia de 127 km de San Juan de Pasto, a 980 msnm, temperatura promedio de 24° C, precipitación anual de 1378 mm y 70% de la humedad Relativa (\*).

### **6.2 PROCEDIMIENTO**

Para la realización de las diferentes actividades contempladas en este proyecto, se trabajó por zonas distribuidas de la siguiente manera: viviendas, establecimientos especiales, conformados por locales comerciales e instituciones públicas y establecimientos educativos. Lo anterior tomando como base los ocho barrios del casco urbano del municipio como son: Puerto Nuevo primera y segunda etapa, Centro, San Francisco, Miraflores, Santa Barbara, La Manga y Nueva Urbanización (Plano No. 1). El trabajo de campo tuvo una duración de dos meses y se tuvieron en cuenta las variables planteadas en los objetivos propuestos para este estudio.

---

(\*) Instituto Nacional de Adecuación de Tierras (INAT), Regional 10, Pasto, Colombia, 2002, (Comunicación personal).

## 6.3 METODOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

**6.3.1 Método de muestreo.** La metodología empleada para la caracterización fue la recomendada por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria CEPIS, que resulta ser la más económica y que permite fijar un número mínimo de muestras tal, que los resultados presentan un buen grado de confianza.

**6.3.1.1 Número de muestras para determinar producción per cápita** La relación recomendada por CEPIS para muestrear aleatoriamente cada una de las zonas de estudio (Viviendas, establecimientos especiales y establecimientos educativos)

$$n = \frac{v^2}{(E / 1,96)^2 + v^2 / N}$$

Donde:

n = Número de viviendas - establecimientos a probar aleatoriamente

v = Desviación estándar de las muestras, obtenida a partir de un estudio anterior.

(CEPIS recomienda el uso de 150-200 g / hab \* día)

E = Error permisible en la estimación de la PPC = 50 g / hab \* día

N = Número Total de unidades de muestreo (Usuarios del servicio)

**Viviendas.** El servicio de recolección cubre 2250 usuarios. El número de muestras a tomar en esta zona fue de:

$$n = \frac{(200)^2}{(50 / 1,96)^2 + [(200)^2 / 2250]} = 58 \text{ muestras.}$$

Se eligieron 58 viviendas para tomar muestras.

La toma de muestras por sectores se realizó proporcionalmente a la distribución de la población en cada uno de ellos, hasta completar el número requerido así:

No.	Sector	Muestras	Porcentaje (%)
1	San Francisco	5	8
2	Centro	8	14
3	Santa Barbara	5	8
4	Miraflores	8	14
5	Puerto Nuevo	16	28
6	Urbanización	16	28

**Establecimientos especiales** Corresponde a la zona comercial e institucional pública se contabilizaron 420 usuarios. El número de muestras tomadas fue de:

$$n = \frac{(150)^2}{(50 / 1,96)^2 + [(150)^2 / 420]} = 32 \text{ muestras.}$$

Se tomaron 32muestras.

**Establecimientos educativos** Se encuestó a las dos instituciones existentes.

**6.3.1.2 Determinación de la Producción Per cápita (Ppc)** Una vez seleccionadas las 58 viviendas, los 32 establecimientos especiales que corresponden a locales comerciales, instituciones públicas y hospitalarias, y 2 establecimientos educativos con

la aprobación de habitantes y encargados de los mismos, se inició el proceso de muestreo de residuos sólidos. Se llevó control dos veces por semana durante dos meses supervisando la entrega de las muestras con la Ficha Técnica (Anexo A “ Ficha técnica) se etiquetó todas las bolsas plásticas que eran entregadas, de acuerdo con la zona en que se distribuían.

Se realizó diferentes muestreos de peso de residuos sólidos generados por la comunidad (Foto No. 1). Se calculó la Ppc en Kg/usuario/día, para luego ser convertida a Kg / habitante/día. Con la fórmula siguiente se calculó la Ppc:

$$Ppc = \frac{1}{7} * \left[ \left( \frac{A_1}{B_1} * P_1 \right) + \left( \frac{A_2}{B_2} * P_2 \right) + \dots + \left( \frac{A_n}{B_n} * P_n \right) / P_1 + P_2 + \dots + P_n \right]$$

Donde:

$A_n$  = Peso de la muestra de una semana en Kg del sector “n”.

$B_n$  = Número de usuarios muestreados en el sector “n”.

$P_n$  = Número total de usuarios del sector “n”.

Con el fin de conocer el problema que repercute la producción de residuos y su incidencia en la comunidad se realizaron 92 encuestas (determinadas según la metodología CEPIS empleada para la caracterización descrita anteriormente) con ellas se obtuvo información relacionada con volumen de residuos sólidos producidos por tipo de vivienda, número de habitantes por vivienda, tipo de recipiente recolector, su estado, eficiencia del servicio de aseo. (Ver Foto No. 2 y Anexo A “Caracterización de residuos sólidos generados en el Municipio de Policarpa”)

## 6.4 PROYECCION DE LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

**6.4.1 Tasa de crecimiento** Se tomó un incremento poblacional del 2,5% anual de acuerdo a datos obtenidos por el DANE de los últimos 20 años para la población

urbana. Para la proyección de la población para los próximos 20 años se utilizó el método geométrico como se describe en la siguiente fórmula:

$$P_f = P_i(1+r)^T$$

$P_f$  = Población proyectada

$P_i$  = Población inicial

$r$  = Tasa de crecimiento anual

$T$  = Periodo de tiempo proyectado

$P_{2003}$  = No de habitantes actuales  $(1+0.02)^1$

$P_{2022}$  = No de habitantes proyectados  $(1+0.02)^{15}$

**6.4.2 Composición Física.** Para la realización de las actividades se entregó bolsas plásticas a las 58 viviendas elegidas, al igual que a los 32 establecimientos especiales y a los dos establecimientos educativos dos veces por semana durante dos meses (Ver Foto No. 3).

**6.4.2.1 Composición porcentual** Se pesaron los residuos sólidos con la bolsa plástica en la balanza comercial, se anotó el peso. Se desocupó en el suelo la bolsa plástica y se clasificó los residuos así: materia orgánica, cartón, papel, plástico, vidrio, lata, metal, residuos higiénicos, residuos hospitalarios, aseo y otros (Ver Foto No. 4). Consignando posteriormente los valores obtenidos en la ficha técnica (Ver Anexo A "Ficha técnica"), calculando los pesos totales y los respectivos porcentajes. Por último se promediaron los valores de los diferentes muestreos.

**6.4.2.2 Densidad** El cálculo de la densidad de los residuos sólidos se realizó como se

describe a continuación:

1. Se preparó un tambor con capacidad de 100 litros. Se pesó el tambor y se midió su volumen.
2. Se dispuso los residuos sólidos en el tambor sin hacer presión y se homogenizó de tal forma que se llenaron los espacios vacíos.
3. Se pesó una vez lleno y por diferencia se obtuvo el peso de los residuos.

La densidad se calculó dividiendo el peso obtenido en Kilogramos entre el volumen del tambor en metros cúbicos.

$$\text{Densidad (Kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso de residuos sólidos (Kg)}}{\text{Volumen tambor (m}^3\text{)}}$$

Durante las jornadas de caracterización se realizaron pruebas de densidad en los establecimientos especiales, viviendas y establecimientos educativos.

**6.4.3 Composición Química.** Se realizó un análisis de laboratorio en donde se tuvo en cuenta los siguientes parámetros: pH, humedad, materia seca, cenizas, materia orgánica, carbono, nitrógeno, fósforo y potasio. Las muestras tomadas se procesaron en el laboratorio de Química de la Universidad de Nariño de la Ciudad de San Juan de Pasto.

**6.4.4 Características del servicio de recolección.** Para la determinación de las condiciones actuales del servicio urbano de aseo, se realizó dos recorridos por cada

una de las tres rutas dispuestas actualmente en el Municipio. Desarrollando lo planteado en la encuesta (Anexo A “Seguimiento Ruta del Carro Recolector”).

## **6.5 ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS**

Analizando el diagnóstico de la situación actual de los residuos sólidos de la cabecera del Municipio, se planteó alternativas técnicas para el manejo y disposición final de residuos sólidos como son: compostaje, reciclaje, relleno sanitario y desarrollo en la comunidad de un proceso de educación ambiental.

El lote donde se propone construir las instalaciones para disposición final de residuos se evaluó teniendo en cuenta las condiciones ambientales basadas en los siguientes aspectos:

- Localización
- Precipitación
- Temperatura
- Vientos
- Brillo solar
- Humedad relativa
- Pisos térmicos
- Zonas de vida.
- Hidrografía e hidrología
- Geología
- Geomorfoestructura
- Suelos y agrología

- Cobertura y uso del suelo
- Flora
- Fauna

Para evaluar el impacto ambiental generado en el manejo integral de residuos sólidos se desarrolló la metodología propuesta por Leopold, L. B (1971).

## **6.6 TALLERES DE CAPACITACION Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA COMUNIDAD**

Mediante talleres de sensibilización se trabajó con los habitantes del casco urbano, con el fin de capacitarlos en el manejo adecuado de los residuos sólidos, para ello se utilizó como ayuda educativa: videos, filminas, guías de trabajo relacionadas con la temática tratada, culminando con la entrega a cada participante de una cartilla de divulgación realizada por los autores del presente estudio.

## **7.1 EVALUACION DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS**

**7.1.1 Producción de residuos sólidos** La producción de residuos sólidos generados en la cabecera Municipal de Policarpa se estableció en función de la cantidad de residuos originados por sus habitantes. En la tabla No. 4, se presenta el resumen de la producción basada en los establecimientos muestreados; La mayor producción es aportada por las viviendas 839 kg/día, continúan los establecimientos especiales, conformados por instituciones públicas como Alcaldía Municipal, Mercado, Parroquia, Telecom, Centro de Salud, y locales comerciales como restaurantes, discotecas, cafeterías y graneros con una producción de 122,1 kg/día, por último están establecimientos educativos con 78 kg/día. (Ver Foto No. 5).

Según el presente estudio se afirma que la producción total por día para la cabecera Municipal de Policarpa es de 1040 kg.

**7.1.2 Determinación de la Producción per capita (Ppc)** Con los resultados obtenidos en cada uno de los tipos de establecimientos muestreados y tomando la población aportante para cada uno de ellos se calculó la producción per capita.

En la siguiente ecuación se presenta la producción de cada uno de los establecimientos, dividida entre sus respectivas muestras y multiplicada por la población aportante. Obtenida la producción total del Municipio y dividida entre la población total se calculó la cantidad de residuos sólidos generados por habitante día en 0,35 kg/Habitante/día.

$$PPC = \frac{1}{7} * \left[ \left( \frac{115,5}{58} * 2250 \right) + \left( \frac{65,1}{32} * 420 \right) + \left( \frac{546}{2} * 2 \right) / 2970 \right] = 0,35 Kg / Habitante / dia$$

**7.1.3 Proyección de la producción de residuos sólidos.** En la tabla No. 5 se presentan la población, producción per cápita y la producción total proyectada para los próximos 20 años, asumiendo una tasa de crecimiento geométrico de la población del 2,5% y de la producción per cápita del 1% anual.

En la tabla No. 6 se hace una discriminación de la producción de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos proyectada a 20 años.

## **7.2 COMPOSICIÓN FÍSICA.**

**7.2.1 Composición porcentual** En la tabla No. 7 se presentan los resultados correspondientes a la composición porcentual de residuos sólidos provenientes de la zona urbana de Policarpa, tomando como base los tres tipos de establecimientos muestreados.

Se observa que el mayor porcentaje corresponde a los residuos que son de origen doméstico, conformado por material orgánico representando porcentualmente el 60% del total de residuos sólidos evaluados. (Ver Foto No. 6). El valor determinado es similar al análisis realizado en el plan de aseo para la ciudad de Chachagui en el año 1997, comparando con la caracterización de residuos sólidos realizada en San José de Alban en el año 2000 en la composición porcentual la materia orgánica representa un porcentaje del 70%, el porcentaje es superior al obtenido por este estudio.

Al relacionar este parámetro con estadísticas nacionales se tiene que según La

universidad Nacional en su estudio Manejo de la basura en los Municipios Colombianos para el año 1990, el porcentaje de materia orgánica fue del 42%.

Los residuos higiénicos representan el 7% de la composición porcentual, continúan los residuos de aseo (6%) y cartón (3%) al comparar con el plan de aseo de Chachagui 1997 presenta un porcentaje de 1,98 siendo inferior al obtenido en este estudio. A nivel Nacional el porcentaje es mínimo, Colombia para el año 1990 en la composición porcentual realizado por la Universidad Nacional en el estudio anteriormente mencionado el porcentaje fue de 21 % (Ver Foto No. 7)

La economía en el Departamento de Nariño es eminentemente del sector primario es decir agrícola esto influye en los resultados. No se tiene cultura de reciclaje es por ello que se encuentra gran porcentaje de material reutilizable como cartón, vidrio etc.

### **7.2.2 Densidad**

Este parámetro es necesario, con el se determina el peso y volumen total de residuos sólidos a manejar. En la tabla No. 8. Se presenta el tipo de establecimiento muestreado y la densidad expresada en  $\text{kg/m}^3$ . Según el presente estudio la densidad para viviendas es de  $314 \text{ kg/m}^3$ , para los establecimientos especiales  $325 \text{ kg/m}^3$  y para los establecimientos educativos  $280 \text{ kg/m}^3$ . Promediando las densidades anteriormente mencionadas se tiene una densidad de  $306,33 \text{ kg/m}^3$  para los residuos sólidos generados en la cabecera Municipal de Policarpa Nariño.

