

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**  
**ESCUELA DE POSTGRADO**  
**PROGRAMA DOCTORAL DE CIENCIAS AMBIENTALES**



**PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**  
**DOMICILIARIOS EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE**  
**SHILCAYO, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN.**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE:**

**DOCTOR EN CIENCIAS**  
**AMBIENTALES**

**Autor : Ms. GUILLERMO PARILLO MANCILLA**

**Asesor : Dr. FEDERICO GONZALES VEINTIMILLA**

**TRUJILLO - PERÚ**  
**2010**

No. de Registro: \_\_\_\_\_

**JURADO DICTAMINADOR**

.....

Dr. ANDRÉS RODRÍGUEZ CASTILLO

PRESIDENTE

.....

Dr. ANCELMO CASTILLO VALDIVIEZO

SECRETARIO

.....

Dr. FEDERICO GONZALES VEINTIMILLA

MIEMBRO

## DEDICATORIAS

*Con amor y cariño a mi querida madre por su apoyo constante en el logro de mis metas.*

*A mi compañera Luisa y a mis hijos: Luis Guillermo, Lourdes Gabriela y Dany Ximena por su cariño y paciencia, fuerza impulsora en el logro de mis objetivos personales y profesionales.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional de Trujillo, por su capacidad de proyectarse a los profesionales del Perú y a la calidad de sus docentes lo que me permitió enriquecer mis conocimientos y lograr una de mis metas trazadas.

Al Dr. Federico Gonzales Veintimilla por su apoyo constante y aporte valioso en el desarrollo del presente trabajo.

## **PRESENTACIÓN**

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO:

Cumpliendo con el reglamento de graduación de la Escuela de Post-Grado de la Universidad Nacional de Trujillo, someto a vuestra consideración la tesis doctoral titulada: Plan de gestión de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de la banda de Shilcayo, Departamento de San Martín.

## INDICE

	PAG.
CARATULA.....	i
JURADO DICTAMINADOR .....	ii
DEDICATORIAS .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
PRESENTACIÓN.....	v
ÍNDICE .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT.....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES .....	1
1.2. MARCO TEÓRICO .....	3
1.3. MARCO LEGAL .....	17
1.4. PROBLEMA .....	21
1.5. HIPOTESIS .....	21
1.6. OBJETIVOS .....	21
<b>II. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
2.1. MATERIALES .....	20
2.2. METODOS.....	21
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>24</b>
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>42</b>
<b>V. PROPUESTA .....</b>	<b>49</b>
5.1. Guía para el manejo de Residuos Sólidos en el sector rural .....	49
5.2. El Servicio de Limpieza Pública.....	49
5.3. Educación sanitaria y participación de la población .....	62
5.4. Diagnóstico del estado de la limpieza pública.....	64
5.5. Modelos administrativos de servicio de limpieza pública.....	66

<b>5.6. La concepción integral del servicio de limpieza pública .....</b>	<b>68</b>
<b>5.7. Mecanismos de Financiamiento .....</b>	<b>70</b>
<b>5.8. Importancia del correcto manejo de los residuos sólidos .....</b>	<b>71</b>
<b>5.9. Prácticas ambientalmente adecuadas .....</b>	<b>72</b>
<b>VI. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>74</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>75</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Nº</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>PAG.</b>
<b>1</b>	Población entrevistada por grupos de edades y sexo	<b>24</b>
<b>2</b>	Nivel de Educación de los entrevistados	<b>25</b>
<b>3</b>	Ingreso Familiar de los Jefes de familia entrevistados (en Nuevos Soles) en el Distrito de la Banda del Shilcayo, Departamento de San Martín, durante el 2007	<b>26</b>
<b>4</b>	Conocimiento de los entrevistados sobre RSD	<b>26</b>
<b>5</b>	Conocimiento de separación de basura relacionado con la edad	<b>27</b>
<b>6</b>	Conocimiento de separación de basura por nivel de educación	<b>28</b>
<b>7</b>	Características del área de estudio del Distrito Banda del Shilcayo, San Martín	<b>29</b>
<b>8</b>	Selección de Residuos Sólidos Domiciliarios sector urbano de 41 viviendas del Distrito de la Banda de Shilcayo	<b>29</b>
<b>9</b>	Evaluación de selección de Residuos Sólidos Domiciliarios sector marginal de 41 viviendas Del Distrito de la Banda de Shilcayo.	<b>30</b>
<b>10</b>	Comparación de los tipos del de RSD sector urbano y el Sector Marginal del Distrito de la Banda de Shilcayo.	<b>31</b>
<b>11</b>	Estimación promedio en Toneladas de la producción de RSD del Distrito de la Banda de Shilcayo	<b>32</b>
<b>12</b>	Costo por tonelada de residuos que gasta la municipalidad	<b>34</b>
<b>13</b>	Composición porcentual de los RSD en el distrito de La Banda del Shilcayo	<b>35</b>
<b>14</b>	Precio de compra de plásticos por tonelada	<b>38</b>
<b>15</b>	Precio de compra de papel y cartón por tonelada	<b>39</b>
<b>16</b>	Precio de compra de chatarra de aluminio por tonelada	<b>39</b>
<b>17</b>	Precio de compra de chatarra de cobre por tonelada	<b>40</b>



<b>18</b>	Precio de compra de chatarra de hojalata por tonelada	<b>41</b>
<b>19</b>	Promedio de área para un RSM	<b>55</b>
<b>20</b>	Ventajas y desventajas de algunos métodos de reciclaje de residuos sólidos orgánicos	<b>61</b>
<b>21</b>	Consideraciones para diseñar y probar material de educación sanitaria	<b>62</b>
<b>22</b>	Guía para el diagnóstico del estado de la limpieza pública	<b>65</b>
<b>23</b>	Modalidades de administración comunal del servicio de limpieza pública	<b>67</b>
<b>24</b>	Principales componentes de los costos de recolección y relleno sanitario	<b>68</b>
<b>25</b>	Vectores y enfermedades asociados al manejo y tratamiento inadecuados de los residuos sólidos	<b>72</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Nº</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>PAG.</b>
<b>1</b>	Mapa de ubicación del Distrito de La Banda Shilcayo	<b>21</b>
<b>2</b>	Estimación porcentual de RSD recolectados y no recolectados del Distrito de la Banda de Shilcayo.	<b>33</b>
<b>3</b>	Evolución de residuos recolectados en el periodo agosto - diciembre, 2007.	<b>33</b>
<b>4</b>	Sistema de financiamiento con un fondo rotatorio	<b>71</b>

## RESUMEN

El objetivo principal fue contribuir a resolver el problema en el distrito de la Banda de Shilcayo, respecto a la carencia de una gestión integral de Residuos Sólidos Domiciliarios (R.S.D.). La recolección de datos se realizó usando el método de la entrevista y el cuestionario, se trabajó con una muestra de 81 familias del distrito de la Banda de Shilcayo, Departamento de San Martín, con el fin de caracterizar los RSD producidos por día; se estimó el gasto municipal por tonelada de RSD, además se comercializaron los elementos reciclables papel y metales, y con los materiales orgánicos se preparó lumbri-conpostaje, con resultados económicos altamente satisfactorios. Se propone un sistema de gestión integral de residuos sólidos domiciliarios que involucre a toda la sociedad. El aprovechamiento de los recursos locales de infraestructura y maquinarias y la reorganización de los recursos humanos y materiales existentes indicó que es posible desarrollar un plan de gestión ambiental exitoso en el Distrito de la Banda del Shilcayo, Departamento de San Martín.

---

**Palabras clave:** Residuos Sólidos Domiciliarios, Plan de Gestión, Reciclaje.

## **ABSTRACT**

The principal aim of this work was to solve the problem of integral management of domiciliary solid wastes (DSW) of Banda del Shilcayo District San Martín Department. Data was collected by interviews and questionnaires applied to 81 families in order to characterized the USW per day; municipal expenses, in treatment of solid wasted, were estimated and recyclables elements were trade, and also worm compost age were prepared with organic material with higher satisfying economic results. A successful system of Integral management of Urban Solid Wastes was proposed in which the society should be involved.

-----  
**Key words:** Urban solid wastes; Plan management; Recycling Plan

## **I. INTRODUCCION**

### **1.1.ANTECEDENTES**

En el presente siglo, el manejo de residuos de tipo domiciliario, son parte de las preocupaciones de quienes tienen la responsabilidad de proteger y conservar los recursos naturales de un país.

En efecto, la población se involucra y toma conciencia de la necesidad de conservar la calidad del ambiente; dicho cambio ha generado diferentes experiencias relacionadas con el manejo de los residuos sólidos domiciliarios.

El Sistema de recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos del Distrito de San Borja elaborado por el Equipo Verde del Municipio de San Borja en Mayo en 1999, propone alternativas que presuponen reducir sustancialmente los costos en el orden del 70 % al 65 % en un lapso de 10 años (Diestra, 2005; Consejo Nacional del Ambiente, CONAN, 2005).

Por otro lado, en Ventanilla El Plan de Gestión para el Manejo Integral de los RS del Distrito de Ventanilla 2000-2003 propone las siguientes etapas: conceptualización y contrastación de los instrumentos técnicos aplicados en Ventanilla con la normatividad nacional y metropolitana (Ley y Ordenanza sobre RS); evaluación del sistema de manejo actual de RS en sus dos componentes: El sistema operativo de manejo y el sistema de gestión de éste, que aporta las condiciones para su adecuado funcionamiento y desarrollo (CONAN, 2005).

También en Chile, la política para la gestión de residuos sólidos domiciliarios (RSD), comprende: diagnóstico; lineamientos, principios y

objetivos; líneas de acción y modalidades de trabajo y plan de acción de corto plazo (Durán, 1997).

Los principios que rigen el sistema de manejo de RSD en este país son: Equidad, el que contamina paga, prevención y precautela, sustentabilidad ambiental, participación, flexibilidad, compensación y gradualidad.