Comparando con resultados obtenidos a nivel Departamental se tiene que para el Municipio de Chachagui en el año 1997, la densidad promedio fue de  $369,45 \text{ Kg/m}^3$  y para la ciudad de San Juan de Pasto en el año 2000 en el estudio realizado por la fundación Porvenir fue de  $420 \text{ kg/m}^3$ .

En el estudio realizado por el Ministerio del Medio Ambiente, Manejo Integrado de Residuos Sólidos Municipales Urbanos, en el año 1998, la densidad en camión compactador fue de 297 kg/m<sup>3</sup>; medianamente compactados 451 kg/m<sup>3</sup> y para bien compactados 600 kg/m<sup>3</sup>.

### **7.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA.**

Los parámetros valorados se presentan en la tabla No. 9 y los resultados fueron los siguientes:

**7.3.1 Humedad:** El contenido es alto, superior al 74%, esto se debe a que el mayor porcentaje de residuos son de origen orgánico y en su mayoría (60%) son de naturaleza domiciliaria, por lo tanto un mal manejo de residuos traería un grave problema ya que la materia orgánica se descompone y produce lixiviados, generando malos olores y proliferación de microorganismos y demás efectos que ocasionan impacto negativo en el medio ambiente.

Comparando los resultados obtenidos con los presentados a nivel Departamental se tiene que para el Municipio de Chachagui, la humedad de los residuos sólidos urbanos fue de 76,30%, en el estudio de Caracterización realizado para el casco urbano de San José de Alban fue de 72,85%. Para la Ciudad de San Juan de Pasto, para el año 2000 en el estudio realizado por la Fundación Porvenir el porcentaje de humedad fue del 66%.

**7.3.2 pH:** Como el porcentaje de materia orgánica es alto, influye en el valor de un p.H ácido, al observar en la tabla el valor obtenido para este parámetro fue de 5.78, lo que

indica que el valor es aceptable ya que la actividad microbiana no será tan alta, debido a que el ambiente más propicio está dado en pH alcalinos comprendidos entre 7 a 7.5. Comparando este parámetro con el obtenido en la Ciudad de San Juan de Pasto en el estudio realizado por la Fundación Porvenir en el año 2000, es semejante 5,60, al igual que el obtenido en el Plan de manejo para el Municipio de Chachagui en el año 1997. (5,60)

**7.3.3 Nitrógeno:** El potencial de nitrógeno es alto debido a la gran cantidad existente de materia orgánica que, al descomponerse, puede convertirse en nitrógeno asimilable; por lo tanto con la materia orgánica hay una reserva de nitrógeno. En el análisis de laboratorio realizado se obtuvo como resultado para este parámetro de 8.54 %.

El resultado obtenido es superior al obtenido por los estudios realizados en el Departamento, mencionados anteriormente. Para el Municipio de Chachagui fue de 1,47% y para San Juan de Pasto 1,46.

**7.3.4 Carbono y Materia Orgánica.** Como se observa en la tabla los valores obtenidos para este análisis fue de 27.4 para carbono y 46.55 para materia orgánica. Anteriormente ya se hizo alusión al considerable contenido de materia orgánica.

Una alternativa que permita un manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos es el compostaje, que se utiliza para convertir los residuos orgánicos en un sustrato especial, denominado compost, mediante la fermentación de los residuos en presencia de aire. Cuando los residuos se descomponen en presencia del aire, su temperatura sube a unos 70° C, con lo que mueren los organismos patógenos, y queda un material

pulverulento, esponjoso y de color oscuro llamado compost, que se puede reutilizar como mejorador del suelo en la agricultura

Para realizar este proceso es necesario en este caso mejorar prácticas de manejo que permitan incrementar carbono ya que si se compara C y N se tiene una relación relativamente baja (3.20) y lo recomendable para compostaje es de 25 a 30/1.

#### **7.4 CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN.**

**7.4.1 Manejo y almacenamiento domiciliario.** Para la realización de esta actividad se realizó 90 muestras pertenecientes a las viviendas y establecimientos especiales.

Los residuos sólidos son depositados y almacenados en diferentes clases de recipientes. (Ver Foto No. 8).

El manejo que se les da a estos es inadecuado, ya que se almacenan en recipientes inadecuados susceptibles a vectores contaminantes, en su mayoría no son herméticos lo que acumula mayor humedad y por ende producen malos olores. En la tabla No. 10 se hace una descripción del tipo de recipiente y su estado de conservación.

**7.4.2 Barrido y limpieza de áreas públicas.** Las áreas públicas como el parque, matadero, plazas de mercado y el polideportivo son barridas por dos personas contratadas por la Administración Municipal. Las calles son barridas por los habitantes. (Ver Foto No 9)

**7.4.3 Recolección y transporte.** Este servicio lo presta la Administración Municipal de Policarpa a través de la Secretaría de Obras Públicas.

**7.4.3.1 Personal y equipo** Para el servicio de recolección se emplea una cuadrilla conformada por dos obreros y el conductor de la volqueta, uno de los obreros recoge y transporta los recipientes hasta donde su compañero, quien se ubica en la tolva de la volqueta y se encarga de esparcir los residuos en la misma. El personal de recolección no dispone de equipo de la protección necesaria.

El equipo consta de una volqueta marca chevrolet V70 modelo 93, con capacidad de 7 metros cúbicos en buen estado.

**7.4.3.2 Cobertura del servicio** El servicio de recolección alcanza una cobertura del 90% de las viviendas, en su mayoría los habitantes utilizan este servicio. No se reporta botadero diferente al utilizado por el Municipio, algunos habitantes disponen sus residuos orgánicos en sus huertos.

**7.4.3.3 Rutas y horario** El servicio se presta dos veces a la semana cumpliendo el siguiente horario:

Lunes de 7:00 AM. A 12:30 PM.

Viernes 7:00 AM. A 12:30 PM.

El carro recolector realiza tres rutas, descritas a continuación:

- **Ruta 1** Inicia en el garaje municipal , toma la carrera 6, sector de la Manga I, regresa por la misma carrera 6, encuentra la carrera 5, baja hasta la calle 2, recolectando los residuos del sector Puerto Nuevo II etapa y la Manga II. Regresa por la calle 2 hasta encontrar la carrera 4, sirviendo a la Guardería ICBF y centro de Salud, sube por la carrera 4 hasta la calle 3, luego sube hasta la carrera 5, llegando nuevamente al punto de inicio, regresa por la calle 3 hasta encontrar la carrera 3, baja

por esta a encontrar la calle 2 atendiendo a la escuela y al sector Puerto Nuevo, regresa por esta misma carrera 3 hasta llegar a la calle 4 atendiendo parte del Centro y esquina de la Alcaldía. Toma la vía que conduce a la disposición final. Ver Plano No. 2

- **Ruta 2** Inicia en la carrera 4 en la última casa de la vía que va de Policarpa al Ejido, recolecta los desechos generados por el mercado, baja por la carrera 2, sirviendo a Cootranscour llega a la calle 4 y baja hasta la salida, sube por la carretera que conduce a Pasto, hasta la gasolinera, baja nuevamente por la misma vía y coge la carretera que sale al Peñol, llega hasta la urbanización Melchor Guerra, regresa por la misma vía que llegó, recolectando también las basuras del Colegio Mixto Policarpa, encuentra la carrera 2, sube por ésta prestando servicio al barrio Santa Bárbara, hasta la calle 5, sube hasta la carrera 2 y baja por esta a encontrar la calle 6 y termina el recorrido. Ver Plano No. 3

- **Ruta 3** Inicia en la esquina de la carrera 4 con calle 3, frente a la parte baja del Polideportivo, sube por la Carrera 4 y baja por la calle 4, sube por la carrera 2 y coge la calle 5, sube por ésta hasta la carrera 2 atendiendo al sector de San Francisco y Santa Bárbara, baja por esta carrera y termina el recorrido. Ver Plano No. 4

**7.4.3.3 Disposición final de residuos sólidos.** Todos los residuos sólidos, recogidos por el servicio de aseo del Municipio, se los dispone a cielo abierto en un lote del Municipio ubicado en la vía que conduce de Policarpa a Restrepo, en el sitio denominado El Castigo.

## 8 ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

### 8.1 INFORMACIÓN TÉCNICA CON DETALLES DE LOS PROCESOS

**8.1.1 Recolección y transporte.** Se utilizará el tipo más común de servicio de recolección de residuos que corresponde a recolección por "acera". Consiste en que el propietario de la casa es el responsable de colocar los contenedores que hay que vaciar en la acera, el día de recolección, y de devolver los contenedores vacíos a su lugar de almacenamiento hasta la siguiente recolección. Macia. (1995)

**8.1.1.1 Macro ruteo.** El autor citado, afirma que el macroruteo tiene por objeto la selección y cálculo de los tiempos de viaje entre los sitios de recolección de los desechos sólidos y los lugares de disposición final.

El método de recolección será el directo, el vehículo hará la recolección y llevará el material directamente al sitio de disposición final.

Dentro del proceso de recolección se distinguen los siguientes periodos de tiempo:

- Periodo de Recolección TR. Es el tiempo que emplea la cuadrilla en recolectar residuos sólidos desde que inicia el vaciado del primer recipiente hasta que es descargado el último recipiente en el vehículo.
- Periodo de transporte Tt. Es el tiempo que utiliza el vehículo de recolección en transportar los desechos hasta el sitio de disposición final.

- Periodo Descarga TD. Tiempo utilizado por el personal de recolección en descargar los residuos sólidos en el sitio de disposición final.
- Periodo fuera de ruta. (T1, T4, T5, T6). Los tiempos fuera de ruta considerados son:

T1	Tiempo de viaje desde el garaje al inicio de la ruta
T4	Tiempo empleado en posibles reparaciones
T5	Tiempo de viaje desde el sitio de disposición final hasta el garaje al término del día laboral
T6	Tiempo de viaje desde el lugar de disposición hasta el sitio de recolección para continuar la ruta

En la Tabla No. 11 se presenta el tiempo empleado por cada recolección.

**Equipo de recolección y carga.** Para la recolección de los residuos sólidos se usará un vehículo tipo volqueta.

- Especificaciones del vehículo:

Volqueta Chevrolet V70, con capacidad de siete toneladas, el mantenimiento mecánico se realiza cada quince días. El lavado del vehículo se hace a final de cada jornada de trabajo.

**Frecuencia de recolección** Esta actividad se realizará dos veces por semana. El día lunes se recoge los residuos producidos durante los días viernes, sábado y domingo. El día viernes se recoge los residuos producidos durante los días lunes, martes, miércoles y jueves

Según experiencias de proyectos similares como el realizado por Burbano y Martinez (1990) y Calvachey Rosero (1997), la recolección de dos veces por semana es la que mejores resultados a arrojado especialmente en zonas domiciliarias. El periodo de almacenamiento de los residuos sólidos igual a cuatro días, no origina dificultades a los usuarios por la descomposición de materia orgánica y proliferación de moscas, por lo tanto la recolección de residuos sólidos se realizará en el siguiente horario:

Lunes de 7:00 AM. A 1:00 PM.

Viernes 7:00 AM. A 1:00 PM.

**8.1.1.2 Micro ruteo.** Se caracteriza por detallar el diagrama de rutas de recolección minimizando el tiempo neto del servicio. (Macia. 35, 1995)

**Personal de recolección.** Teniendo en cuenta la caracterización realizada para este estudio y el equipo recolector existente se recomienda una cuadrilla de tres obreros.

**Ruta de Recolección.** Se realizarán dos recorridos a la semana lunes y viernes, cada día se recorrerá 3 rutas, como se describe a continuación:

- **Ruta 1** Sale del garaje del Municipio, ubicado en la calle 3 con carrera 5. Recorre una cuadra de la calle 3 y baja por la carrera 6 a la Manga I, al no haber salida se regresa por la misma carrera hasta la esquina del garaje, baja por la carrera 5 hasta encontrar la calle 2, llegando al sector de la Manga II, por continuar una vía cerrada, regresa por la misma calle hasta la carrera 5, baja por la calle 2, sirviendo al barrio Puerto Nuevo II, Centro de Salud, Escuela, Guardería I.C.B.F., es decir atraviesa las carreras 5,4 y 3 y sube por la calle 2, hasta tomar la carrera 5, baja por esta hasta

encontrar la plaza de mercado. Termina el recorrido y se dirige a las instalaciones del relleno sanitario, compostaje y reciclaje. Ver Plano No. 5

- **Ruta 2** Inicia en la Nueva Urbanización “ Melchor Guerra” regresa por la misma vía de entrada a este sector atendiendo al Colegio “ Liceo Mixto” luego sube por la vía que conduce a Pasto, recoge los residuos del servicio de gasolina baja por la misma vía hasta la entrada al pueblo, coge la calle 4, la recorre en su totalidad, hasta la carrera 4, baja por esta encontrar la calle 4, recorre toda esta calle hasta la carrera 2, sube por la calle 5 hasta la carrera 4 terminando el recorrido. Ver Plano No. 6
- **Ruta 3** Inicia en la entrada del pueblo en la vía que conduce de Policarpa a Restrepo, sube por la carrera 4 hasta la calle 5, baja hasta la carrera 1 por esta sube hasta la calle 6 atraviesa toda esta calle atendiendo las carreras 2,3 y 4, finalizando el ruteo. Ver Plano No. 7

**Barrido y limpieza de áreas públicas.** Se utilizará barrido manual. El equipo utilizado está conformado por:

- Escoba con fibras duras de material plástico
- Carretilla de estructura sólida y liviana con capacidad de 80L.
- Recogedor de material de metal
- Pala de mango de madera y base de metal
- Bolsas plásticas de 100 l.
- Guantes, overol y botas. Para el obrero

**Horario.** Teniendo en cuenta la extensión de la cabecera municipal se recomienda trabajar tres días a la semana lunes, miércoles y viernes de 8 a 12 AM. Se ha escogido

este horario por que las calles principales no presentan cogestión vehicular y por otras actividades que interrumpan la labor.