En Ecuador, El Programa de Gestión de Residuos Sólidos del Municipio de Loja, se ha convertido en un ejemplo para muchos otros municipios. Este macro proyecto habilitó las infraestructuras de saneamiento y activó un programa de separación de basuras domésticas. En este momento, cubre aproximadamente al 80% de la población de la ciudad, con una cooperación del 70%, además ha permitido la generación de dos proyectos productivos: usando los residuos orgánicos, se produce un abono que sustituye a los fertilizantes artificiales. Los residuos no biodegradables (cartón, vidrio, papel, metales y otros) se reciclan y venden a diferentes empresas. Han descontaminado el medio ambiente, han mejorado las condiciones sanitarias, y creado nuevos recursos económicos con el reciclaje de basura. El logro más significativo ha sido la creación de una conciencia ambiental en la ciudadanía (Durán, 1997).

## **1.2. MARCO TEORICO**

### **Residuo Sólido**

El término de Residuo posee variadas concepciones, por ejemplo, la Comunidad Económica Europea lo define como “cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales vigentes”, esta definición nace de su directiva 75/442. Por otro lado la Agencia de Protección Ambiental, define textualmente residuo sólido “como cualquier basura, desperdicio, lodo y otros materiales sólidos de desechos resultantes de las actividades industriales, comerciales y de la comunidad. No incluye sólidos o materiales disueltos en las aguas de los canales de descarga de la irrigación, ni otros contaminantes comunes en el agua”. (Szantó, 1996)

De la definición anterior podemos decir que se encuentra implícita una pequeña clasificación de residuos de acuerdo a su origen. Los europeos por otra parte en la Organización de Cooperación y Desarrollo de la Comunidad Económica Europea, definen a los residuos como “aquellas materias generadas en la actividad de producción y consumo que no alcanzan en el contexto en que son producidos ningún valor económico”, deduciendo que una materia es residuo si no existe un mercado que lo demande. (Perloff, 1973)

La Comisión Económica Europea define, el residuo es un producto no intencional, que deriva de los procesos productivos y además se asocia a un

inadecuado estilo de consumo de bienes y servicios. (Comisión Económica Europea, 2004).

Por su parte CONAMA, de acuerdo con el Proyecto de Reglamento de Rellenos Sanitarios define: “Residuo sólido, basura, desecho o desperdicio: sustancias, elementos u objetos que el generador elimina, se propone eliminar o está obligado a eliminar”, en esta definición se encuentra un sujeto quien es el generador del residuo, por lo tanto, se tiene que los residuos pertenecen a alguien. “Residuos sólidos domiciliarios: basuras o desperdicios sólidos generados en viviendas y en establecimientos tales como edificios habitacionales, locales comerciales, locales de expendio de alimentos, hoteles, establecimientos educacionales y cárceles”, en esta definición se realiza una clasificación por fuente de origen, y de esta forma se consideran como residuos sólidos domiciliarios (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2003).

### **Reciclaje**

Es un sistema de aprovechamiento de los residuos, que consiste en transformar los residuos en un material utilizable en alguna actividad, su fin es sin duda disminuir el volumen final de residuo (De Castro *et al.*, 1994).

El reciclaje permite disminuir el flujo de residuos a los rellenos sanitarios. Este se basa en la capacidad tecnológica y financiera de recuperar los componentes reciclables de los residuos, las posibilidades de uso y la existencia de un mercado (Domédnech, 1994).



Importante es el reciclaje en la educación de los niños y las mujeres, ya que son ellos quienes manejan gran parte de los residuos domésticos. Además el reciclaje esta basado en el valor que los productos adquieren en el mercado, es por esto que para reciclar se hace necesario la existencia de una demanda por el o los productos (Labelle, 1996).

Suarez (1998) y Szantó (1996) indica que el reciclaje es el aprovechamiento de los materiales presentes en los residuos, para su posterior re inserción en el ciclo de producción agrícola e industrial, respectivamente. Asi mismo Del Val (1993) y Díaz et al. (1993) nos señalan que de una tonelada de papel reciclado diariamente, se impide la liberación a la atmósfera de 2,5 toneladas de dióxido de carbono, impide la corta de tres árboles adultos.

### **Gestión de residuos**

La Asociación para la Divulgación de las Ciencias Universidad Nacional de Lomas de Zamora – Facultad de Ingeniería (1998) y Desimoni (1998) definen a la gestión o manejo integral de los residuos sólidos urbanos como el conjunto de operaciones encaminadas a dar a los residuos producidos en una zona, el destino global más adecuado desde el punto de vista ambiental, especialmente en lo concerniente a los aspectos de carácter sanitario, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, coste de tratamiento, posibilidades de recuperación y de comercialización y directrices administrativas en este campo.

El principal objetivo de la gestión de residuos hoy en día es la reducción del volumen de los residuos generados, esto se puede lograr de dos maneras, la

primera es limitando o aprovechando más las materias primas y la otra es por medio del reciclaje (Tchobanoglous *et al.*, 1994).

Los residuos sólidos se pueden clasificar de acuerdo con su origen y además por su composición. Esto es de gran importancia, ya que la clasificación por origen es útil para agrupar a los distintos generadores de residuos. La clasificación utilizada por Del Palacio (1995), Lund (1996) y Universidad Nacional de Lomas de Zamora – Facultad de Ingeniería (1998) fue:

- a. Domiciliarios: Residuos generados en el hogar (Restos de comida, frutas y verduras, textiles, envases plásticos, papel, etc.)
- b. Hospitalarios: Medicamentos en desuso o vencidos, restos quirúrgicos, materiales infectados, etc.
- c. Escombros: Restos de la construcción y demolición de viviendas, caminos, etc.
- d. Industriales: Baterías, adhesivos, productos químicos; desechos contaminados.

### **Modalidades de Gestión de RS**

Chung (2003) y ESAN (2000) indican que las modalidades de gestión de los servicios de recolección, barrido y disposición de residuos sólidos más usuales en América Latina son las siguientes:

- Manejo municipal directo.

- Manejo indirecto por diferentes entidades tales como institutos autónomos municipales, empresas, fundaciones, asociaciones civiles, organismos centralizados del municipio, entre otros, mediante delegaciones o contratos.
- Concesión del servicio otorgada por licitación pública.
- Gestión mixta.

### **Manejo municipal directo**

Es la práctica más comúnmente utilizada en la mayoría de los países de América Latina, especialmente en núcleos poblacionales medianos y pequeños. En América Latina aproximadamente entre 25 a 30% de las ciudades grandes utiliza la modalidad municipal directa, particularmente para barrido, recolección y disposición final. (ESAN, 2000)

Las ventajas de esta alternativa incluyen la exoneración de impuestos de las operaciones públicas, que pueden resultar en la reducción de costos y la centralización de las operaciones de compra de insumos. El control administrativo de los servicios por la municipalidad es a menudo necesario para la implementación de políticas de recolección que requieren cumplimiento sistemático para ser efectivas; por ejemplo la recolección separada para recuperación de materiales de la basura (Barrachia, 1995).

Por otro lado, la naturaleza monopólica de la operación puede resultar en una falta de estímulo hacia la eficiencia. Además, de problemas de presión de sindicatos o gremios de trabajadores, lo que afecta su flexibilidad de gestión y libertad de acción (CEPIS, 2 000).

El Centro de Investigación Social y Educación Popular Departamento de Desarrollo Urbano (1997) indica que en el área financiera, los servicios de aseo son afectados por la baja prioridad que se les da a los presupuestos municipales para este fin, afectando así la innovación y eficiencia de los servicios.

### **Manejo municipal por empresas autónomas municipales**

En varios países de América Latina, las municipalidades han optado por el establecimiento de empresas municipales autónomas de aseo, o en su defecto, incluyen el servicio de limpieza urbana en las empresas de agua potable y alcantarillado para lograr mayor eficiencia del servicio.

Comisión Económica Europea (2004) y Curzio (1994) mencionan que esta modalidad es ampliamente utilizada en los países de la Región, particularmente en las ciudades grandes. Las empresas autónomas a su vez pueden operar directamente los servicios o pueden contratarlos a terceros, pero conservando para sí las tareas de fiscalización, control y planeación física y financiera.

### **Participación del sector privado**

La participación del sector privado a través de la concesión del servicio de limpieza pública, tiene la ventaja de lograr mejoras en la calidad y cobertura del servicio con una rentabilidad económica y financiera aceptable, evitando así que los municipios lleven la carga del servicio sin las condiciones presupuestarias apropiadas. No obstante ello, persiste el problema de la población que no puede

pagar las tarifas, en estos casos debería existir un subsidio, en lo posible directo al usuario pobre.

La participación privada ha ido adquiriendo cada vez mayor relevancia en la Región, especialmente en la provisión de los servicios de barrido de calles y recolección de basura, y en menor escala en la disposición de los residuos. La competencia entre varias empresas bajo un sistema de licitación pública para realizar los servicios de aseo se efectúa con el criterio de lograr mayor costo efectividad de los servicios. (Brendt, 1994)

La municipalidad puede retener el control de las políticas de recolección y derivar las eficiencias de un sistema competitivo, motivado en la ganancia. Esta modalidad necesita la regulación activa de la municipalidad, que debe establecer claramente las condiciones para mantener y mejorar la eficiencia y evitar costos excesivos de los servicios de aseo, debiendo el contratista cumplir con los criterios de desempeño establecidos en el contrato. Permite la participación tanto del sector formal como informal. (Tchobanoglous *et al.*, 1994)

La gestión privada, es exitosa cuando se determinan indicadores y parámetros estandarizados que permitan facilitar la supervisión de los servicios y aplicar criterios de ecoeficiencia. La contratación de los servicios con la iniciativa privada no ha sido siempre exitosa debido a la injerencia de los gobiernos municipales en las licitaciones, adjudicaciones y rescisiones de contratos, realizadas muchas veces en forma no transparente. De ahí la necesidad de una estricta regulación al respecto. (Battaglia, 1998)

### **Concesión del servicio**

La concesión de los servicios involucra que la administración, la prestación y cobro del servicio, y en algunos casos las inversiones nuevas, quedan a cargo del concesionario. Generalmente las empresas privadas que tienen la concesión de los servicios proponen tarifas acordes con los costos del mismo para su adecuada operación y mantenimiento. Asimismo, tienen a su cargo el cálculo y cobro de la tarifa del servicio, con la aprobación del municipio.