**Personal.** Para este estudio se obtuvo un rendimiento de 0,68 km/hombre/ día. Teniendo en cuenta que el rendimiento promedio es de 0,17 km/hombre/hora y la longitud de vías es de 935 m se requiere de una persona para realizar esta labor. Por lo tanto para la realización de esta actividad es necesario un solo operario.

$$N_h = 0,935 \text{ km } / (0,17 \text{ km/hom.hora} * 8 \text{ horas})$$

$$N_h = 0,68 \text{ hombres}$$

## **8.2 SEPARACION Y RECICLAJE DE RESIDUOS**

El manejo integral de residuos en la cabecera Municipal de Policarpa, comprende las actividades de separación y reciclaje de residuos que deben realizarse al interior de las viviendas y establecimientos. Esta actividad será el eje principal del manejo integrado de residuos, pues en la medida que los desechos se entreguen al servicio de recolección debidamente separados y en diferentes horarios de recolección, será posible llevar a cabo los procesos siguientes de tratamiento de residuos orgánicos mediante compostaje, reciclaje de materiales inorgánicos para su comercialización y disposición en el relleno sanitario de residuos no aptos para ninguno de los procesos anteriores.

Según la caracterización de residuos sólidos realizada, se determinó que el 60% de estos son orgánicos, los cuales pueden utilizarse en compostaje. El 30% no tendrá

utilidad, será incorporado al relleno sanitario. Únicamente el 10% restante se aprovechará para reciclaje.

En los primeros años de operación del sistema se espera que la cantidad de residuos aprovechables separados en las viviendas se incrementen desde el 1% al 10% del año uno al año cinco, en la medida que los usuarios aprendan a realizar el procedimiento de separación. En la tabla No. 12 se presenta la cantidad de residuos reciclables producidos durante 20 años.

El área destinada para el manejo de material reciclable será de 16 metros cuadrados.

Ver Plano No. 8

Para garantizar el éxito del reciclaje se realizará una campaña de educación ambiental permanente orientada a enseñar a la comunidad de la zona urbana del Municipio a identificar, separar y almacenar los residuos en tres categorías: biodegradables con destino a la planta de compostaje, inertes no aprovechables para el relleno sanitario y reciclaje.

Para que la comunidad entregue los residuos en bolsas plásticas desechables se debe, en una primera etapa, suministrar este elemento con el compromiso que la comunidad se responsabilice de su adquisición más adelante.

Para garantizar el éxito en el proceso de reciclaje es necesario que la Alcaldía de Policarpa concrete la comercialización, en la tabla No. 13 se presentan los precios de los materiales reciclables que para el primer semestre del año 2003 se está comercializando.

### **8.3 TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS.**

**8.3.1 Cantidad de residuos sólidos para compostaje.** De acuerdo con la caracterización realizada para este Municipio es del 60%, sin embargo en los primeros años no se alcanzará a seleccionar y destinar la cantidad total de residuos orgánicos por la falta de concientización en las practicas de selección por parte de la comunidad. Este valor se conseguirá paulatinamente en los primeros cinco años iniciando en un 24% con incremento paulatino hasta el 60%. Las cantidades, así como el volumen de residuos que se van a tratar por semana y año se observan en la tabla No. 14.

**8.3.2 Selección del proceso biológico.** Cegarra 1996 afirma, que existen dos procesos biológicos para el tratamiento de residuos sólidos según el requerimiento de oxígeno molecular o no, (proceso aeróbico y anaeróbico), los dos procesos tienen ventajas y desventajas. El compostaje se puede realizar introduciendo aire durante el proceso de descomposición, en cuyo caso el compostaje es aerobio; o sin introducir aire, en cuyo caso el proceso sería anaerobio. En éste último la descomposición va acompañada de la generación de biogás que es un gas combustible y de potencial utilización como fuente de energía. El compostaje aerobio es sin lugar a dudas el más común, mientras que el anaerobio es relativamente reciente en su desarrollo. para los propósitos que se necesitan e se ha seleccionado el proceso aeróbico que combina fases mesófilas y termófilas para conseguir la transformación de un residuo orgánico en un producto estable, aplicable al suelo como abono.

El proceso aeróbico tiene las siguientes características:

Uso energético

Consumo neto de energía

Productos finales	Humus, CO <sub>2</sub> , y H <sub>2</sub> O
Reducción de volumen	Hasta el 50%
Tiempo de procesamiento	20 a 30 días
Objetivo primario	Reducción de volumen
Objetivo secundario	Producción compost

**8.3.3 Descripción del proceso de compostaje aerobio.** Cegarra menciona que este proceso comprende las siguientes etapas:

a. Preprocesamiento de residuos sólidos. Incluye los pasos de recepción, separación de materiales no destinados a compostaje, reducción del tamaño de las partículas y ajuste de las propiedades de los residuos.

b. Descomposición de la fracción orgánica. Se empleará el método de sistema de compostaje en pilas que se caracteriza por ser sencillo y rápido.

El material preferiblemente triturado y tamizado con un tamaño con contenido de humedad entre el 50 y 60%, se acomodará en pilas de 1,80 a 2m de altura, las cuales se voltearán dos veces por semana durante 4 semanas.

c. Preparación y comercialización del producto. Esta etapa incluirá trituración, tamizado, puesta en sacos y almacenamiento del producto, transporte, venta directa y venta de los materiales reciclados.

**8.3.4 Parámetros de diseño.** Lora 1996, menciona los siguientes parámetros:

a. Tamaño de la partícula. Se triturará inicialmente para obtener tamaño de 3 a 5 cm. Para esta actividad se adquirirá una trituradora.

b. Relación carbono/nitrógeno: Cada desecho tiene una relación diferente, sin embargo es deseable que la mezcla de éstos tengan una relación en un rango de 25:1 a 50:1.

Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica. Sin embargo si la materia orgánica a comportar es poco biodegradable la lentitud del proceso será causa de ello y no de la falta de nitrógeno.

Una relación C/N muy baja no afecta al proceso de compostaje perdiendo el exceso en forma de amoníaco. No obstante y dado que uno de los objetivos del compostaje es la conservación de nutrientes no se puede permitir esta pérdida.

La mezcla de distintos residuos con diferentes relaciones C/N puede solucionar el problema.

c. Siembra. Se realizará con el objeto de acelerar la descomposición del material receptor. En primer término se dispone de una capa de estiércol, cuya función es de servir de nutriente para crecimiento y reproducción de bacterias; luego se depositan los residuos que se homogenizan con un 5% de su peso, con residuos en estado avanzado de descomposición.

d. Humedad. Debe mantenerse entre 50 y 60%. Si la humedad crece es indispensable efectuar operaciones de volteo.

e. Mezcla y volteo. La frecuencia determinada es de dos veces en semana, durante cuatro semanas, para un total de ocho volteos. Posterior a esta etapa se realiza el curado donde se dejará la pila en reposo por 4 semanas más. Esta frecuencia permitirá el suministro de aire necesario para la descomposición aeróbica. El volteo se realizará del tal forma que las capas superficiales de la pila pasen al interior de la siguiente y las internas quedan en el exterior de la nueva pila.

f. Temperatura. El proceso de descomposición origina el elevamiento de la temperatura en la pila que puede alcanzar niveles de 55 a 60° C. Un indicador de la finalización del proceso de digestión es el hecho de que ya no se produzca calentamiento de la pila.

g. pH Varía a lo largo del proceso, con valores de 5 a 8,5, inicialmente cae a 5 para luego ascender de 8 a 8,5. En la etapa de enfriamiento llega a un nivel de 7 a 8. Si el grado de aireación no es adecuado se producen condiciones anaerobias y el pH cae de 4 a 5 y el proceso de compostaje se retrasará. El pH no debe sobrepasar de 8,5 para minimizar la pérdida de nitrógeno como gas amonio. Lo ideal para la descomposición aeróbica es mantener el pH entre 7 y 7,5.

h. Control de patógenos. Si el compostaje se realiza adecuadamente se pueden destruir todos los patógenos, malas hierbas y semillas. Para esto la temperatura debe mantenerse entre 60 y 70° C durante 24 horas. Ver tabla No. 15

**8.3.5 Dimensionamiento.** De acuerdo con los parámetros establecidos en el numeral anterior y para un periodo de diseño de 20 años, el área de compostaje se calculó de la siguiente manera:

a. Área de recepción y selección: Es el silo donde el vehículo recolector entrega los residuos y se realiza la selección del material inorgánico. Tiene un área de  $16 \text{ m}^2$ , 4 m de ancho por 4 m de longitud. El vehículo recolector descarga la basura junto a un mesón de 1,50 m de ancho y 3 m de longitud donde se realiza una separación y selección secundaria del material. El material orgánico susceptible de tratamiento se descarga a continuación en el área de compostaje formando la primera pila.

b. Área de digestión: En ella se realiza el proceso de volteo de las pilas y tiene una capacidad para acomodar 8 pilas al tiempo. Cada pila tiene un área de  $18 \text{ m}^2$ , 3 m de ancho por 6 m de longitud. 1,50 m de altura y un volumen de  $13 \text{ m}^3$ . Las pilas se ubican en dos hileras separadas por un espacio libre de 0,70 m para circulación. El área asignada para digestión dentro de la planta de compostaje es de  $160,80 \text{ m}^2$ .

c. Área de curado: En el área escogida se realiza el curado o fase final del tratamiento, se ubica a continuación del área de digestión y permite acomodar hasta 8 pilas, las cuales permanecen en reposo por 4 semanas. Como en este momento el material ha perdido el 60% de su volumen, éste se reduce a  $7,80 \text{ m}^3$ , el área de cada pila de curado es de  $10,80 \text{ m}^2$  con 6 m de longitud por 1,80 m de ancho y 1,50 m de altura. Las pilas se acomodan en dos hileras con un espacio libre en medio de 0,70 m para circulación. El área total de curado será de  $103,20 \text{ m}^2$ . Las dos áreas anteriores se ubican en un invernadero de piso en cemento, paredes y techo forrados en plástico. En la zona central de esta construcción se deja un espacio de 1 m de ancho para circulación. El área total del invernadero incluyendo la circulación es de  $288 \text{ m}^2$ . En estas condiciones la planta de tratamiento tiene una vida útil de 12 años.

d. Área de triturado y empaque: una vez el compost se ha estabilizado se procede a triturarlo y empaquetarlo en sacos para su aprovechamiento o venta. Esta se ubica a continuación del área de curado y ocupa un espacio de 18 metros cuadrados.

e. Construcciones anexas: son las construcciones aledañas a la planta que se construirá en mampostería de ladrillo, piso de cemento y techo en placa ondulada de asbesto, cemento. Estas áreas se utilizan en forma compartida con las demás actividades que se realizan en el terreno (Relleno sanitario, centro de acopio de material reciclable), comprendiendo las zonas mencionadas en la tabla No. 16.

Además, se debe instalar un cerco perimetral en el lote donde se construirá la planta y el relleno sanitario.

f. Dotación, equipos y herramientas: para realizar la actividad de compostaje, el personal encargado debe contar con un equipo adecuado de protección, que debe suministrarse tres veces en el año, que comprende overol, botas de caucho, guantes, tapabocas para manipular los residuos sólidos en el proceso de digestión. Para manipular las pilas de curado se debe utilizar máscaras con filtro para polvo. Para el manejo de los desechos se requieren de las siguientes herramientas: palas, rastrillos, carretas de mano. Para el proceso inicial y final de triturado de los residuos sólidos se necesita un equipo triturador de desperdicios.

**8.3.6 Manual de operación.** Las actividades que se realizan en el proceso de compostaje de residuos sólidos son:

a. Recepción y selección: se realiza el mismo día de recolección de los residuos sólidos, es decir los días lunes y viernes. Una vez el vehículo descargue los residuos sólidos en el área de recepción se traslada por partes al mesón de separación y selección, donde en forma manual se realiza la selección adicional de los desechos

inorgánicos que se retiran del sitio, mientras que los orgánicos se van acumulando en el área de digestión para formar la primera pila de desechos a ser digeridos.

En esta etapa es importante ir separando el material inorgánico y seleccionarlo de una vez según su especie, así: plástico, vidrio, papel y cartón, metal, textiles y cueros, escombros (materiales de construcción)

b. Digestión de los residuos sólidos orgánicos: se realiza mediante un proceso aeróbico, es decir, en presencia de oxígeno, el cual se obtiene mediante un sistema de volteos con el fin de permitir el contacto permanente del aire con los desechos.

El día que se separa y selecciona los residuos sólidos, en la medida que se va formando la primera pila se debe mezclar con una fracción de residuos parcialmente tratados en una proporción de 5% en peso. Para esto, se agregan residuos provenientes de la cuarta o quinta pila en una cantidad de 44 kg para el primer año del proyecto.

Posteriormente se realizarán 8 volteos de la pila durante 4 semanas, considerando la semana en que se recoge la basura como semana número uno.

- Para los desechos recogidos el lunes, el primer volteo se hace el jueves de la semana 1 y el último el jueves de la semana 4 y se pasa a la pila de curado el lunes de la semana 5.

- Los residuos sólidos recogidos el viernes, se ubican en el silo que ocupaba la pila de desechos del lunes; el primer volteo se hace el martes de la semana 2 y el último el martes de la semana 5, se pasa a la fila de curado el viernes de la semana 5.

En esta semana hay que tener en cuenta, al hacer los volteos, que las capas exteriores de la pila anterior deben ubicarse en la parte inferior de la nueva pila. Igualmente en caso de proliferación de moscas se deben cubrir las pilas o montones con material ya estabilizado.

c. Curado: En esta etapa el compost ya estabilizado se deja en reposo durante 4 semanas. Para esto las pilas de la fila 8 de la etapa de digestión se trasladan al área de curado conformando una pila nueva que se deja en reposo durante 4 semanas hasta completar el proceso.

Los desechos que ingresan el lunes de la semana uno se pasan el lunes de la semana 5 a curado y permanecen hasta el lunes de la semana 8.

Los residuos que ingresan el viernes de la semana uno se pasa a curado el viernes de la semana 5 y permanecen hasta el viernes de la semana 8.

d. Triturado y empaque. El compost después del proceso de curado se debe triturar para facilitar su aplicación en el terreno y para su distribución se puede empaquetar en sacos.

Un resumen de estas etapas se presenta en la tabla No.17 para los residuos sólidos recogidos el día lunes.

**8.3.7 Requerimientos del personal.** Las actividades del personal de acuerdo a la producción de compost se las mencionan en las tablas No. 18 y 19

## **8.4 DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EI RELLENO SANITARIO**

**8.4.1 Cantidad de residuos entregados al relleno sanitario.** Los residuos a depositar en el relleno sanitario serán los que se descartan de los procesos de reciclaje y compostaje, correspondiendo al 30% de los residuos totales producidos. Sin embargo, en los primeros años y teniendo en cuenta que los procesos de clasificación y separación de los residuos en la fuente se desarrollan paulatinamente durante los primeros cinco años, se espera que en el primer año el volumen de residuos entregados al relleno sea del 75% y el quinto año del 30%.

Para determinar la vida útil del terreno donde se construirá el relleno sanitario, es necesario proyectar la producción de desechos y calcular la cantidad y el volumen total acumulado para un periodo de 20 años.

Para el incremento anual de desechos producidos, no solamente se ha tenido en cuenta el crecimiento de la población del 2,5% anual sino también el crecimiento de la producción per capita que se asume del 1% anual.

Los cálculos de la proyección de desechos entregados al relleno se presentan en la tabla No. 20

**8.4.2 Densidad de los desechos sólidos.** Por tratarse de un manejo manual las densidades en el relleno oscilan entre 300 y 400 kg/m<sup>3</sup>.

En el proyecto se empleará el límite inferior cuando se trate del volumen de desechos recién dispuestos en el relleno y el límite superior para desechos ya estabilizados, que por lo tanto han alcanzado un mayor grado de compactación.

**8.4.3 Cálculo de la capacidad del terreno y vida útil.** El terreno seleccionado para construir el relleno sanitario e instalación de las operaciones de reciclaje y compostaje se ubica en la cabecera municipal por la vía que conduce de Policarpa a Restrepo, más concretamente en el sitio denominado El Castigo (Ver Plano No 9).

El terreno destinado para la ubicación del relleno sanitario tiene un área de aproximadamente 3 Has. Con una forma rectangular donde se construirá en forma progresiva cuatro trincheras de 7,50 m de ancho por 50 m de longitud, y 3 m de profundidad. Ver Tabla No. 21. El volumen se compara con la última columna de la tabla No. 22 de volumen acumulado de residuos sólidos y material de cobertura estabilizado en el relleno sanitario y se encuentra que las cuatro trincheras tienen un volumen suficiente para almacenar los residuos sólidos durante ocho años (Ver Planos Nos. 10, 11, 12 y 13).

**8.4.4 Diseño de celdas.** La celda es la unidad de trabajo diario, conformada en la jornada en que se realiza la recolección y disposición final de los residuos, para este caso la recolección y disposición de desechos se realizan dos días en semana, por lo tanto la cantidad de desechos a disponer en el relleno sanitario manual el día de recolección es el equivalente a la producida durante 3,5 días en promedio. A esta

cantidad de residuos hay que agregarle el espacio que ocupa el material de cobertura. Con estas consideraciones y retomando los valores de la tabla 22, el volumen de cada celda será el expresado en tabla No. 23

En este caso las celdas tomarán la forma de la trinchera en la cual se está depositando los residuos, si se tiene en cuenta que una altura apropiada para las celdas en el relleno sanitario manual, es de un metro y las trincheras admiten una altura de 4 metros, significa que en cada una de ellas se van a disponer tres niveles de celdas.

Las dimensiones de la celda serán de 4 m de longitud en promedio, un metro de altura y ancho variable, según se indica en la tabla 23.

**8.4.5 Mano de obra requerida** Se dispondrá de personal necesario para las tareas que se deben realizar en el Relleno Sanitario los días de recolección, las cuales son: movimientos de tierra, movimiento y organización de los desechos, compactación de los residuos y compactación de la celda terminada.

El cálculo del personal se realiza asumiendo que la actividad es desarrollada en una jornada de cuatro horas. El volumen máximo de residuos se presentará en el año 2004 ( $705\text{m}^3$ ) y el mínimo en el año 2008 ( $324\text{ m}^3$ ), desde el año 2007 sólo se llevará al relleno el 30% de los residuos, en el 2003 se llevará el 75% de la producción y en el 2006 el 40%.

Para llevar a cabo las operaciones en el relleno sanitario manual, serán destinadas dos personas en el año de mayor producción (2004), que trabajarán los martes y viernes en el silo del relleno sanitario durante cuatro horas exclusivamente en la disposición de residuos. El tiempo restante de la jornada será destinado a realizar trabajos de

mantenimiento dentro del relleno, vías de acceso, limpieza y deshierbe, canales de aguas lluvias, filtros y chimeneas.

Los requerimientos de mano de obra para el relleno sanitario en el año 2003 se los presenta en la tabla No. 24.

#### **8.4.6 Detalles del relleno sanitario manual**

##### a. Vías internas

En el terreno se debe adecuar una vía de acceso perpendicular, desde la carretera al borde de cada trinchera. Se construyen dos vías con un ancho de 4 m.

##### b. Drenaje de aguas lluvias

Es indispensable evitar el ingreso al lote del relleno sanitario de las aguas lluvias que caen sobre los terrenos aledaños: en este caso hay que evitar el ingreso de aguas lluvias provenientes de la carretera y de los costados laterales de las vías internas de acceso a las trincheras.

##### c. Adecuación del terreno

- limpieza y desmonte. Es necesario, previo al movimiento de tierras y a la disposición de los residuos sólidos, realizar la limpieza y desmonte del terreno. Esta actividades se realizarán por etapas y sólo sobre el área de la vía de acceso y de la trinchera número uno y posteriormente sobre cada trinchera previa a su excavación.

- Cortes. Posterior a la limpieza se procederá a la excavación de la primera trinchera. El talud será en proporción de uno horizontal por dos vertical y el fondo de cada plataforma tendrá una pendiente del 2% hacia los filtros. Para esta operación se

requiere maquinaria y equipos como buldózer y/o retroexcavadora, así como la apertura de la vía y el acomodamiento del material extraído para que sirva de material de cobertura.

- Material de cobertura En tabla No. 22 se observa la proyección de la producción de desechos sólidos se determina la cantidad de material de cobertura que se requiere para cubrir los desechos durante la vida útil (8 años).

Por tratarse de un sistema de trinchera, de la excavación de éstas se extraerá una cantidad de material muy superior a la requerida.

Por esta razón, es conveniente, una vez se excave cada trinchera dejar en el lado opuesto a la vía de acceso la cantidad necesaria de material extraído, suficiente para realizar la cobertura de los residuos en esa trinchera, al material restante se le puede dar otro uso o almacenarlo en otras áreas del terreno que se utilizarán posteriormente.

- Drenaje de gases. Los gases producidos en la descomposición de los desechos tales como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  y  $\text{CH}_4$  deben evacuarse del relleno, facilitando su salida hacia la atmósfera y evitando su acumulación en las trincheras, para eso se construirán chimeneas que no son más que conductos verticales de piedra confinados entre cuatro estacas con alambre de púa.

Se construirán dos chimeneas en cada una de las trincheras, se las dispondrá sobre el filtro central de lixiviados de las mismas. Su forma será cuadrada, de 30 cm de lado.

Se espera que la producción de gas en este relleno sea muy baja debido a que la mayor cantidad de residuos que se depositarán son inertes. En los primeros años se depositará un porcentaje de residuos biodegradables variables que oscilan desde el 60% en el año uno al 25% en el cuarto año. El año cinco se espera que todo el material sea inerte y el material biodegradable se destine en su totalidad a la planta de compostaje.

De esta forma en la trinchera uno, se presentará la mayor cantidad de producción de gas, en las trincheras dos a cuatro la producción será menor y en las tres últimas la producción será mínima.

La producción y eliminación de gases se reflejará en una disminución de lixiviados, sin embargo esto no se tendrá en cuenta debido a la baja degradación biológica de los residuos.

#### d. Control de líquidos

- Drenaje del líquido percolado

Este líquido denominado lixiviado se origina por la descomposición de los residuos y su flujo se alimenta por la humedad de los desechos y el ingreso de aguas lluvias directamente sobre el relleno o por escorrentía desde zonas aledañas.

Como el principal componente de los lixiviados son las aguas lluvias, es preciso desviar las provenientes de zonas aledañas, no sólo al terreno sino también a cada trinchera.

De igual manera las operaciones de compactación y cobertura diaria y cobertura final del terreno impedirán la infiltración de aguas lluvias caídas directamente sobre la zona de trabajo, facilitando la escorrentía superficial y la evapotranspiración.

Sin embargo, pese a estas precauciones es imposible impedir la formación de lixiviados.

Se utilizará materiales aislantes de vertederos como geomembrana y geotextil para limitar o eliminar el movimiento del lixiviado y de los gases del vertedero fuera del mismo.

En el fondo de cada trinchera, se construirían filtros en piedra de 30 cm. de ancho por 30 cm. de profundidad conectados entre sí que desembocan en un tanque de almacenamiento.

Sistema de tratamiento de lixiviados. Se propone para este proyecto la instalación del tanque Imhoff. Este tanque se divide en tres zonas que son: la sección superior denominada zona de decantación, la sección inferior conocida como zona de fangos y la zona de nata, ubicado hacia los lados de la zona de decantación. El tanque permite la realización de las fases de sedimentación y de digestión en dos compartimentos distintos.

El tanque Imhoff no tiene problemas mecánicos y es relativamente económico y fácil de operar. Provee la sedimentación y digestión de los lodos en una sola unidad y debe producir un efluente primero de calidad satisfactoria, eliminando de 40 a 60% de sólidos suspendidos y reduciéndose la DBO en un 25 a 35%.

Mantenimiento del tanque Imhoff. El funcionamiento de este tipo de tanque es exclusivamente hidráulico.

Actividades diarias. Limpiar canales de acceso a la unidad de tratamiento y las cajas de inspección.

Eliminar las grasas, natas y sólidos flotantes del compartimiento de natas y sedimentación. Utilizar para esta labor un desnatador.

Actividades semanales. Limpiar los lados y fondos inclinados del compartimiento de sedimentación, con un cepillo de cerdas duras.

Limpiar la ranura del compartimiento de sedimentación, ayudándose con una rastra de cadena.

Actividades mensuales. Verificar la altura en que se encuentran los lodos.

Evacuación de lodos. Cuando el lodo se encuentre a una profundidad de 40 cm. Por debajo de la ranura se debe proceder a evacuar los lodos, esta operación se recomienda realizarla cada seis meses, es preferible descargar pequeñas cantidades con frecuencia, es recomendable seguir el siguiente procedimiento:

El lecho de secado debe encontrarse completamente seco.

Calibra la válvula de descarga de tal manera que los sólidos salgan a una velocidad moderada.

Después de cada descarga de lodos lavar los tubos.

La disposición de lodos se puede hacer en el mismo relleno sanitario.

- Producción de lixiviados. El volumen de lixiviados depende de tipo de relleno (trinchera) y las fuentes que originarán los lixiviados son: la humedad de los residuos y

la precipitación que caerá directamente sobre la trinchera. Se analiza la condición de la trinchera número cuatro para predecir la cantidad de lixiviados generados de una trinchera en uso; la trinchera en uso recibirá la totalidad de la precipitación durante el tiempo que este activa. Se presume una precipitación anual de 200 cm, de manera que se colmatará de agua en un año y medio. También se predice el lixiviado producido por una trinchera terminada. Estas recibirán solo el 10% de la precipitación anual que cae sobre ellas gracias a la capa de cobertura final que permite que el resto se pierda como escorrentía y evapotranspiración.

En la tabla No 25 se presenta el cálculo de lixiviados en la trinchera en uso. El valor máximo es de 954 kg de lixiviados por  $m^2$  por año.

Calculo de lixiviados en una trinchera terminada. La producción en el nivel 1 que es el más profundo y que drenará hacia el tanque de recolección es de 187kg. por  $m^2$  por año.

La tabla No 26 presenta el calculo de lixiviados en kg por  $m^2$  por año para una trinchera terminada.