Las concesiones al sector privado deben ser siempre reguladas y supervisadas por parte de la municipalidad, siendo necesaria la existencia de un marco legal y regulatorio claro, definido y permanente para asegurar el éxito de este modelo.

El contrato de concesión debe ser lo suficiente preciso para que esté acorde con el marco regulatorio, en el cual estén definidas las metas y la tarifación. La concesión se realiza generalmente a través de licitación. La participación del sector privado en el manejo de los servicios a través de contratos de concesión, aunque incipiente en la Región, está adquiriendo cada vez mayor prominencia. (Mitchell, 1999)

### **Tercerización**

El contrato de tercerización de los servicios implica generalmente que el municipio emita las facturas, el concesionario realice la cobranza y de lo recolectado entregue un porcentaje previamente establecido en el contrato a la municipalidad, como contraprestación de la concesión. (Vega, 2007)

## **Gestión mixta**

Esta modalidad envuelve asociaciones entre el municipio y el sector privado para conformar una empresa mixta, pequeñas empresas, microempresas y cooperativas en el manejo de residuos sólidos

Las pequeñas empresas y microempresas privadas de recolección y transporte de residuos sólidos representan una alternativa más económica para las municipalidades y/o empresas municipales de aseo.

Las ventajas de estas empresas radican en el uso intensivo de la mano de obra, la utilización de tecnologías de muy bajo costo y la promoción de mayor participación comunitaria para facilitar la operación de recolección y separación de materiales en la fuente de generación, incluyen el barrido y limpieza de calles y avenidas comerciales; la recolección y transporte de residuos sólidos, especialmente en áreas no planificadas y de difícil acceso; disposición final de basuras; mantenimiento de parques y jardines, segregación y reciclaje. En la ejecución de estas últimas actividades la microempresa tiende a operar independientemente de las municipalidad. Los contratos de la municipalidad con las microempresas son generalmente contratos de servicios y la forma de pago puede ser en base a la cantidad de trabajo rendido (kilómetro barrido, tonelada recolectada y transportada, área limpia, peso y residuos reciclados, etc.) o un pago global por el servicio (Tchobanoglous *et al.*, 1994)

## **Responsabilidad de la limpieza pública**

Con la publicación de la Ley Orgánica de Municipalidades, se definieron competencias, funciones y responsabilidades de los gobiernos locales en lo referido a los servicios de limpieza pública. Es así que las municipalidades distritales son responsables por la prestación de los servicios de recolección, transporte y disposición final de RS y de la limpieza de vías, espacios y monumentos públicos en su jurisdicción. Los RS en su totalidad deberán ser conducidos directamente a la planta de tratamiento, transferencia o al lugar de la disposición final autorizado por la Municipalidad Provincial, estando obligados los municipios distritales al pago de los derechos correspondientes. Actualmente, se han establecido las condiciones necesarias para la privatización del servicio de limpieza pública, pudiendo las municipalidades distritales suscribir contratos de prestación de servicios con las Empresas de Prestación de Servicios de Residuos Sólidos.

En el caso de la provincia de Lima al 2006, según informa la DGRS de las MLM, de sus 42 municipalidades distritales, el 45% la cumple por administración directa, 38% ha encargado el manejo de los residuos sólidos a terceros a través de licitaciones públicas y el 17% restante es mixto, lo cual limita la función de fiscalización y supervisión de las labores de recolección, manejo y disposición final de los RS. (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2005)



## **Financiamiento del servicio de limpieza pública**

Los municipios distritales efectúan el cobro del servicio de limpieza pública a los usuarios del servicio, mediante la aplicación de tasas de arbitrios de limpieza pública, calculada en función del costo efectivo del servicio, distribuido entre los contribuyentes de acuerdo con el valor y uso del predio habitado. Así, el costo del servicio de limpieza pública está fijado en función del valor y uso del predio y no se calcula en base a la generación individual de RS, cuando precisamente dicha cantidad es la que incide en el costo efectivo del servicio de limpieza pública y no el valor del predio (Centro de Investigación Social y Educación Popular Departamento de Desarrollo Urbano, 1997)

## **Manejo del ciclo de los Residuos Sólidos Urbanos**

(RSU), compuesto de dos fases:

- i. *Generación:* Consiste en el proceso de desechar aquellos materiales no deseados por parte de las familias, el comercio, la industria o los hospitales. La generación de residuos municipales varía en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población. Los sectores de más altos ingresos generan residuos con un mayor valor incorporado que los provenientes de sectores más pobres de la población.
- ii. *Gestión:* Es el conjunto de operaciones encaminadas a darles el destino final más eficiente a los RSU, considerando los aspectos ambientales, sanitarios y económicos. Comprende las etapas de:

- **Recolección:** Esta etapa consiste en retirar los RSU de cada punto de generación.
- **Transporte:** Esta etapa consiste en trasladar la basura recolectada por cada camión hasta su lugar de destino ya sea una planta de tratamiento intermedio o directamente al sitio de disposición final o bien, sólo hasta las llamadas estaciones de transferencia, donde los RSU son transbordados a camiones de mayor capacidad y tonelaje para transportarlos a su lugar de destino a menor costo por tonelada.
- **Tratamiento intermedio:** Los tratamientos intermedios son sistemas productivos que utilizan los RSU como materia prima y que, en su proceso, generan a su vez desechos que requieren de un lugar de disposición final. Así, contribuyen a disminuir la cantidad de residuos que deben ser eliminados, prolongando la vida útil de los sitios de disposición final. Los tratamientos intermedios más conocidos son la incineración, el compostaje y el reciclaje.
- **Disposición final:** Independiente de la existencia de plantas de tratamiento intermedio, es necesario un sistema de disposición final, ya sea para los residuos generados por estos tratamientos o para la disposición directa de los RSU. La disposición final en rellenos sanitarios es la práctica más común y aceptada y permite disponer los distintos tipos de residuos que se encuentran en las ciudades. El relleno sanitario consiste en el enterramiento ordenado y sistemático de los residuos sólidos compactados en el menor espacio posible a fin de

minimizar los potenciales impactos negativos en la salud y ambiente.

(Amendola, 1984)

### **Modelo de Gestión Óptimo de Residuos sólidos**

Para los fines del presente trabajo sobre la explotación racional de los recursos y el método administrativo, se entiende por gestión óptima de RS, al estilo de gestión de RS que con una inversión determinada o con ahorro de los medios disponibles, obtiene el grado máximo del objetivo trazado al término de cada ciclo del proceso de su producción, es decir, produce el mayor efecto o rendimiento medible (Durán, 1997).

ESAN (2000) menciona que los factores determinantes de una gestión óptima de RS son:

- Adopción de filosofía de gestión de RS basada en la continua innovación y el mejoramiento constante de la calidad del servicio, centrado en la satisfacción del usuario. Supone poseer nuevos modelos mentales sobre el medio ambiente.
- Planeamiento a mediano plazo, de programas - proyectos y actividades, con objetivos y metas de mejora constante de la calidad de la gestión de RS.
- Presupuestos de inversión y operación que suministren los medios apropiados a los programas y proyectos para lograr el propósito planificado.

- Ejecución transparente y participativa con usuarios, a cargo de personal idóneo – eficiente e innovador, en constante capacitación.
- Supervisión coetánea y control de avances, continuo y correctivo, durante el ciclo de producción del servicio, incidiendo en la calidad de las tareas y actividades del proceso de producción de la gestión.
- Evaluación de resultados, al término de cada ciclo del proceso de producción del servicio, basado en la verificación a nivel de la población usuaria del mejoramiento constante de la calidad de los servicios recibidos.

El estilo de gestión de RS, en este contexto, es el modo particular de cómo administra una entidad competente en gestión de RS, los siete factores indicados u otros con el propósito de obtener una gestión óptima de RS. El grado que lo logra en la práctica únicamente puede determinarse por sus resultados, como son la cantidad de usuarios satisfechos con ella, el costo y precio unitarios promedio por usuario o el impacto en el medio ambiente.

Durante el proceso de producción de un ciclo dado de gestión de RS, para que éste resulte óptimo, cada factor tiene que cumplir el papel que le corresponde, de modo que si todos cumplen el suyo, el resultado será óptimo. En consecuencia, el análisis del desempeño de cada uno de los factores permite identificar las causas y efectos de los resultados alcanzados por cualquier estilo de gestión de RS. (Mitchell, 1999)

### 1.3. EL MARCO LEGAL

En cuanto a las Normas Nacionales se tiene:

- a. Constitución Política del Perú año 1993; de conformidad al Art. 20 inciso 22), es deber del estado proveer a las personas de un ambiente equilibrado y adecuado para su desenvolvimiento.
- b. Ley N° 26410, Ley del Consejo Nacional del Ambiente, inciso a) y b), son objetivos; de conformidad al Art. 30 del CONAM (2006) promover la conservación del ambiente a fin de coadyuvar al desarrollo integral de la persona humana sobre la base de garantizar una adecuada calidad de vida; y propiciar el equilibrio entre el desarrollo socio económico, el uso sostenible de los recursos naturales y la conservación del ambiente; respectivamente.
- c. Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Decreto Legislativo N 613, del Capítulo XVIII, de conformidad con el Art. 101 al 106 Limpieza Pública.
- d. Ley N 27314, Ley General de Residuos Sólidos.
  - Art. 30 establece que las municipalidades podrán cobrar derechos adicionales por la prestación de los servicios de los residuos sólidos, cuando su volumen exceda el equivalente a 50 litros de generación diaria aproximadamente, por domicilio o comercio.
  - El artículo 40, inciso 4) define los términos de la gestión de residuos sólidos; inciso 15), fija que la contabilidad de las entidades que generan o manejan residuos sólidos refleje adecuadamente el costo

real total de la prevención, control, fiscalización, recuperación y compensación que se derive del manejo de residuos sólidos; y asegure que las tasas o tarifas que se cobren por la prestación de servicios de RS se fijan en función de su costo real, calidad y eficiencia, respectivamente.

- El artículo 41 fija que es obligación de la población pagar oportunamente por los servicios de residuos sólidos recibidos y por las multas y demás cargas impuestas.
- El artículo 46, los montos recaudados por los municipios por concepto del manejo de residuos sólidos deben ser depositados en una cuenta especial intangible que solo podrá ser utilizada para la gestión municipal de residuos sólidos.

- e. Decreto Supremo N° 057-2004-PCM, Reglamento de la Ley 27314
- f. Norma Técnica de INDECOPI NTP 900.058, definen los colores a ser utilizados en los dispositivos de almacenamiento de residuos.
- g. Ley General del Medio Ambiente y Ley marco del sistema nacional de gestión ambiental. Ley N° 28245.
- h. Sentencias N° 0041-2004-AI/TC y N° 00053-2004-AI/TC, del Tribunal Constitucional sobre Expedientes que establece los criterios a ser aplicados por las municipalidades para cobranza de deudas por arbitrios de limpieza pública del periodo 2004 y 2005.

En cuanto a las normas municipales se tiene:

Ley N° 23853, Ley Orgánica de Municipalidades y su Reglamento D.S. N° 007-85-VC; normas de carácter general que establecen competencias, funciones y responsabilidades de los gobiernos locales en lo referido a los servicios de limpieza pública y ornato dentro de sus respectivas jurisdicciones. El artículo 65, señala que todos los vecinos, personas naturales o jurídicas están obligados a pagar el arbitrio de limpieza pública para financiar las actividades de gestión de residuos sólidos; asimismo, según el Art. 66° los responsables de la gestión de residuos sólidos que generan, deberán cubrir sus costos en forma directa (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2005).

Por lo que se planteó realizar un plan de gestión de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de La Banda del Shilcayo, Departamento de San Martín.

## **II. MATERIAL Y METODOS**

### **2.1. MATERIAL**

#### **Área de Estudio**

La investigación se realizó en La Municipalidad del distrito de la Banda de Shilcayo, Departamento de San Martín a 15 km de Tarapoto (Figura 1); geográficamente ubicado a 6°29'48"S y 76°20'52" (Google Earth, 2010).

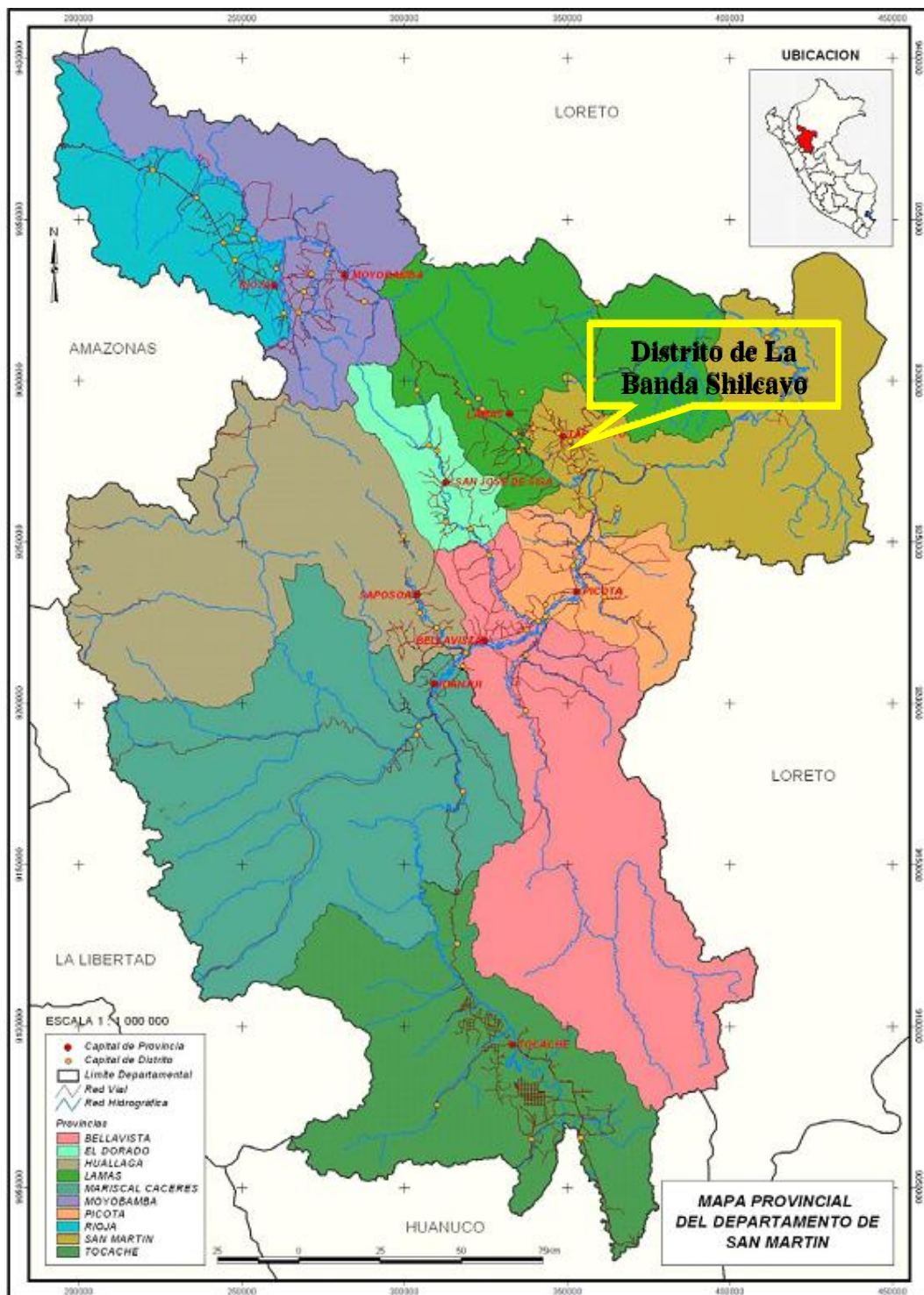
#### **Muestra**

La Municipalidad del distrito de la Banda de Shilcayo se encarga de la recolección de los residuos domiciliarios, barrido de calles, limpieza de cunetas, como así también de una serie de servicios especiales que se relacionan con el recojo de residuos voluminosos, residuos de jardinería.

Los datos fueron tomados durante el 2007, en el sector urbano y el sector marginal de este distrito que tiene 22 asentamientos humanos (AAHH), se visitó las 81 viviendas de muestra sorteadas y se les solicitó a sus habitantes responder las interrogantes preparadas en una entrevista planificada para tal fin y que tuvo las siguientes variables:

- Identificación del entrevistado.
- Edad y sexo
- Nivel de escolaridad.
- Actividad.
- Conocimientos generales del tema de los residuos sólidos domiciliarios.
- Conocimientos del tema reciclaje.





**Figura 1.** Mapa de ubicación del Distrito de La Banda Shilcayo.

**Fuente:** Región San Martín (2007).

## 2.2. MÉTODOS

### Metodología para la recolección de los residuos reciclables

➤ **Recolección de residuos orgánicos:**

Se eligió la metodología de recogida en contenedores de 0.9 m<sup>3</sup>, especialmente distribuidos y diseñados con las dimensiones de 0,30 x 0,30 x 1,00 ubicados en todas las esquinas (o próximos a ellas), donde cada ochava tuvo un contenedor diferente y cada esquina un promedio de cinco contenedores, Correspondiendo: Uno para residuos orgánicos, otro para plásticos, otro para papel y cartón, un cuarto para metales ferrosos y el último para no ferrosos, lo que da un total de 580 contenedores para cada tipo de residuos. En relación al dimensionamiento del sistema de recogida, se tomó como base el valor máximo alcanzado para la recolección de residuos (Diciembre de 2007).

Para la recolección de los RSD se contó con: 02 camiones semipesados con chasis largo y doble eje trasero, equipados con caja compactadora de 18 m<sup>3</sup>

➤ **Recursos humanos:**

- 03 cargadores turno noche
- 01 chofer turno noche
- 01 supervisor turno noche

➤ **Recolección de residuos sólidos:**

Se contó con 580 contenedores para los plásticos, papel y cartón, metales ferrosos y metales no ferrosos, haciendo un total de 2320

contenedores metálicos. Además se contó con un camión con chasis largo y triple eje trasero para la carga de 4 456 toneladas de RR.SS, 1 chofer y 4 obreros

➤ **Recolección de los residuos no reciclables y de residuos peligrosos:**

Los residuos peligrosos como no pueden ser dispuestos en la vía pública, junto con los orgánicos y otros residuos, fueron seleccionados en una bolsa de color rojo, para lo cual se contó con un vehículo carguero de 0,9 toneladas, un obrero y un chofer para el turno día y un supervisor.

### III. RESULTADOS

La población entrevistada, de acuerdo a la edad, estuvo distribuida entre los 18 y los 90 años; encontrándose en mayor número las mujeres en el grupo de edad comprendido entre los 31 y 50 años. Los varones entrevistados fueron en menor número y el mayor porcentaje de ellos ocurrió en el grupo de edad de 61-70 años (Tabla 1).

**Tabla 1.** Población entrevistada por grupos de edades y sexo EN EL Distrito de La Banda Del Shilcayo, durante el 2007.

Intervalo de Edad	Género		
	Hombres	Mujeres	Total
	%		
18 – 20	0,0	2,5	2,5
21 – 25	0,0	2,5	2,5
26 – 30	2,5	8,6	11,1
31 – 40	2,5	17,3	19,8
41 – 50	2,5	17,3	19,8
51 – 60	1,2	9,9	11,1
61 – 70	8,6	8,6	17,2
71 – 80	3,7	8,6	12,3
81 – 90	2,5	1,2	3,7
<b>Total</b>	<b>23,5</b>	<b>76,5</b>	<b>100,0</b>

Por otro lado el nivel educacional más frecuente fue el de primaria incompleta (38,3%), seguido de secundaria completa (17,3), conforme se puede apreciar en el Tabla 2.