Con los dos valores obtenidos y conociendo las áreas de las trincheras en uso y terminadas para cada año de operación se determina la cantidad anual máxima de lixiviados producidos. La tabla No. 27 presenta el cálculo de proyección a 20 años.

e. Manejo de lixiviados

Como se observa en la tabla No.27, en los años 6, 7 y 8 se genera la mayor cantidad de lixiviados, 902 m<sup>3</sup>/año. Se diseña un tanque para almacenar una semana de lixiviados para los años de mayor producción.

La tabla No.28 muestra las dimensiones de un tanque para almacenar una semana de lixiviados para los años de mayor producción.

En la tabla No. 29 se presenta el cálculo del equipo de bombeo para retornar el lixiviado a las celdas mediante aspersion.

La Tabla No. 30 Determina la altura dinámica de impulsión y la altura dinámica total

El equipo de bombeo tendrá las siguientes características:

Número de motobombas trabajado	2
alternadamente	
Potencia	½ HP
Diámetro de succión	1 1/4 Pulgadas
Diámetro de impulsión inicial	1 ¼ Pulgadas
NPSH. Disponible	4,97 m

La motobomba seleccionada es el modelo IHM , 1 ½ de 0,5 HP de potencia, monofásica. La succión e impulsión se instalará en diámetro de 1 ¼ ´ . Por seguridad se instalarán dos motobombas que funcionarán alternadamente.

**8.4.7 Manual de operaciones.** Las operaciones a realizarse en el relleno sanitario se dividen en dos grandes grupos: en primer lugar las actividades de adecuación del terreno y en segundo lugar las actividades cotidianas de disposición de residuos sólidos.

a. Adecuación del terreno

Estas actividades se desarrollarán en orden cronológico:

- Localización y replanteo: ubicación en el sitio de las diferentes obras a construirse (plataformas, vías, canales, filtros, tanque de almacenamiento), de acuerdo a los planos y diseños.
- Cerco perimetral y valla
- Limpieza y descapote: de las áreas que se destinarán al relleno sanitario.
- Elaboración de la cuneta para recolección de aguas lluvias en el tramo de carretera que colinda con el lote del relleno sanitario y de las zanjas de aguas lluvias en los bordes de la trinchera.
- Excavación de la trinchera número uno, acomodamiento cerca de sus bordes del material excavado que servirá de material de cobertura y retiro del material sobrante.
- Construcción y adecuación de la vía interna.
- Construcción de obras adicionales

Una vez realizadas estas actividades el sitio está listo para recibir los desechos sólidos y realizar su disposición sanitaria.

b. disposición sanitaria de desechos

Estas actividades deben realizarse obligatoriamente cuando se realice la recolección de los residuos sólidos:

- Descarga de los desechos sólidos. Se realiza en el sitio exacto donde se construirá la celda diaria.
- Esparcimiento de los desechos: En el área delimitada para la celda.
- Compactación del primer viaje de desechos, con el primer pisón de mano.
- Descarga, esparcimiento y compactación de los siguientes viajes, con lo cual se da forma a la celda.
- Extracción y desplazamiento de la tierra que servirá de material de cobertura.
- Cubrimiento de los desechos sólidos con tierra.
- Compactación de la celda terminada.

Los días martes y sábados, cuando aun no ha llegado el primer viaje de residuos con destino al relleno, los operarios deben realizar otras actividades cotidianas tales como:

- Mantener las vías internas de acceso
- Mantener y reparar los canales recolectores de aguas lluvias
- Evitar que el material de cobertura almacenado se erosione o se cubra de vegetación.
- Construir nuevos tramos de filtros para lixiviados y chimeneas para gases.
- Reparar, mantener y limpiar los equipos y herramientas.

## **8.5 PROCESO DE EDUCACION AMBIENTAL**

### **8.5.1 Descripción del proceso**

- Reuniones en cada uno de los ocho barrios del casco urbano del municipio: Puerto Nuevo primera y segunda etapa, Centro, San Francisco, Miraflores, Santa Barbara, La Manga y Nueva Urbanización. Se explicará a la comunidad el propósito del proyecto, sus beneficios si se ejecuta según lo planificado y comprometiéndolo a los habitantes en su participación.

- Capacitación: se programará talleres y sesiones relacionadas en el manejo de residuos sólidos en la fuente, utilizando como ayudas educativas plegables, presentación de videos y diapositivas.
  
- Promoción: Con la colaboración de la emisora existente en el Municipio de Policarpa, se realizarán campañas, orientando a los usuarios en la selección de los residuos sólidos. Se instalaran murales en los sitios de mayor concurrencia.
  
- Jornadas de Capacitación en saneamiento ambiental en los dos centros educativos. Para este fin se concertará con las directivas de las instituciones educativas, con el objeto de comprometer a la comunidad educativa en el proceso de promoción y capacitación en el manejo de los residuos sólidos, para lo cual se realizarán las siguientes actividades:
  - Talleres a docentes y directivas de las instituciones
  - Talleres para la comunidad estudiantil
  - Apoyo a los comités ecológicos
  - Campañas de sensibilización ambiental.

Estas campañas serán realizadas por los técnicos de la UMATA y lideres ecológicos del Municipio de Policarpa. En la tabla No. 31 se presentan las acciones de promoción y capacitación de los habitantes del casco urbano del Municipio de Policarpa para la selección en la fuente.

## **8.6 ASPECTOS ORGANIZACIONALES**

### **8.6.1 Estructura orgánica para la etapa de instalación y ejecución del proyecto.**

Esta fase del proyecto será desarrollada por el municipio, quien será el responsable de la planeación, ejecución y puesta en marcha de la planta para el manejo integral de residuos sólidos. Ver tabla No.32 y figura No. 1

En la operación del proyecto se trabajará con el área administrativa y técnica que dependerán de la secretaria de obras del Municipio a través de un supervisor. Ver tabla No. 33 y figura No 2

**8.6.2 Manual de funciones.** Las funciones que deben desempeñar cada uno de los empleados se describen a continuación.

**8.6.2.1 Supervisor:** Encargado de dirigir todas las actividades relacionadas a el barrido de áreas públicas de la cabecera Municipal de Policarpa, la recolección, transporte y disposición final. Como también, el área administrativa y comercial, supervisando a todo el personal que trabaje dentro del manejo integral de residuos sólidos. El jefe inmediato del supervisor es el Secretario de obras del Municipio.

Las funciones que debe cumplir el supervisor son las siguientes:

- Dirigir todas las actividades relacionadas al manejo integral de residuos sólidos de la cabecera municipal de Policarpa.
- Supervisar las rutas diseñadas y actividades para el barrido, recolección y transporte de residuos sólidos.
- Supervisar el manejo técnico del relleno sanitario.
- Planificar y presentar con anticipación los requerimientos de materiales para el desarrollo normal de las actividades.

- Informar al secretario de obras lo relacionado a actividades concernientes al manejo integral de residuos sólidos.

**8.6.2.2. Auxiliar Contable y Vendedor:** Encargado de llevar todo lo referente a la parte contable y comercial. Entre sus funciones están:

- Llevar una base de datos para el manejo técnico y contable de reciclaje, compostaje y relleno sanitario
- Solicitar con anticipación papelería y materiales requeridos para su cargo.
- Elaborar el presupuesto de gastos para el manejo integral de residuos sólidos
- Liderar la comercialización de la producción de compostaje y reciclaje.

**8.6.2.3 Celador:** Es la persona que vigila de la planta de manejo integral de residuos sólidos, equipos, materiales y herramientas del mismo.

El jefe inmediato del celador es el supervisor. Las funciones que debe cumplir son:

- Vigilar continuamente la planta de manejo integral de residuos sólidos.
- No permitir la entrada de personal extraño a la planta
- Informar al supervisor cuando se atente contra las instalaciones de la planta tanto en hurto como en daños materiales.

**8.6.2.4 Operario de barrido:** Encargado de barrer lugares públicos de la localidad. Su jefe inmediato es el supervisor. Entre sus funciones están:

- Realizar el barrido en el parque, zona externa del mercado, polideportivo.
- Mantener en buen estado el equipo suministrado,

**8.6.2.5 Conductor:** Es el encargado de transportar los residuos sólidos de la cabecera Municipal de Policarpa. Su jefe inmediato es el supervisor y tiene como subalternos a los operarios de recolección. Las funciones que debe cumplir son las siguientes:

- Cumplir estrictamente la ruta diseñada para la recolección de residuos sólidos.
- Mantener el vehículo en buen estado, realizando las diferentes actividades para su mantenimiento, junto con los operarios lavar el carro recolector después de cada jornada de trabajo.
- En el momento que se presente cambio de ruta por circunstancias ajenas, informar al supervisor.
- Dirigir a los operarios de recolección.

**8.6.2.6 Operarios de recolección.** Son las dos personas encargadas de la recolección de residuos sólidos. Uno de los obreros recoge y transporta los recipientes hasta donde su compañero, quien se ubica en el carro recolector y se encarga de ubicar los residuos en el mismo.

El jefe inmediato para este cargo es el conductor. Las funciones que deben cumplir son las siguientes:

- Recoger los residuos sólidos en las rutas diseñadas tanto el aportado por los usuarios como el material regado en las vías.
- Descargar los residuos recolectados
- Lavar el carro recolector después de cada jornada de trabajo

**8.6.2.7 Operarios de disposición final.** Son las tres personas encargadas de las actividades relacionadas a la disposición final de residuos sólidos. Su jefe inmediato es el supervisor. Las funciones que deben cumplir son las siguientes:

- Recepcionar los residuos, clasificarlos
- Realizar movimientos de tierra
- Realizar compactaciones de los residuos de las celdas terminadas.
- Triturar los residuos para compostaje y conformar las pilas
- Voltear las pilas en el proceso de digestión
- Empacar compostaje.

## **8.7 PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**8.7.1 Presupuesto para la ejecución del proyecto.** Son los costos generados para la implementación y puesta en marcha del proyecto de manejo integral de residuos sólidos en el Municipio, se ha determinado que el costo total para la ejecución del proyecto es de \$ 94.455.750. Ver tablas 34, 35 y 36.

**8.7.2 Costos de operación.** Corresponden a los gastos efectuados en el funcionamiento del proyecto, se ha calculado que el costo total operacional para el primer año asciende a un valor de \$ 4 9.673.800 y un costo mensual de \$4.139.483. Ver tablas No. 37, 38 y 39.

En las tablas No. 40 y 41 se presentan los costos anuales y mensuales, con un incremento anual del 18%.

## **8.8 EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DEL SITIO DESTINADO PARA LAS INSTALACIONES DE LAS ACTIVIDADES DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.**

La información que se presenta a continuación tiene como fuente el esquema de ordenamiento territorial 2001-2010

**8.8.1 Localización** El relleno sanitario e instalaciones de las actividades de reciclaje y compostaje se localizarán en el corregimiento de Restrepo, en la vía que conduce de Policarpa a Restrepo, más concretamente en el sitio denominado el Castigo. A 7 Km. del casco urbano del Municipio de Policarpa.

El terreno tiene un área aproximada de 3 Has, una configuración plana. El uso de la tierra en el sitio esta dispuesto para el relleno sanitario como lo establece el EOT. Plano No.9.

La información que se presenta en este capítulo tiene como fuente el esquema de ordenamiento territorial 2001-2010

**8.8.2 Aspectos físicos.** Para establecer la climatología del lote denominado “El Castigo”, se tuvo en cuenta la Estación de Mercaderes, que es la más cercana, la cual es representativa del Patía y cañones adyacentes, donde se presentan fenómenos de fuerte calentamiento diurno a consecuencia del alto brillo solar y por la topografía.

La información de registros suministrada por el IDEAM comprende desde el año 1981 hasta el 2000.

Ubicación geográfica de la Estación Mercaderes.

Latitud	01° 49 Norte
Longitud	77° 10´ Oeste
Elevación	1174 m.s.n.m

- **Precipitación** Se presentan dos periodos húmedos Marzo, Abril, Mayo; Octubre, Noviembre, y Diciembre. Con valores anuales de precipitación de 1526 mm. Se presenta también periodo seco como consecuencia de la ausencia de lluvias que corresponden a los meses de Junio, Julio y Agosto.

- **Temperatura:** Según el IDEAM se tiene una temperatura multianual de 22,9° C; los meses más calurosos son: Julio y Agosto, los meses más fríos corresponden a Noviembre y Diciembre.

- **Vientos:** El recorrido promedio anual del viento es de 29792 km. los meses de Agosto y Septiembre presentan los mayores recorridos promedios de 2931 y 3036 km respectivamente. Los meses con menor promedio de vientos son: Mayo, y Junio con 2051 y 2031 km respectivamente. Esto significa que la presencia de viento en la región es alta y constante durante el año.

Las corrientes de vientos que se presentan durante el día se dan en las horas de la tarde en la mayoría de los meses y se localizan a lo largo del cañón del río Patia, provenientes del Océano Pacífico.

- **Brillo Solar** Se registran 1922 horas sol. Los valores mínimos se presentan en abril y febrero con 129,2 y 140,1 horas mes respectivamente y los valores máximos en los meses de julio y agosto con 191,6 y 195,6 horas sol mes respectivamente.

Los registros de valores totales diarios de brillo solar indican que los meses con más horas de brillo solar fueron Julio y Agosto con 6,38 y 6,52 horas diarias y el número de horas día de brillo solar se presentaron en los meses de abril y febrero con 4,30 y 4,67.

- **Humedad Relativa** La humedad relativa promedio mensual multianual oscila entre el 66% como mínimo y 82% como máximo presentando un valor medio de 76%. Los meses de julio, agosto y septiembre se caracterizan por tener valores más bajos durante el año 69,66 y 70 respectivamente, y los meses de abril con 81% y mayo, noviembre y diciembre presentan los porcentajes más altos en el año con 80% cada uno.

- **Pisos Térmicos** Para este análisis se empleó el modelo climático de Caldas Lang, teniendo en cuenta el valor de la temperatura media anual y el valor de la precipitación media anual se le da la denominación según el factor de Lang.

Piso térmico templado a medio. Este piso se caracteriza por estar entre los 1000 a 2000 msnm y una temperatura promedio de 18,5 siendo este clima apto para el cultivo de caña, café, frijol, yuca, plátano y pastos entre otros. En esta región se localizan las veredas del Corregimiento de Restrepo, Corregimiento Especial de Policarpa, Madrigal y Santacruz.

- **Zonas de vida.** Basados en el diagrama de Holdridge, en los registros meteorológicos, se cataloga el lugar de estudio en la zona de *Bosque seco premontano (bs-PM)*, caracterizada esta zona de vida por biotemperatura de 18 a 24°C y precipitación entre 500 a 1000 mm. anuales. La vegetación que más abunda en esta zona corresponde a herbáceas como la pringamoza, chicharrón, zarza, paja, yaraguá, menta, mosquetilla; árboles y arbustos como guayacán negro, espino, guayabo, guarango, cucharo, pendo, mote, vainillo, caspi, caspirayo y hortigo .

- Hidrografía e Hidrología. La microcuenca en la que se encuentra ubicado el proyecto es la del Cocal.

Se caracteriza por:

Población asentada 1600 habitantes

Area: 12.06 km<sup>2</sup> que corresponde al 1,67% del área total

Nombre de la corriente principal: Quebrada el Cocal, con un caudal de 3L/seg. Antes de la bocatoma del acueducto. Sus aguas son aptas para el consumo humano, y el uso agropecuario. Afluentes principales: Quebradas El Urbano, El Trapiche El Barbudo y La Trocha.

Estado de la microcuenca: es una microcuenca con alto grado de deforestación, en los nacimientos por ampliación de potreros, las zonas de bosque son muy reducidas, en la actualidad se han reforestado 10 Has, que fueron cercadas. Se adquirieron terrenos en una extensión de 14 Has. de bosque en las zonas productoras de agua. En la tabla No. 42 se presenta la morfometría de la microcuenca El Cocal

- Geología. Durante el terciario toma configuración la depresión Cauca-Patía como resultado de la formación incipiente de la cordillera occidental; se comporta como una cuenca de sedimentación dominada por mates someros que la ocupan desde el Eoceno medio hasta finales del Mioceno. El origen de los suelos es a partir de rocas metamórficas, observándose rocas fuertemente plegadas y fracturadas.
- Geomorfoestructura. Pertenece a la Semi fosa del Patía que separa a la Cordillera Occidental de la Centro Oriental; el relieve se formó por fuerzas tectónicas que dieron origen a montañas, depresiones y formaciones volcánicas; conjuntos

continentales del terciario. La importancia del conocimiento de las formas del relieve, radica en que la composición geomorfa-material parental-topográfica, incide fuertemente en la formación y proceso de evolución de los suelos y en el grado y tipo principal de amenaza natural, determinando de alta forma el tipo de cobertura vegetal, condicionando o restringiendo la posibilidad de explotación agropecuaria así como la forma y localización de los asentamientos humanos.

El Municipio presenta los siguientes perfiles de relieve:

- Perfil Terraza

Posición geomorfológicos	Terrazas
Relieve	Plano semiondulado: pendiente 1%, 3%
Nivel freático	Muy profundo
Clase y grado de erosión	Pasa de baja a mediana
Profundidad efectiva	Superficial, limitante presencia de arcilla
Inundaciones	Superficial, frecuente en épocas de lluvias
Drenajes	Externo medio, interno lento, natural bien drenado
Vegetación	Natural destruida
Uso actual	Pastos naturales, cultivo de maíz, maní, rastrojos

- Perfil Laderoso

Posición geomorfológicos	Laderas semiescarpadas
Relieve	Escarpado, pendiente de 30%-70%
Nivel freático	Muy profundo

Clase y grado de erosión	Hídrica moderada
Profundidad efectiva	Superficial, limitante horizonte arcilloso y variación textural
Drenajes	Externo medio, interno lento, natural bien drenado
Vegetación	Natural destruida, rastrojo de mosquetilla; bosque de galería en las cañadas
Uso actual	Pastos naturales, cultivo de maíz, maní, rastrojos

La topografía es quebrada, en ocasiones escarpada hacia el río Patía.

- Suelos y agrología Según el E.O.T. la zona donde se va a llevar a cabo el proyecto pertenece a la clase agrológica VII, a esta categoría pertenecen los suelos aptos sólo para reforestación con especies protectoras no comerciales. En estos suelos los factores limitantes son erosión de moderada a fuerte, superficiales a medianamente profundos, abundante pedregosidad.

- Cobertura y uso del suelo. Cobertura construida. Integrada por la cabecera municipal. Según el EOT el uso predominante es el residencial donde la tipología, edificatoria generalizada en el sector en desarrollo corresponde a esquemas compositivos simples donde los solares son en algunos casos fuente productiva de sus habitantes. La actividad desarrollada es la comercial.

El área que ocupa este tipo de cobertura es de 24,71km<sup>2</sup> correspondiendo al 3,44% del área total del Municipio.

- Flora. Su vegetación esta conformada por materiales de poca altura básicamente formada por Albarracin, *Bocorria furtenses*, Algarrobo *Hymeanaea coubari*, Borrachero, *daturarborea*, Carbonero, *delastolnada roseum*, guacimo guazama *ulmifolia*, helecho *Polypodium* sp, Cordoncillo *Piper* sp, zarza en una densidad mínima.

Dentro de las especies de pastizales naturales predominantes están la grama natural y el puntero.

- Fauna. Por encontrarse en las cercanías del casco urbano del Municipio de Policarpa, por la escasa cobertura vegetal presente en el lote, se comprobó la existencia de aves como tórtolas, invertebrados como saltamontes y lombrices.

## **8.9 IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS Y EFECTOS AMBIENTALES**

El método escogido para la identificación, calificación y evaluación de los efectos ambientales fue la Matriz de Leopold Modificada.

### **8.9.1 Descripción del método:**

Gorrea 1989 define la matriz de Leopold así "Las diferentes actividades de un proyecto (columnas) son cruzadas con las características del medio ambiente (filas) del área de donde se ejecutará el proyecto formando una matriz, de la cual el analista deriva otra matriz reducida en función a una escala subjetiva de 0 a 10".

La parte superior de cada celda de la matriz es ocupada por el valor de la escala correspondiente a la magnitud y la inferior es evaluada por su importancia de acuerdo con la intensidad del impacto ambiental. Cuando el impacto es negativo se coloca el signo – a la magnitud.

La matriz de Leopold involucra medios físicos, naturales y antrópicos relacionados con las acciones del proyecto, las características y condiciones ambientales más importantes.

En la tabla No. 43 se presenta la matriz de Leopold, utilizada para la evaluación del impacto ambiental producido en la realización del proyecto de manejo integral de residuos sólidos en el casco urbano del Municipio de Policarpa.

Relacionando cada uno de los parámetros ambientales con las acciones a realizar en el proyecto se tiene que:

En el lugar a desarrollar el proyecto no hay presencia de aguas superficiales ni subterráneas como se manifiesta en el E.O.T., más sin embargo el drenaje superficial (-18/42) se alterará por las precipitaciones que se presenten, para mitigar este impacto se abrirán zanjas, descritas en las instalaciones del relleno sanitario.

Por la producción de lixiviados, se generará un impacto negativo generado por la contaminación del agua, como medida de mitigación se canalizará y tratará los lixiviados.

Al realizar dichas medidas de mitigación con llevarán a un impacto positivo ya que permitirá una sanidad ambiental. Los indicadores serán los valores de DBO Y DQO evaluados en la zona de influencia.

El recurso aire se afectará por las emisiones de gases y producción de olores desagradables (-14/75), ocasionados por la descomposición de materiales biodegradables, como medida de mitigación se construirá chimeneas además que favorece la ventilación natural por corrientes de aire. La meta propuesta será la presencia permanente de ventilación. El indicador será la ausencia de gases y malos olores.

El proyecto plantea un manejo integral de residuos sólidos, dentro de ello se propone como una alternativa el compostaje, es por ello que el recurso suelo no se afectará, por el contrario presentará efectos positivos, disminuyendo riesgos por contaminación (5 /49) y compactación (17/ 27).

Valorando el medio antrópico, los parámetros: paisaje y salud, se afectaran potencialmente de manera negativa -32/74 y -18/49, el impacto será la construcción de residuos sólidos en el área, las medidas de mitigación serán: en primer lugar el manejo adecuado en la disposición final y la fumigación constante y utilización de químicos para el control.

Al realizar un manejo integral permitirá ofrecer fuentes de trabajo en las diferentes etapas del proyecto. Generando un efecto positivo por la generación de mano de obra (29/29), como también rentabilidad del negocio en el momento que este puesto en marcha. (30/79)

Parámetros de comparación:

- Valores: de uno a diez.

- Rangos:

1 a 3 baja

4 a 6 media

7 a 10 alto

## **8.9.2. Plan de manejo ambiental**

### **8.9.2.1 Medidas de mitigación**

- Agua. No existen fuentes de agua alguna dentro del proyecto ni sus alrededores, pero se contempla el agua resultante de las lluvias y la generada por lixiviados, es por ello que se ha diseñado canales con un sistema de tratamiento.
- Suelos. Es necesario evitar la invasión de zonas localizadas por fuera del área cerrada del terreno ocasionada por movimientos de tierras, por lo tanto se dispondrá de una zona para albergar el material sobrante.
- Medio natural. Para evitar la presencia de animales no deseados como perros, gallinazos y roedores al relleno sanitario se realizará la compactación de los desechos sólidos con un pistón de mano y además se realizará cobertura diaria. Con lo anterior se garantizará que al final de cada jornada no queden dispersos en el ambiente los desechos sólidos.
- Medio antropico. Se realizarán las siguientes actividades: construcción de caseta para la Administración, mejoramiento de los servicios y la infraestructura disponible;

aprovechamiento de los residuos sólidos reciclables, producción de compost, recuperación de suelos, repoblación del área recuperada y reforestación

- Contaminación. Se realizará: Drenaje de la superficie.

Canalización y conducción de lixiviados.

Tratamiento de lixiviados.

- Olores. Las medidas tomadas serán:

Instalación de chimeneas y cobertura diaria de los residuos sólidos con capas de tierra de 0,15 m de espesor.

Operación obligatoria diaria con equipos de acarreo y compactación adecuados.

- Gases: se hará una instalación de chimeneas de desfogue y se dispondrá de un equipo contra incendios para evitar posible accidentes.

- Acumulación de papeles. Se construirá barreras naturales contra el viento y se instalará mallas.

### **8.9.3 Plan de cierre del relleno sanitario una vez cumpla su vida útil.**

**8.9.3.1 Programa de cierre.** Se han considerado los siguientes operaciones para el cierre del relleno sanitario.

- Cobertura final. Con el fin de minimizar la infiltración y percolación al relleno sanitario se utilizará material vegetal, procurando aislar del medio ambiente los

residuos sólidos rellenos, para que el sistema de recolección de lixiviados opere apropiadamente.

La impermeabilización del relleno sanitario estará constituido por: el suelo natural, la capa de control de infiltración consistirá en un estrato de suelo compactado de un espesor mínimo de 0,6 m y una permeabilidad máxima de  $1 \times 10^{-5}$  cm/s. que se verificará con análisis de suelos.

- Capa de drenaje. Con una pendiente 5:1 (H:V). Esta capa retendrá la humedad que se infiltra de la capa de control de erosión y que se acumula sobre la capa de infiltración, evitando el deslizamiento de la capa de control de erosión por presiones excesivas de poros. El material de esta capa será un agregado limpio de tamaño uniforme y debe cumplir con los siguientes requisitos:

- $D_{85} < 4D_{15}$  y  $D_2 < 0,25$  cm.

- Sistema de recolección de gas. Los gases deben ser dirigidos a la cubierta a través de tubos de venteo. Esta capa debe localizarse directamente bajo el estrato impermeable y sobre el residuo compactado.

- Estabilidad de la pendiente de la cubierta. Será estable para mantener la infiltración y la escorrentía. Para pendientes mayores de 5:1, debe asegurarse que el estrato de drenaje constituya parte de la cobertura final, la pendiente final mínima de la cobertura después de que hayan ocurrido los asentamientos y la subsidencia debe ser de 3%.

Efectos de subsidencia: la subsidencia local en el relleno sanitario puede producir depresiones en la cubierta, las cuales pueden ocasionar excesivas deformaciones de tensión en los estratos de la cubierta y conducir al almacenamiento de agua. Este impacto puede ser minimizado usando una geomembrana con características de alta

resistencia a deformaciones biaxiales. Debe evitarse el almacenamiento de agua para que no cause la destrucción de la vegetación ni la expansión del agua en la cubierta.

- Cuidados después del cierre del relleno sanitario

Después de cerrar el relleno e instalar la cubierta final, es obligación de la Alcaldía Municipal realizar el monitoreo y mantenimiento para asegurar que el relleno permanezca seguro y estable.

Los cuidados de posclausura y monitoreo se realizarán durante aproximadamente cinco años, tiempo en el cual se garantiza la estabilidad de los residuos.

El plan de mantenimiento de posclausura y monitoreo, incluirá:

- Fechas de iniciación y terminación del periodo de posclausura.
- Descripción del programa de mantenimiento
- Personal para el relleno en caso de emergencias
- Uso final del terreno del relleno sanitario.