**Tabla 2.** Nivel de Educación de los entrevistados en el Distrito de La Banda del Shilcayo.

Nivel educacional	Entrevistados según educación
	(%)
<b>Analfabeto</b>	7,4
<b>Ed. Primaria incompleta</b>	38,3
<b>Ed. Primaria completa</b>	11,1
<b>Ed. Secundaria incompleta</b>	12,3
<b>Ed. Secundaria completa</b>	17,3
<b>Ed. Superior incompleta</b>	2,5
<b>Ed. Superior completa</b>	11,1
<b>Total</b>	<b>100,0</b>

Respecto al ingreso mensual, el 33% de los entrevistados manifestó que percibían, entre S/. 300 y S/.600 y el 28,4% manifestó percibir menos de S/.300 (Tabla 3).

**Tabla 3.** Ingreso Familiar de los Jefes de familia entrevistados (en Nuevos Soles) en el Distrito de la Banda del Shilcayo, Departamento de San Martín, durante el 2007.

<b>Ingreso mensual</b>	<b>Jefes de familia</b>
(S/.)	(%)
Menos de 300	28,4
300 – 600	33,3
601 – 900	14,8
901 – 1 000	9,9
Más de 1 000	13,6
<b>Total</b>	<b>100,0</b>

En el tabla 4 se puede apreciar que la mayoría de las mujeres y hombres entrevistados no tenían conocimiento de lo que son los residuos sólidos domiciliarios (RSD).

**Tabla 4.** Conocimiento de los entrevistados sobre RSD en el Distrito de La Banda Del Shilcayo, durante el 2007.

<b>Género</b>	<b>Conocimiento del concepto RSD (%)</b>		
	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Total</b>
<b>Masculino</b>	<b>8,7</b>	<b>14,8</b>	<b>23,5</b>
<b>Femenino</b>	<b>16,0</b>	<b>60,5</b>	<b>76,5</b>
<b>Total</b>	<b>24,7</b>	<b>75,3</b>	<b>100,0</b>

En el Tabla 5 se observa que los grupos de edad 31-40 y 41-50 tenían conocimiento de lo que significa la separación de la basura en el punto de origen.

**Tabla 5.** Conocimiento de separación de basura relacionado con la edad en el Distrito de la Banda del Shilcayo durante el 2007.

Intervalo de Edad (Años)	Conocimiento de separación de la basura en el punto de origen		
	%		
	Si	No	Total
18 – 20	0,00	2,47	2,47
21 – 25	0,00	2,47	2,47
26 – 30	7,41	3,70	11,11
31 – 40	11,11	8,64	19,75
41 – 50	11,11	8,64	19,75
51 – 60	6,17	4,94	11,11
61 – 70	4,94	12,34	17,28
71 – 80	1,24	11,11	12,35
81 – 90	1,24	2,47	3,71
<b>Total</b>	<b>43,22</b>	<b>56,78</b>	<b>100,0</b>

En el tabla 6 se aprecia que el 56 % de los pobladores no tenían conocimiento de La separación de la basura en su punto de generación, contando la mayoría de ellos solo con educación primaria incompleta.

**Tabla 6.** Conocimiento de separación de basura por nivel de educación.

Nivel educacional	Conocimiento de separación en origen de la basura		
	(%)		
	Si	No	Total
Analfabeto	0,0	7,4	7,4
Ed. Primaria incompleta	5,0	33,3	38,3
Ed. Primaria completa	4,9	6,2	11,1
Ed. Secundaria incompleta	9,9	2,4	12,3
Ed. Secundaria completa	12,3	5,0	17,3
Ed. Superior incompleta	2,5	0,0	2,5
Ed. Superior completa	8,6	2,5	11,1
Total	43,2	56,8	100,0

A través de los trabajos realizados en el Sistema de Información Geográfica se pudo apreciar que las características del área de estudio fueron de 920 cuadras, 580 ochavos y 6000 hogares (Tabla 7).



**Tabla 7.** Características del área de estudio del Distrito Banda del Shilcayo, San Martín.

<b>Superficie Total</b>	<b>286 68 Km. 2 equivalente a 28 888 hectáreas</b>
Cuadras	920
Ochavos	580 ± 4%
Hogares	6000
Habitantes	26198

En el Tabla 8, se observa que 32 viviendas del sector urbano (78%) hicieron una selección de RSD buena y apenas el 4% hizo una selección mala de los RSD. En cambio en el Sector Rural la selección buena fue realizada solo por el 47% de los pobladores (Tabla 9).

**Tabla 8.** Selección de Residuos Sólidos Domiciliarios sector urbano de 41 viviendas del Distrito de la Banda de Shilcayo.

<b>Evaluación</b>	<b>Número de viviendas</b>	<b>%</b>
Buena	32	78
Regular	7	18
Mala	2	4
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

**Tabla 9.** Evaluación de selección de Residuos Sólidos Domiciliarios sector marginal de 41 viviendas Del Distrito de la Banda de Shilcayo.

<b>Evaluación</b>	<b>Número de viviendas</b>	<b>%</b>
Buena	19	47
Regular	18	45
Mala	4	8
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

En el tabla 10 se observa que los RSD, tanto en el sector urbano como marginal, que más se generaron en el Distrito de La Banda del Shilcayo fueron los orgánicos (más del 67%); mientras que el cobre y el hierro se generaron en menor cantidad.

**Tabla 10.** Comparación de los tipos del de RSD sector urbano y el Sector Marginal del Distrito de la Banda de Shilcayo.

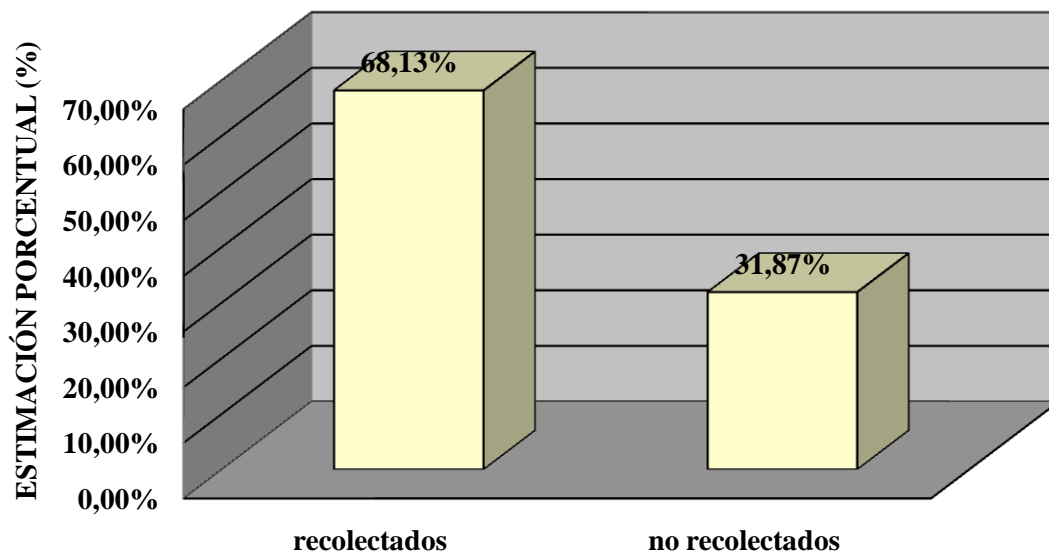
Composición de los residuos sólidos domiciliarios	Sector			
	Sector		Sector	
	Kg.	%	Kg.	%
D. Orgánicos	103,882	67,88	41,075	67,17
D. Plásticos	21,250	13,89	3,651	5,93
D. Papeles , Cartón	8,000	5,23	4,000	6,56
Aluminio	9,000	5,78	1,000	1,64
Cobre	4,000	2,61	0,500	0,82
Hierro	6,122	4,00	3,920	6,43
D. Tóxicos	0,778	0,51	7,003	11,45
<b>Total</b>	<b>153,032</b>	<b>100,00</b>	<b>61,152</b>	<b>100,00</b>

En tabla 11 se observa la cantidad promedio y tipo de RSD generados en el distrito de La Banda del Shilcayo, observándose que los más representativos fueron los residuos orgánicos, seguido de los desechos plásticos y los desechos compuestos de papel y cartón.

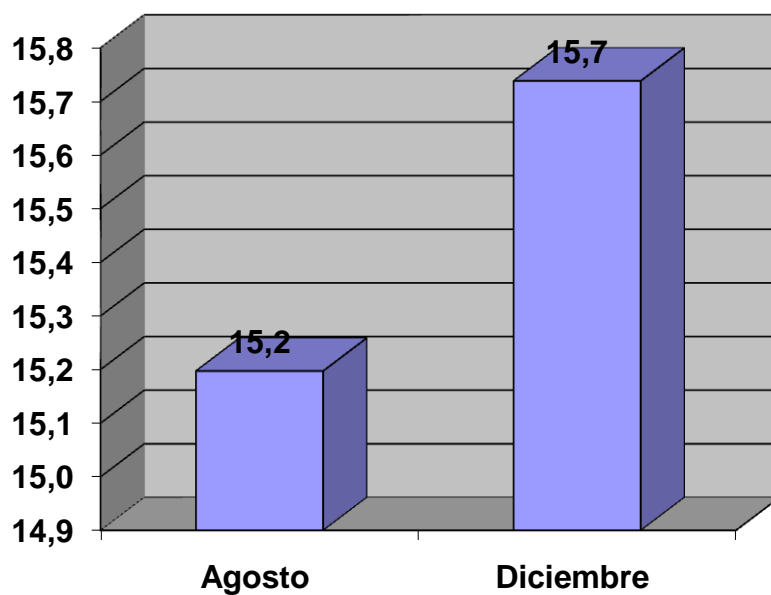
**Tabla 11.** Estimación promedio en Toneladas de la producción de RSD del Distrito de la Banda de Shilcayo.