Las actividades de mantenimiento de posclausura incluirán las siguientes actividades:

- Mantenimiento de la integridad de la cobertura y control de erosión. El control de erosión incluye mantenimiento rutinario de la vegetación, reparación de los efectos de la subsistencia, control de aguas de infiltración.
- Monitoreo de la producción de lixiviados. Para ello se llevarán registros de caudales. Disminuciones excesivas de los caudales de lixiviados con respecto a la tendencia observada pueden obedecer a una obstrucción del sistema de drenaje.

- El monitoreo de biogas y lixiviados se extenderán hasta un periodo en el cual se garantice que los residuos sólidos se han estabilizado, aproximadamente después de 5 años.
- Inspección del sistema de venteo de gas y reparación inmediata en caso de daños.
- La cobertura final de 0,60 m. permitirá su futura utilización para reforestación. Esto hace que el relleno se integre perfectamente al ambiente natural

### **8.9.3.2 Análisis de riesgos**

- Amenazas Naturales

Amenaza Sísmica. Según el E.O.T 2001-2010. Por estar Policarpa ubicado en la depresión Cauca-Patía , zona de alta amenaza sísmica, presenta una gran influencia de un número importante de fallas relacionadas con la falla regional Guaitara. A este sistema pertenecen las fallas inversas denominadas Sotomayor – Policarpa. Las poblaciones que se encuentran asentadas en la línea de falla entre otras están la cabecera municipal y las veredas de Canoas, Restrepo, Nacederos y Panecillos.

Amenaza por fenómenos de remoción de masa. La meteorización de la roca, pendiente de ángulo alto, el mal uso del suelo, tala irracional de bosques, el fracturamiento de las rocas en zonas de falla, el régimen de lluvias son causales de deslizamientos.

Amenazas por incendio. Una vez el relleno esté funcionando se generarán gases en el proceso de descomposición que pueden generar incendios por lo cual se contará con un extintor que garantice el control de posibles incendios. Se realizará una adecuada señalización en la que se muestre que en la zona está prohibido fumar. Además el vigilante estará atento a la presencia de espejos o vidrios y en la celda para evitar problemas de reflexión por sol y que se causen incendios.

### **8.9.3.3. Plan de contingencia**

Programa de prevención

- Sismo

Después del suceso se suspenderá el suministro de energía y agua.

Antes de reiniciar las actividades se deberá realizar una revisión de las estructuras para confirmar si hay daños graves. Únicamente cuando se verifique que no hay riesgo para los trabajadores se puede reiniciar las operaciones.

- Accidentes de trabajo

La administración realizará jornadas de capacitación en higiene y salud industrial, con el fin de divulgar las normas del Comité de Salud Ocupacional y en general el Programa de Salud Ocupacional para evitar accidentes y riesgos profesionales (Decreto 1295/94).

En caso de un accidente de este tipo se prestará atención inmediata al herido o infectado en el Centro de Salud del Municipio. Todos los trabajadores están obligados a utilizar los implementos de seguridad industrial y salud ocupacional que se les brindarán en forma periódica, tales como guantes, mascarilla, tapabocas, delantales.

- Medicina Preventiva. Se realizarán las siguientes actividades:

- Examen general. Se realizará a todos los trabajadores y con el se iniciará el desarrollo de este programa. Igualmente se practicará el examen a quienes ingresen.

- Apertura de la historia ocupacional. El anterior examen será la base para abrir esta historia ocupacional de todos los trabajadores con el formato que contemple

todos los componentes de la salud. Además permitirá seguir anexando a cada historia los datos importantes del estado de salud del trabajador.

- Registro de Ausentismo. Con base en las anteriores estadísticas se llevará en detalle las inasistencias a labor por razones de salud y los cuales se incluirán en el sistema de información y registro.

- Seguridad Industrial y Salud Ocupacional

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad industrial. Con ellas se previenen accidentes que podría ocasionar lesiones en los trabajadores, daños a la propiedad y incidentes ambientales.

- Se colocarán los avisos preventivos, señalizaciones, vallas de área de trabajo.

Los empleados que estén en zonas propensas al levantamiento de polvo deberán utilizar mascarillas antipolvo y gafas.

En los sitios que se originen altos niveles de ruido se deben emplear sistemas de protección como tapa oídos.

Los operarios que manejen residuos sólidos de tipo patológico deberán usar guantes y mascarillas.

#### **8.9.3.4 Plan de monitoreo y seguimiento ambiental**

- Manejo de residuos sólidos patógenos.

Se verificará continuamente que estén siendo incinerados cada vez que se los recolecte en el sitio de producción, con ello se evitará almacenamientos prolongados los cuales pueden ser nocivos trayendo como consecuencia problemas sanitarios.

- Manejo de Celdas y chimeneas

Se verificará que tanto las celdas, como las chimeneas y los canales estén funcionando de la misma manera como se los diseñó y planificó.

- Monitoreo y control de calidad de agua

En el diseño se contempla la impermeabilización de la base del relleno y paredes laterales, lo que disminuye la probabilidad de que los lixiviado se mezclen con las aguas subterráneas. Para detectar rápidamente en casos de que se presente, se han diseñado pozos de muestreo para monitoreo de la calidad hídrica.

Los residuos que se encuentren impregnados de combustibles se colocarán en recipientes metálicos o plásticos con tapa, y no se almacenarán en áreas en las cuales se trabaje con equipos de chispa, o cerca de fuentes de calor o llama.

Las actividades a desarrollar se presentan en el cronograma para llevar a cabo el seguimiento y monitoreo de este proyecto. Tabla No. 44

## **9. TALLERES DE CAPACITACIÓN EN EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA COMUNIDAD**

### **9.1 FASE DE CONVOCATORIA Y MOTIVACIÓN COMUNITARIA**

El interés de los autores fue aportar estrategia y brindar una capacitación en el manejo de residuos sólidos, la estrategia se orientó a la formación integral, organización, desarrollo, participación dentro de un marco que tienda a fortalecer la proyección en la conformación de grupos ambientalistas.

Teniendo en cuenta el gran interés presentado por la comunidad de la cabecera de Policarpa, quienes aceptaron la convocatoria y se logró motivarlos a través de la emisora local y con ello se llevó a cabo la capacitación en manejo de residuos sólidos. Se realizó una sesión previa al inicio del curso.

Durante esta charla se intercambiaron información relacionada a la situación actual del manejo de residuos sólidos en el Municipio. Se presentó el curso y se programó la jornada de capacitación.

Se dio a conocer a los cursillistas los objetivos del curso, con esto se promovió para alcanzar mayor participación de la comunidad en general.

### **9.2 FASE DE CAPACITACIÓN**

La programación de la capacitación en el manejo de residuos sólidos, para el grupo del casco urbano de Policarpa, abarcó los temas expuestos en la tabla No. 45.

La duración del curso fue de 15 días. Al finalizar el curso se entregó a los participantes una cartilla de divulgación elaborada por los autores del presente estudio.

Dada las condiciones de la formación de un grupo heterogéneo, fue necesario emplear metodologías como: aprender haciendo, esta metodología fue aplicada en la selección de residuos sólidos reciclables y no reciclables, también se utilizó la metodología constructivista, es decir tomando como base los conocimientos empíricos se dio los nuevos conocimientos de manera más técnica y adecuada en el manejo de residuos sólidos, se utilizó la metodología de clase magistral para la parte teórica la cual se reforzó con prácticas y visitas de observación, como seguimiento de la ruta del carro recolector, visita al actual botadero de residuos sólidos, además se les presentó filminas, videos y dibujos ilustrados y por último se entregó una cartilla de divulgación a cada asistente.

### **9.3 DESARROLLO DE PARTICIPACIÓN**

Se refiere a la confianza y dinamismo que se logra en los participantes, para la atención y genera la necesidad de preguntar y/o ampliar las explicaciones de cada tema.

El porcentaje de participación fue de un 73%, es decir un promedio de 55 personas.

### **9.4 DESARROLLO DE LOS TALLERES**

Los talleres son una fuente de afirmar los conocimientos y/o generar espacios para la consulta. Para el desarrollo de los diferentes talleres, se trabajó en las instalaciones del

Colegio Integrado Liceo Mixto, en la zona urbana del Municipio y en el sitio utilizado para la disposición final de los residuos sólidos.

## **9.5 ASISTENCIA AL CURSO**

Esto se refiere al cumplimiento a las diferentes sesiones. Durante los 15 días de capacitación se presentaron 32 faltas por parte de los cursillistas, lo cual representa un promedio de 2,13 faltas por sesión. (Ver Foto No. 10).

La capacitación se realizó en dos grupos, el primero, conformado por los alumnos del grado 10 del Colegio Integrado Liceo Mixto y el segundo conformado por habitantes que respondieron a la invitación promocionada por el equipo de trabajo a través de la emisora local.

El curso se inició con 82 asistentes: 40 estudiantes y 42 pertenecientes a la comunidad en general.

El horario fue de 2 horas diarias en la mañana para los estudiantes y en las horas de la tarde para la comunidad en general. Las fechas en las que se realizaron estas actividades se las presentan en la tabla No. 45 con sus respectivas programaciones.

## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Actualmente en la cabecera Municipal de Policarpa se genera una producción diaria de 1040 kilogramos de residuos sólidos, es decir que la producción per cápita es de 350 gramos.

Al realizar la composición porcentual se obtuvo que el mayor porcentaje de residuos sólidos lo representa el material orgánico, especialmente los residuos de cocina 60 %. La economía en el Departamento de Nariño es eminentemente del sector primario es decir agrícola esto influye en los resultados. No se tiene cultura de reciclaje es por ello que se encuentra gran porcentaje de material reutilizable como cartón, vidrio, lata y otros.

El promedio de densidad para la cabecera Municipal de Policarpa es de  $306 \text{ kg/m}^3$ . Por lo tanto es preciso realizar actividades como compactación que permitan optimizar los valores.

El análisis químico realizado a los residuos sólidos muestra que el contenido de humedad es alto, superior al 74,%, esto se debe a que el mayor porcentaje de residuos son de origen orgánico, por lo tanto un mal manejo de residuos traería problemas de contaminación ambiental ya que la materia orgánica se descompone produciendo lixiviados, malos olores y proliferación de microorganismos; El potencial de nitrógeno (8.54 %) es alto debido a la gran cantidad existente de materia orgánica que está al descomponerse puede convertirse en nitrógeno asimilable; obtenidos para este análisis

fue de 27.4 para carbono y 46.55 para materia orgánica; La relación C:N es relativamente baja (3,20:1) es necesario en este caso mejorar prácticas de manejo que permitan incrementar carbono para poder realizar compostaje.

El almacenamiento domiciliario de los residuos sólidos es inadecuado, ya que se los dispone en recipientes susceptibles a vectores contaminantes, en su mayoría no son herméticos lo que acumula mayor humedad y por ende producen malos olores.

El servicio de recolección alcanza una cobertura del 90% de las viviendas, en su mayoría los habitantes utilizan este servicio. No se reporta botadero diferente al utilizado por el Municipio, algunos habitantes disponen sus residuos orgánicos en sus huertos. El servicio se presta dos veces a la semana.

La comunidad se encuentra satisfecha con el horario y eficiencia en el servicio de recolección. La frecuencia es la más adecuada porque evita la acumulación de residuos dentro de los establecimientos y su posible descomposición.

Es obligación de la Alcaldía Municipal dotar al personal de aseo de los equipos, herramientas y demás implementos necesarios para su eficiencia en el trabajo y evitar posibles riesgos que atente contra la integridad personal.

El manejo integral de residuos en la cabecera Municipal de Policarpa, comprende las actividades de separación y reciclaje de residuos que deben realizarse al interior de las viviendas y establecimientos. Esta actividad será el eje principal del manejo integrado de residuos, pues en la medida que los desechos se entreguen al servicio de recolección debidamente separados y en diferentes horarios de recolección, permitirá

llevar a cabo los procesos siguientes de tratamiento de residuos orgánicos mediante compostaje, reciclaje de materiales inorgánicos para su comercialización y disposición en el relleno sanitario de residuos no aptos para ninguno de los procesos anteriores.

La comunidad respondiendo positivamente a los talleres de concientización y manejo de residuos sólidos, por lo tanto se recomienda continuar en este proceso de capacitación.

El terreno destinado para la construcción de la planta para manejo integral de residuos sólidos, cumple con las condiciones ambientales para la ejecución y operación del proyecto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Acurio, Guido. Simposio Regional sobre Desechos Sólidos. OPS/OMS. Serie Técnica. 1974. 19 pág.

Collazos, Hector. Residuos Sólidos. Acodal. Colombia .1998. 168 pág

Collazos, Hector y Duque, Roberto. Acodal. Colombia, 1998 190 pág).

DANE Censo Agropecuario Año 2000

Decreto 2104 del Ministerio de Salud de Colombia.

Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Policarpa 2001

Gaceta Ambiental 10 Agosto de 1992.

Hernandez, Leoncio. Curso intensivo sobre manejo integral de los residuos sólidos. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia Bogotá. 1981. 85 pág

Plan de Desarrollo Departamental. Departamento administrativo de Planeación de Nariño I año 2000.

Plan de Desarrollo Municipio de Policarpa 2001-2003. Rivas, A, Chamorro, C y otros.

Chamorro Ponce Profesionales Asociados Limitada. Año 2001.