Tipos de RSD	Estimación promedio de la producción de residuos domiciliarios (TN)		
	Diaria	Mensual	Anual
	D. Orgánicos	1 072 456,00	321 736,8
D. Plásticos	1 810,64	54 319,2	651 830,4
D. Papeles , Cartón	869,00	26 070,0	312 840,0
Aluminio	719,00	21 570,0	258 840,0
Cobre	33 617,00	10 085,1	121 021,2
Hierro	72 215,00	21 664,5	259 974,0
D. Tóxicas	55 712,00	16 713,6	200 563,2
<b>Total</b>	<b>15,73864</b>	<b>472 159,2</b>	<b>5 665 9104,4</b>

Respecto a la recolección de basura, la municipalidad fue la responsable de la limpieza, recolección y transporte de 15 738,64 toneladas de residuos diarios, de los cuales el 68,13% corresponde a los residuos recolectados por los camiones afectados a los recorridos que se encargan de los residuos domiciliarios lo que da un valor de 472 159,2 toneladas mensuales, con un incremento de 3,5% y el 31,87% es residuo sólido no recogido y que es arrojado en terrenos baldíos, quebradas y ríos. Como se observa en el cuadro de evolución de residuos recolectados en el periodo agosto a diciembre del 2007 (Figura 1).



**Figura 2.** Estimación porcentual de RSD recolectados y no recolectados del Distrito de la Banda de Shilcayo.



**Figura 3.** Evolución de residuos recolectados en el periodo agosto - diciembre, 2007.

El servicio implicó al Gobierno Municipal la erogación de dinero solo por recoger y llevarlo al botadero de Yacucatina; la tabla 12 permite apreciar el costo total realizado mes a mes en el año 2007 que da un total de \$ 421 046 anuales.

**Tabla 12.** Costo por tonelada de residuos que gasta la municipalidad.

<b>Empresa</b>	<b>Concepto</b>	<b>Costo por tonelada</b>	<b>Costo anual</b>
		<b>(\$)</b>	<b>(\$)</b>
Municipalidad	Limpieza, recojo y transporte	8,27	421 046
Municipalidad	Disposición final	0.00	0.00

Conociendo la cantidad de residuos generados en el área de estudio, se caracterizaron los residuos sólidos, conforme se puede apreciar en la tabla 13. Con respecto a las cantidades factibles de ser desviadas del proceso de disposición final (Relleno sanitario), se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 13).

**Tabla 13.** Composición porcentual de los RSD en el distrito de La Banda del Shilcayo.

Tipos de RSD	Composición diaria de los Residuos Sólidos Domiciliarios en el distrito de la Banda de Shilcayo	
	Kg.	%
D. Orgánicos	10 724,56	68,14
D. Plásticos	1 810,64	11,50
D. Papeles , Cartón	869,00	5,50
Aluminio	719,00	4,67
Cobre	336,17	2,10
Hierro	72 2,15	4,69
D. Tóxicas	557,12	3,63
<b>Total</b>	<b>15 738,64</b>	<b>100,00</b>

### **Estimación del índice de recuperación de los residuos reciclables:**

Cuando se estima este índice, siempre se trabaja sobre valores como la cantidad de habitantes que participan en el plan, los residuos generados per cápita, el porcentaje de la fracción de residuos en estudio y dependiendo de la ubicación del contenedor, entran en juego otras variables, la cantidad de residuos recuperada y la cantidad de habitantes que participan en el plan. Por tal motivo, se considera que la distancia al contenedor es lo que garantizará, o no, la participación de la comunidad. (Empresa Metropolitana de Residuos Sólidos, 2001)

Por eso se eligió en este trabajo, ubicar los contenedores en la vía pública en todas las ochavas (o cercanas a ellas) del área, con el fin que cada vecino no deba desplazarse más de cincuenta metros (Morán, 1995).

No debe olvidarse que el área en estudio, cuenta con un importante aporte de ciudadanos provenientes del resto del distrito de la Banda de Shilcayo, que se desplazan diariamente para realizar sus actividades, lo que aumentará la cantidad de residuos a recolectar.

Ahora bien, es cierto que para cubrir todas las ochavas son necesarios 580 contenedores y a pesar de ser una cantidad considerable, es una manera de prestar un muy buen servicio a la comunidad, lo que permitirá disponer los residuos inorgánicos a cualquier hora y en cualquier lugar ya sea por parte los vecinos como de los que no lo son. De todos modos, el índice de recuperación tiene una vinculación directa con el rol del Gobierno Municipal, quien determinará mediante la impulsión de una campaña especial para educación de la población, a qué índice quiere llegar (Mitchel, 1999).



En este trabajo se estimó el índice de recuperación en un 100% de las fracciones a elegir, no porque el sistema elegido sea perfecto, sino porque desde el punto de vista económico, obliga al desarrollo de un sistema que si bien estará sobredimensionado, permitirá tener una idea bien clara de cuáles son las posibilidades de comprobar la hipótesis elegida. Si bien el sobredimensionamiento del sistema juega en contra de la hipótesis elegida, permite que su comprobación sea mucho más desafiante y minimizar el margen de error (Banco Mundial, 1991).

### **Reciclado del Plástico:**

El caso del plástico es muy particular y a la vez decepcionante. Dentro de los residuos domiciliarios existen más de siete variedades y la primer problemática que se encontró para reciclarlos fue la mala, escasa o nula clasificación de origen según el tipo de polímero utilizado para su fabricación, lo cual dificulta aún más al usuario su separación (ISWA – ARS, 1999).

Pero independientemente de su clasificación, el estudio de mercado realizado demostró las siguientes recicladoras mostraron interés por la compra plásticos domiciliarios:

- Recicladora Klaus
- Recicladora Castillo
- Recicladora Elias
- Recicladora Eder

Observándose en el tabla 14 el precio por tonelada de plástico.

**Tabla 14.** Precio de compra de plásticos por tonelada.

<b>EMPRESA</b>	<b>plásticos</b>
Recicladora Klaus	\$ 160,00
Recicladora Castillo.	\$ 160,00
Recicladora Eder	\$ 160,00
Recicladora Elías	\$ 160,00

**Reciclado del papel y del cartón:**

El estudio realizado para insertar los residuos de papel y cartón, luego de consultar a las empresas, Recicladora Klaus, Recicladora Eder Torres, Recicladora Castillo y recicladora Elías, permitió obtener los resultados que se reflejan en la tabla 15.

**Tabla 15.** Precio de compra de papel y cartón por tonelada.

<b>SCRAP/EMPRESA</b>	<b>R. Klaus</b>	<b>R. Eder</b>	<b>R. Castillo</b>	<b>R. Elías</b>
Papel y cartón mezcla	-----	-----	\$ 150.00	\$ 100.00
Papel de segunda	\$ 60.00	-----	-----	-----
Papel de diario	\$ 90.00	-----	-----	-----
Diario de devolución	\$ 100.00	-----	-----	-----
Cartón corrugado	\$ 110.00	\$ 110	-----	-----
Papel escritura	\$ 180.00	-----	-----	-----
Formulario continuo	\$ 220.00	-----	-----	-----
Papel obra	\$ 380.00	-----	-----	-----
Papel Kraft	\$ 250.00	\$ 200	-----	-----

**Reciclado de los metales no ferrosos:**

- a. **Reciclado del aluminio:** Se realizó el mismo procedimiento para la chatarra de aluminio, consultando a las empresas: Metalúrgica Rocha, Fundición Mancilla y Recicladora Klaus. El resultado obtenido fue el siguiente:

**Tabla 16.** Precio de compra de chatarra de aluminio por tonelada.

<b>EMPRESA</b>	<b>LATAS</b>	<b>MENAJE</b>	<b>MEZCLA</b>
Metalúrgica Rocha	\$ 700,00	\$ 1000,00	\$ 800,00
Fundición Mancilla	\$ 700,00	\$ 1000,00	\$ 800,00
Recicladora Klaus	\$ 700,00	\$ 1000,00	\$ 800,00

Para el reciclado de aluminio, se siguen las mismas indicaciones que para el papel, respecto de como se encuentran los mismos contaminados por otros materiales aunque en este caso la exigencia es mucho mayor que la del papel, pudiendo ser descartada la partida si no se respetan los tipos de aleaciones. Para ello, es necesario separar las latas y el menaje limpio de otros residuos como son: orgánicos, hojalata, vidrio e inclusive papel de aluminio de cocina usado, entre otros contaminantes (Schoroder, 1999).

- b. Reciclado del cobre:** Se realizó el mismo procedimiento para la chatarra de cobre, consultando a las empresas: Metalúrgica Rocha, Fundición Mancilla y Recicladora Klaus. El resultado obtenido fue el siguiente:

**Tabla 17.** Precio de compra de chatarra de cobre por tonelada.

<b>EMPRESA</b>	<b>CONDUCTORES DE BOBINADO</b>	<b>CONDUCTORES GRUESOS</b>	<b>MEZCLA BRONCE</b>
Metalúrgica Rocha	\$ 5500,00	\$ 6000,00	\$ 3000,00
Fundición Mancilla	\$ 5500,00	\$ 6000,00	\$ 3000,00
Recicladora Klaus	\$ 5500,00	\$ 6000,00	\$ 3000,00

**Reciclado de los metales ferrosos:**

- a. Reciclado de la hojalata:** Se constató en cuatro recicladores que compran hojalata y hierro pesado que el precio de este material fluctuó entre 180 y 200 dólares (Tabla 18).

**Tabla 18.** Precio de compra de chatarra de hojalata por tonelada

<b>EMPRESA</b>	<b>HOJALATA</b>
Recicladora Klaus	\$ 180,00
Recicladora Castillo.	\$ 190,00
Recicladota Eder	\$ 200,00
Recicladota Elías	\$ 200,00

#### IV. DISCUSIÓN

La prestación del servicio de la recolección de los residuos sólidos urbanos es realizada por el municipio quien de manera directa, siendo los responsables directos del mismo las Direcciones de Limpieza y Servicios públicos del distrito de La Banda de Shilcayo, ésta se hace cargo de la recolección en las zonas pavimentadas y en el 40 % de las calles, la recolección de residuos se realiza tres veces por semana, mientras que en el resto de la ciudad, entre una y dos veces por semana, de acuerdo con el estado de las calles a recorrer.

En ningún sector de la población se ha instalado contenedores, la producción diaria de residuos sólidos domiciliarios es de aproximadamente 15,79 toneladas. Esto no incluye los residuos, comerciales, de establecimientos educativos, de clínicas, sanatorios y hospitales. No se cuantifica aquí la tierra de barrido de las calles, las ramas y los escombros.

Considerando que el distrito de la Banda de Shilcayo tiene una población superior a 26.000 habitantes (INEI, 2001), puede estimarse una producción diaria de 605 gramos de residuos por habitante.

El casco céntrico de la ciudad, posee una superficie de 2 km<sup>2</sup>, produce algo más de 11.17 toneladas diarias de residuos, es decir el 71% del total recolectado en la ciudad. En tanto, el resto de la ciudad produce entre 4.56 toneladas de residuos, es decir el 29% del total generado. En este sentido cabe decir que, la composición y cantidad de residuos depende de la estructura socio-espacial. Se produce la mayor cantidad residuos orgánicos en la clase

relativamente alta, con mayor poder adquisitivo y dotada con todos los servicios municipales, que la clase media y baja ubicada en zonas marginales más alejadas o periféricas con deficiencias en los diferentes servicios públicos (Varas, 1999).

La disposición final de los residuos reciclables y no reciclables es responsabilidad de la Municipalidad de la Banda de Shilcayo, ciudad que al igual que otras tantas de nuestro país, dispone de distintos predios destinados al vuelco de los residuos sólidos domiciliarios recolectados diariamente. Actualmente está habilitado como basural municipal, un predio denominado Yacucatina localizado al sur de la ciudad, y está situado a solo 4 kilómetros del área comercial de la ciudad; constituye un vertedero a cielo abierto, donde se dispersan todos los residuos domiciliarios juntos: Materia orgánica, plásticos, pilas, vidrios, latas y otros, sin tener en cuenta los diferentes tiempos de descomposición de cada elemento, la toxicidad de algunos de ellos (como las pilas) y el volumen que ocupan ciertos materiales. (AIDIS *et al.*, 1996; Suarez, 1998). Además se va extendiendo desordenadamente ocupando amplias superficies de sus inmediaciones.

Este espacio también se caracteriza por desprendimiento de humos densos, muy tóxicos, generados por la combustión espontánea de algunos materiales o por fuegos que producen algunas personas cuando queman la gran diversidad y mezcla de residuos (Centro de Investigación Social y Educación Popular, 1997).

Por este motivo, el basural de Yacucatina a cielo abierto es considerado muy contaminante, e inconscientemente se favorece el crecimiento poblacional de virus, bacterias, hongos, roedores e insectos. Si a esto se suma las más de 200 personas de diferentes edades que diariamente realizan la separación informal de la basura, como así también los animales porcinos que se alimentan de restos, provocan una situación ambiental sumamente crítica en el área y en su entorno.

Desde un punto de vista integral, la salud, el bienestar y la enfermedad son consecuencias de la interacción del hombre con su medio. En este sentido, las enfermedades que mayor peso tienen sobre la mortalidad no provienen de causas aisladas, sino que se las puede considerar como un fenómeno desencadenado por un conjunto de causas biológicas, ambientales y sociales (Jaramillo, 1991).

De esta manera, los riesgos asociados al inadecuado manejo de los residuos sólidos en un período largo de tiempo son la transmisión de determinadas enfermedades: que pueden producirse por contacto directo con los residuos y por la vía indirecta a través de los vectores o transmisores más comunes como moscas, mosquitos, cucarachas, ratas, perros y gatos callejeros que comen de la basura. Según la Oficina Panamericana de Salud (OPS) (2003), la acumulación de los residuos urbanos, puede causar más de 40 enfermedades que producen desde una simple colitis pasajera hasta infecciones de todo tipo que podrían ocasionar la muerte. En este sentido, los más vulnerables a sufrir cualquier tipo de enfermedades infecciosas, parasitarias o respiratorias son los niños menores de 5 años, los bebés recién nacidos y las personas de mayor edad, siendo mayor el riesgo para la población de muy bajos recursos. Este tipo de población, por lo



general carece de un seguro social que pueda cubrirle los costos de las enfermedades, por lo cual es fundamentalmente en esos sitios donde es alta la mortalidad infantil.

Algunas de las enfermedades que se registran en las unidades sanitarias y que están directamente relacionadas con la basura son: hepatitis virósica, toxoplasmosis, fiebre tifoidea y poliomielitis, al igual que otras patologías como las broncopulmonares, los broncoespasmos, el asma (adquiridas por vía respiratoria) y las enfermedades de la piel y los problemas intestinales como la diarrea aguda, que constituyen los trastornos más frecuentes provocados por el contacto directo con los desechos que tienen las personas que viven en el basural municipal y en áreas muy próximas. Por lo tanto, no se puede dejar de mencionar la importancia sanitaria de la contaminación ambiental por residuos con sus correspondientes consecuencias negativas (MINSA, 2009).

Esto en una ciudad como La Banda del Shilcayo, donde la pobreza y la miseria avanzan, representa un problema social muy importante para el grupo humano (hombres, mujeres y niños) que remueven y tratan de rescatar basuras al margen de las más elementales normas de higiene y seguridad, sin tomar conciencia sobre cómo puede verse afectada su salud.

También se debe considerar a la contaminación del aire en forma paralela a las infecciones que promueve la exposición de la basura al medio ambiente urbano, la quema de residuos a la que recurren los pobladores de algunos barrios periféricos y en basural municipal, en ocasiones puede derivar en lesiones muy graves para el sistema respiratorio, puesto que produce la suspensión de partículas

que pueden ser altamente contaminantes; si a esto le agregamos los malos olores que producen, estamos en presencia de las principales causas de contaminación del aire que respiran los habitantes de la ciudad (Varas, 1999; Perloff, 1973 y Muscar, 1987).

Otro de los riesgos asociados al inadecuado manejo de los residuos sólidos fue la contaminación del agua, esta contaminación es producida por algunos residuos (productos de la actividad humana) sobre los recursos hídricos constituye uno de los problemas ambientales que caracterizan al distrito de la Banda de Shilcayo, ocasionando un deterioro en casi todos los elementos del sistema fluvial; dicha contaminación proviene en su mayoría de la descarga, en forma consciente, de líquidos cloacales y del arrojo de residuos de origen doméstico sobre el río Shilcayo. Constituye una gran cantidad de basura que a veces no puede visualizarse debido a la abundante vegetación que cubre el agua, a lo cual hay que agregar que se producen en muchos casos asentamientos de población en sus márgenes, quienes en determinadas ocasiones desarrollan actividades antisociales (Drogadicción, pandillaje) hacen que la misma se vaya colmatando y generando olores nauseabundos donde proliferan todo tipo de insectos, originando además de la contaminación de las napas subterráneas, un importante deterioro visual (Muscar, 1987).

La Contaminación de suelos también está muy relacionada con los riesgos asociados al inadecuado manejo de los residuos sólidos; los suelos pueden ser alterados en su estructura debido a la acción de los líquidos percolados, que al contaminarlos, los dejan inutilizados por largos periodos de tiempo. La

contaminación del suelo es producto del sedimento de las aguas de inundación y de los anegamientos transitorios debido a las precipitaciones (Miraguano, 2004). Es importante destacar el impacto que sufren los suelos en las zonas del basural municipal y los numerosos micro basurales que se originan en esquinas, en terrenos baldíos, de avenidas, riberas del río Shilcayo, bordes de lagunas y en los principales accesos urbanos, en los sectores marginales, se suma la carencia de una red cloacal y la falta de agua potable, beneficios que están íntimamente relacionados con las prácticas higiénicas y con la salud de la población. Es decir que, la procedencia y abastecimiento de agua y el servicio de cloacas son dos de los principales indicadores que permiten analizar la calidad de vida de los habitantes (Perloff, 1973).

En cuanto al primero de ellos, es importante advertir que existen en determinados sectores periféricos de la ciudad, el 90 % de los hogares sin agua de red; cabe aclarar que los mismos presentan además los niveles más críticos respecto a la mortalidad infantil y a las condiciones de salud, a causa de algunas enfermedades infecciosas y parasitarias, muchas de ellas originadas por el contacto con los residuos en estados de descomposición (Morán 1995).

En estos sectores de la ciudad, las aguas servidas y las excretas representan un riesgo de trascendencia para la salud pública y especialmente en lo que se refiere a la supervivencia infantil, por la alta concentración de organismos patógenos y sustancias químicas orgánicas e inorgánicas que contienen. Existen otras enfermedades de significado importante que están muy relacionadas con la falta de suministro de agua, el mal saneamiento, la eliminación inapropiada de las

excretas y la falta de higiene personal, entre las cuales se puede citar a la gastroenteritis y la diarrea. Cabe destacar la falta de una planta de oxidación de los líquidos cloacales, carencia que hacen que los mismos sean descargados sin el debido tratamiento sobre el río Shilcayo señalados, con la consiguiente contaminación que ello supone (Amendola, 1984).

## **V. PROPUESTA**

### **5.1. Guía para el manejo de Residuos Sólidos en el sector rural**

Con las experiencias de la investigación para una ciudad de 26,00 habitantes esta Guía brinda, nociones básicas para el manejo de los residuos sólidos en zonas rurales de aproximadamente 1.000 habitantes.

En la primera sección se desarrolla conceptos y técnicas para la evaluación, recolección, reciclaje y disposición final de residuos sólidos, sin detallar diseños técnicos. Los aspectos referidos a la educación sanitaria y planificación del servicio de limpieza pública se describen en la segunda sección. En la tercera sección se incluye modalidades de organización y financiamiento de los servicios de manejo de residuos sólidos.