# **ANEXOS**

## **DECRETO 2104 DEL MINISTERIO DE SALUD**

### **6.3.1 Disposiciones Generales.**

**Artículo 2. De las actividades que se regulan.** El almacenamiento, recolección, transporte, disposición sanitaria y demás aspectos relacionados con las basuras, cualquiera sea la actividad o el lugar de generación, se regirán por lo dispuesto en este Decreto.

**Artículo 3. Del servicio de aseo.** El servicio de aseo comprende las siguientes actividades:

- › Almacenamiento
- › Presentación
- › Recolección
- › Transporte
- › Tratamiento
- › Disposición sanitaria
- › Barrido y limpieza de áreas públicas
- › Recuperación.

**Artículo 9. De los programas para el manejo de basuras.** Independientemente de quien lo realice, el manejo de las basuras deberá obedecer a un programa que responda a las necesidades del servicio de aseo y que incluya, entre otros, los siguientes aspectos.

1. Establecimiento de rutas y horarios para recolección de las basuras, que serán dados a conocer a los usuarios.
2. Mantenimiento de los vehículos y equipos auxiliares destinados al servicio de aseo.
3. Entrenamiento del personal comprendido en actividades del manejo de basuras en los que respecta a prestación del servicio de aseo y a medidas de seguridad que deban observarse.
4. Actividades a desarrollar 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 entrega o presentación de las basuras en cuanto a ubicación, tamaño o capacidad del recipiente y otros aspectos relacionados con la correcta presentación del servicio.

**Artículo 10. De las situaciones que se deben evitar en el manejo de basuras.** Las actividades de manejo de las basuras deberán realizarse en forma tal que se eviten situaciones como.

1. La permanencia continua en vías y áreas públicas de basuras o recipientes que las contengan, de manera que causen problemas sanitarios y estéticos.
2. La proliferación de vectores y condiciones que propicien la transmisión de enfermedades a seres humanos o animales.
3. Los riesgos a operarios del servicio de aseo o al público en general.
4. La contaminación del aire, suelo o agua.
5. Los incendios y accidentes.
6. La generación de olores objetables, polvo y otras molestias.
7. La disposición final no sanitaria de las basuras.

## **Almacenamiento de Basuras**

### **Artículo 17. De las obligaciones de los usuarios de servicio ordinario de aseo.**

Los usuarios del servicio ordinario de aseo tendrán las siguientes obligaciones, en cuanto al almacenamiento de basura y su presentación para recolección.

- a) Almacenar en forma sanitaria las basuras generadas, conforme con lo establecido en el presente Decreto.
- b) No depositar sustancias líquidas, excretas, ni basuras de las contempladas para el servicio especial, en recipientes destinados para recolección en el servicio ordinario.
- c) Colocar los recipientes en el lugar de recolección, de acuerdo con el horario establecido por la entidad de aseo.
- d) Las demás que establezca el respectivo reglamento de usuarios del servicio.

**Artículo 18. De los recipientes para el almacenamiento de basuras.** Los recipientes utilizados para almacenamiento de basuras en el servicio ordinario deberán ser de tal forma que se evite el contacto de éstos con el medio y podrán ser retornables o desechables.

**Artículo 19 De las características de los recipientes retornables.** Los recipientes retornables para almacenamiento de basuras en el servicio ordinario tendrán, entre otras, las siguientes características.

- a) Peso y construcción que faciliten el manejo durante la recolección.
- b) Construidos en material impermeable, de fácil limpieza, con protección al moho y a la corrosión, como plástico, caucho o metal.

- c) Dotados de tapa con buen ajuste, que no dificulte el proceso de vaciado durante la recolección.
- d) Construidos en forma tal que estando cerrados o tapados, no permitan la entrada de agua, insectos o roedores, ni el escape de líquidos por sus paredes o por el fondo.
- e) Bordes redondeados y de mayor área en la parte superior, de forma que se facilite el vaciado.
- f) Capacidad de acuerdo con lo que establezca la entidad que presta el servicio de aseo.

PARAGRAFO Los recipientes retornables para almacenamiento de basuras en el servicio ordinario, deberán ser lavados por el usuario con una frecuencia tal que sean presentados en condiciones inobjetables.

**Artículo 22. De las áreas para almacenamiento de basuras.** Las áreas destinadas para almacenamiento colectivo de basuras en los establecimientos, cumplirán como mínimo, con los siguientes requisitos.

- a) Los acabados serán lisos, para permitir su fácil limpieza e impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos en general.
- b) Tendrán sistemas de ventilación, de suministro de agua, de drenaje y prevención y control de incendios.
- c) Serán construidos de manera que se impida el acceso de insectos, roedores y otras clases de animales.

PARAGRAFO Las áreas a que se refiere este artículo serán aseadas y fumigadas para desinfección y desinsectación, con la regularidad que exige la naturaleza de la

actividad que en ellas se desarrolla.

### **Presentación de Basuras**

**Artículo 38. De la colocación de los recipientes de recolección de basuras.** En el servicio ordinario los recipientes de recolección de las basuras deberán colocarse en el andén evitando obstrucción peatonal, o en los lugares que especifique la entidad de aseo, se prohíbe la entrada y circulación de los operarios de recolección en inmuebles o predios de propiedad privada o pública, con el fin de retirar las basuras.

**Artículo 40. De la permanencia de los recipientes en los sitios de recolección.** Los recipientes colocados en sitios destinados para recolección de basuras en el servicio ordinario, no deberán permanecer en tales sitios durante días diferentes a los establecidos por la entidad que preste este servicio.

#### **6.3.4 Recolección de Basuras.**

**Artículo 44. De la frecuencia para la recolección de basuras.** Las entidades de aseo establecerán la frecuencia óptima de recolección, por sectores, de tal forma que los residuos sólidos no se alteren o propicien condiciones adversas a la salud en domicilios y en sitios de recolección. La frecuencia de recolección de las basuras contenidas en cajas de almacenamiento será establecida por las entidades de aseo.

**Artículo 45. De la recolección de basuras por los operarios de entidades de aseo.** La recolección de basuras será efectuada por operarios designados por las entidades de aseo, de acuerdo con las rutas y las frecuencias establecidas para tal fin.

**Artículo 46. De las obligaciones en caso de esparcimiento de las basuras en la recolección.** En el evento de que las basuras sean esparcidas durante el proceso de

recolección los encargados del mismo deberán proceder inmediatamente a recogerlas.

### **Transporte de Basuras.**

**Artículo 50. De la responsabilidad en el mantenimiento de los vehículos.** El mantenimiento y la operación de los vehículos destinados para transporte de basuras estarán a cargo de la entidad de aseo, responsabilidad de la cual no quedará eximida bajo ninguna circunstancia.

**Artículo 52. De lavado de los vehículos y equipo** El lavado de los vehículos y equipos a que hace referencia el anterior artículo deberá efectuarse al término de la jornada diaria, para mantenerlos en condiciones que no atenté contra la salud de las personas.

**Artículo 65. Del Régimen para la disposición sanitaria de las basuras y sus técnicas.** La disposición sanitaria de las basuras correspondientes al servicio ordinario deberá someterse a las exigencias impuestas por el ministerio de salud, cumplir las disposiciones de la ley 09 de 1979 y sus reglamentaciones las relacionadas con la protección de los recursos naturales renovables contenidas en el Decreto Ley 2811 de 1974 y sus reglamentos, y realizarse de acuerdo con las siguientes técnicas:

- a) Relleno sanitario.
- b) Enterramiento.

**Artículo 68. Del estudio de impacto ambiental para la disposición de basuras.** Todo proyecto para disposición sanitaria de basuras en servicio ordinario, deberá presentarse en el Ministerio de Salud o en su entidad delegada, acompañado de un

estudio de impacto ambiental.

**Artículo 69. De las condiciones del sitio para disposición de basuras.** En todo sitio destinado para disposición sanitaria de basuras deberá darse cumplimiento a las normas contenidas con el control de contaminación del aire y del agua.

**Artículo 72. De los requisitos para los sitios de disposición de basuras.** Todo sitio para disposición sanitaria de basuras provenientes del servicio ordinario deberá cumplir como mínimo, con los siguientes requisitos:

- a) Estar aislado de sus alrededores, para garantizar la no-interferencia con actividades distintas de las allí realizadas y evitar efectos nocivos a la salud de las personas y al medio ambiente.
- b) Tener señales y avisos que lo identifiquen en cuanto a las actividades que en él se desarrollan; entrada y salida de vehículos, horarios de operación o funcionamiento, medidas de prevención para eventos de accidentes y emergencias; y prohibición expresa de acceso a personas distintas a las comprometidas en las actividades que allí se realicen.
- c) Contar con los servicios mínimos de suministro de agua, energía eléctrica, sistema de drenaje para evacuación de sus residuos líquidos, de acuerdo con la complejidad de las actividades realizadas.
- d) Contar con programas y sistemas para control y prevención de accidentes e incendios, como también para atención de primeros auxilios y cumplir las disposiciones reglamentarias que en materia de salud ocupacional, higiene y seguridad industrial establezcan el ministerio de salud y demás entidades competentes.

En los sitios a que se refiere los artículos anteriores, la entidad encargada de su manejo, será responsable de ejercer vigilancia y control hasta cuando se eliminen las condiciones que puedan originar efectos nocivos a la salud de las personas y del medio ambiente.

**Artículo 76. De la disposición final de relleno sanitario.** Cuando se utiliza la técnica de disposición final de relleno sanitario, el interesado deberá presentar al ministerio de salud o a su entidad delegada, para aprobación los siguientes detalles:

a) Detalle de la información que incluye, entre otros, los siguientes proyectos:

1. De infraestructura periférica
2. De infraestructura del relleno
3. De construcción del relleno
4. De construcción de lotes especiales
5. De control de tratamientos de efluentes líquidos y gaseosos del relleno.
6. De construcciones auxiliares
7. Paisajísticos.

b) Detalles de los planos, que incluye:

1. Plan de operación del relleno sanitario
2. Plan de inversión y costos
3. Plan de implementación del relleno sanitario.

### **Barrido y Limpieza de Vías - Áreas Públicas.**

**Artículo 77 De la responsabilidad en barrido y limpieza de vías y áreas públicas.**

Las labores de barrido y limpieza de vías y área publicas son responsabilidad de las

entidades de aseo, y deberán realizarse con una frecuencia tal que vías y áreas públicas estén siempre limpias y aseadas.

### **Estudios de Impacto Ambiental**

**Artículo 139 Del contenido del estudio de impacto ambiental.** El estudio de impacto ambiental deberá tener, además de los factores físicos, los de orden económico y social, para determinar la incidencia que sobre el ambiente tendrán las obras y actividades en proyecto o en ejecución.

Los siguientes aspectos deberán ser contemplados en el estudio.

1. Descripción de la acción propuesta, que incluya.
  - a) Declaratoria del propósito.
  - b) Evaluación de condiciones ambientales existentes antes de la acción propuesta.
  - c) Información técnica con detalle de procesos, equipos y operación.
  - d) Mapas y diagramas de flujo.
  - e) Estimativo de cantidades y volúmenes de residuos sólidos a manejar en la acción propuesta.
  - f) Estimativo de cantidades y volúmenes de residuos líquidos y sólidos y de emisiones atmosféricas que se originan con la acción propuesta.
  - g) Identificación y delimitación de área de influencia de la acción propuesta.
  - h) Datos de población y proyecciones a 5 y 10 años, factores sociales, económicos y culturales.
  - i) Estudio de suelos.
  - j) Condiciones topográficas.
  - k) Condiciones meteorológicas.
2. Relación entre la acción propuesta y planes de uso de suelo.

3. Evaluación de alternativas de control de contaminación del aire, suelo y agua, con su justificación técnico-económica.
4. Evaluación de efectos sobre el ambiente de la acción propuesta con sistemas de control de contaminación.

### **Organización del Servicio de Aseo**

**Artículo 141. Del programa de aseo y de la responsabilidad para establecerlo.** En todos los municipios el Distrito Especial y las áreas metropolitanas se deberá establecer, de acuerdo con sus necesidades, un programa para manejo de los residuos sólidos de su jurisdicción que tenga como objetivo garantizar la prestación regular del servicio de aseo y asegurar el cumplimiento de las disposiciones legales pertinentes.

**Artículo 146. De la obligación de proveer el personal y equipo necesarios.** Toda entidad de aseo deberá proveer a su personal del equipo y elementos necesarios para la correcta prestación del servicio y la vigilancia y control de las operaciones.

**Artículo 147. De la obligación de proveer dotación necesaria.** La entidad de aseo será responsable de suministrar a los empleados y operarios encargados de la prestación del servicio, la dotación y protección necesaria de acuerdo con las disposiciones de higiene y seguridad industrial.

**Artículo 148. De la obligación de capacitación y adiestramiento.** Las entidades de aseo deberán proporcionar a su personal la capacitación y el adiestramiento requeridos para el ejercicio técnico y eficiente de sus funciones.

**Artículo 149. De la obligación de establecer un programa mínimo de**

**obligaciones.**

Toda entidad deberá establecer un programa de operaciones que contemple, entre otros, los siguientes aspectos.

1. Definición del sistema y programa de recolección y transporte.
2. Definición de las estaciones bases y estaciones de transferencia.
3. Definición del sistema y programa de barrido y limpieza de las calles, zonas verdes, áreas de esparcimiento público, así como de poda de árboles.
4. Disposición sanitaria de los residuos sólidos.

PARAGRAFO. Cuando las entidades encargadas de la poda y limpieza de zonas verdes sean diferentes a las de recolección y disposición de otros residuos sólidos, deberán coordinar sus actividades con las del servicio ordinario de recolección.