### **5.2. El Servicio de Limpieza Pública**

La Guía desarrolla los aspectos de limpieza pública en zonas rurales las siete etapas más comunes:

- a) Producción o generación
- b) Almacenamiento
- c) Barrido
- d) Recolección
- e) Transporte
- f) Reciclaje
- g) Disposición final

### **5.2.1. Enfoque integral del manejo de residuos sólidos.**

El manejo y tratamiento de residuos sólidos se debe realizar con una visión integral que considere los factores propios de cada localidad para asegurar su sostenibilidad y beneficios. (CEPIS, 2 000)

### **5.2.2. Objetivo del servicio de limpieza pública**

El objetivo del servicio de limpieza pública, cualquiera sea el tamaño de la localidad, es proteger la salud de la población y mantener un ambiente agradable y sano. Esto se logrará si el servicio de limpieza pública atiende a la mayoría de los pobladores y si maneja adecuadamente cada etapa, desde la producción y almacenamiento en el hogar hasta la disposición final. (Battaglia, 1998)

### **5.2.3. Producción y manejo de residuos sólidos en el domicilio**

Todos los residuos sólidos no tienen las mismas características. El volumen y tipo de residuos que se generan en los sectores rurales pueden variar de comunidad en comunidad y son diferentes a los producidos en las grandes ciudades. Las características dependen de la actividad que los genera y es conveniente conocer el tipo y volumen de residuo que produce cada actividad para desarrollar métodos de manejo apropiados. Las fuentes que producen residuos sólidos con características peculiares son:

- Viviendas
- Mercados y ferias
- Hospitales
- Colegios
- Mataderos

- Agricultura
- Ganadería
- Otros (pequeña agro-industria, minería, artesanía, etc.).

A veces resulta más conveniente recolectar y tratar selectivamente o por separado cada uno de los distintos tipos de residuos sólidos. Ello depende del volumen, característica del residuo y, en el caso del reciclaje, de la oferta y demanda local de los productos reciclados. La cantidad y características de los residuos sólidos domésticos dependen principalmente de los hábitos. (Del Val, 1993)

#### **5.2.4. Generación y almacenamiento de residuos sólidos**

La producción de residuos sólidos se puede medir en valores unitarios como kilogramos de residuos. En relación a la producción de residuos sólidos domésticos en zonas rurales, se considera que cada habitante puede producir 0,1 a 0,4 Kg. /hab.-día, incluso 0,8 Kg./hab.-día. Se han registrado valores altos de producción per cápita en zonas rurales donde las familias criaban animales en la vivienda y las calles no estaban pavimentadas. En este último caso, los residuos domésticos contienen alta cantidad de estiércol y tierra. (Suarez, 1998)

### 5.2.5. Estimación indirecta de la producción per cápita de RSD En zonas rurales

Ejemplo 1: Estimación indirecta de la producción per cápita, densidad y composición de los residuos sólidos es: Las dos terceras partes de un poblado de 1.000 habitantes suele emplear a una persona que hace la recolección interdiaria de los residuos sólidos con una carreta tirada por caballos. La carreta tiene una capacidad de 250 Kg. y 1 metro de largo y ancho y se llena 0,80 metro de altura. Esta persona realiza dos viajes por día de trabajo hacia el botadero. En el botadero una persona alimenta a sus animales y obtiene 200 kilos de materia orgánica por día efectivo. Para mejorar y ampliar la cobertura del servicio a toda la población se necesita estimar la producción per cápita y total, densidad y contenido de materia orgánica e inorgánica.

- i. Producción per cápita:

Cantidad de residuos recolectados interdiario:

$$250 \text{ Kg.} \times 2 \text{ viajes} = 500 \text{ Kg.}$$

Cantidad de residuos que se producen a diario:

$$500 \text{ Kg.} / 2 = 250 \text{ Kg.}$$

- ii. Producción total de residuos:

250 Kg/día ----- 2/3 de la población

“x” Kg/día ----- Total de la población =>  $x = 375 \text{ Kg./día}$

- iii. Producción per cápita (ppc)

$$\text{ppc} = 375 \text{ Kg/día} / 1000 \text{ habitantes} = 0,375 \text{ Kg. /hab.-día}$$



iv. Densidad

$$\text{Volumen de la carreta: } 1 \times 1 \times 0,80 = 0,80 \text{ m}^3$$

$$\text{Densidad: } 250 \text{ Kg} / 0,80 \text{ m}^3 = 312,5 \text{ Kg/m}^3$$

v. Composición aproximada:

$$\text{Contenido de materia orgánica} = 200 \text{ Kg} / (250 \text{ Kg} \times 2 \text{ veces}) = 0,4 \text{ (40\%)}$$

$$\text{Contenido de materia inorgánica} = 100\% - 40\% = 60\%$$

### **5.2.6. La disposición final**

La disposición final en rellenos sanitarios es la práctica más común y aceptada y permite disponer los distintos tipos de residuos que se encuentran en las ciudades pequeñas y poblados rurales. Este método se puede aplicar en ciudades grandes y hasta en pequeños bloques de viviendas o familias individuales. El relleno sanitario consiste en el enterramiento ordenado y sistemático de los residuos sólidos compactados en el menor espacio posible a fin de minimizar los potenciales impactos negativos en la salud y ambiente (Morán, 1995)

De acuerdo a las características del área se puede construir tres tipos de relleno sanitario: de zanja, superficie y ladera. Por lo general, el relleno sanitario de zanja se construye en zonas planas donde se excavan trincheras para depositar los residuos sólidos. En el relleno sanitario de superficie se cubren los residuos con tierra en la misma superficie del terreno, mientras que en el relleno sanitario de ladera se trata de aprovechar las depresiones o taludes naturales para disponer los residuos sólidos (Jaramillo, 1991).

### 5.2.7. Relleno sanitario manual (RSM)

Los pasos para diseñar un RSM son:

i. Ubicación del lugar

La localización del RSM se realiza mediante sucesivas inspecciones de campo. Los mapas, planos topográficos e indicaciones de la población, entre otros, son útiles para definir los lugares a visitar. En general, el área debe permitir un período de vida útil mínimo de 3 a 5 años. Ello depende de la cantidad de residuos sólidos que se van a tratar y del tamaño y características del área. Cálculo del área requerida

El área requerida depende de la cantidad de residuos sólidos que se van a depositar en el RSM (Jaramillo, 1991; Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2003).

Ejemplo 2. Estimación del área requerida para un RSM: Calcular el área de un RSM para la población del ejemplo 1, quienes utilizarán una cantera de 2,5 m de profundidad promedio y desean disponer del RSM por cinco años como mínimo.

- Producción total diaria: 375 Kg.
- Volumen diario:

$$\frac{375 \text{ kg}}{350 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 1,07\text{m}^3$$

Se asume una densidad de 350 Kg/m<sup>3</sup>

- Volumen requerido en 5 años:

$$\frac{1,07\text{m}^3}{1\text{día}} * \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ años}} * 5 \text{ años} = 1953 \text{ m}^3$$

- Dado que 20% es material de cobertura, se necesitará un volumen total (x) de:

$$x \text{ m}^3 = \frac{1953 \text{ m}^3 * 100\%}{80\%} = 2441 \text{ m}^3$$

El volumen total requerido fue de 2441 m<sup>3</sup>

- Área total requerida = 2441 m<sup>3</sup> / 2,5 m de altura = 977 m<sup>2</sup>

La tabla 20, muestra una estimación del área promedio para construir un RSM de 3 a 6 años de vida útil que sirve a una población de 1.000 a 5.000 personas con una ppc de 0,2 a 0,6 Kg./hab./día.

**Tabla 19.** Promedio de área para un RSM.

<b>Vida útil</b>				
<b>Población (habitantes)</b>	<b>(años)</b>			
	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
1.000	250 – 700	300 – 900	400 - 1.100	500 - 1.400
2.000	500 - 1.400	600 - 1.800	800 - 2.200	900 - 2700
3.000	700 – 2.000	900 – 2.700	1.100 – 3.300	1.400 – 4.000
4.000	900 – 2.700	1.200 – 3.600	1.500 – 4.400	1.800 - 5.300
5.000	1.100 – 3.300	1.500 – 4.400	1.900 – 5.500	2.200 – 6.600
<b>Área (m2)</b>				

El RSM debe ubicarse en las proximidades de la comunidad, pero no tan cerca a zonas habitadas porque el tratamiento de residuos sólidos

puede causar molestias a los vecinos. Una distancia razonable del RSM a la vivienda más próxima es 200 metros. De preferencia el RSM debe tener fácil acceso y material de cobertura disponible en el mismo lugar. (Doménech, 1994)

#### **5.2.8. Construcción de un RSM**

El RSM debe tener un mínimo de instalaciones que permitan el tratamiento de los residuos sólidos de manera higiénica, cómoda y organizada.

A continuación se describen las instalaciones mínimas que debe tener un RSM.

##### ***Vía de acceso***

La vía de acceso puede ser de material afirmado y debe permitir el tránsito de los vehículos con comodidad hasta el lugar donde se construyen las celdas para los residuos sólidos. El trazo de la vía de acceso debe estar claramente señalado de tal manera que las personas y vehículos de recolección transiten por los lugares que les corresponde. La vía de acceso se puede señalar con piedras pintadas de color claro, llantas alineadas una tras otra, u otro material disponible en la zona.

##### ***Caseta de uso múltiple***

Es recomendable construir una caseta con diversos ambientes para el almacenamiento de las herramientas, uniformes y equipos de seguridad en el trabajo; para los servicios higiénicos y facilidades de higiene personal; y eventualmente guardíanía. La caseta también puede servir de oficina para las labores administrativas y de control (registro de vehículos que ingresan, archivos de personal, contabilidad, etc.).

### ***Cerco perimétrico***

El cerco perimétrico sirve de cortina rompe viento, aislamiento visual del área de operaciones y delimitación del RSM. El cerco perimétrico también permite atrapar papeles y objetos livianos que el viento puede dispersar durante la operación del RSM. Se puede construir con materiales baratos como cañas, troncos, plantones y árboles nativos. Se debe evitar los materiales costosos (ladrillo, alambre de púas, prefabricados, etc.).

### ***Canal perimétrico***

El canal perimétrico es de suma importancia, sobre todo en zonas de lluvia para evitar que el agua superficial penetre en el RSM. El canal perimétrico debe tener una sección uniforme y por lo general puede ser excavado sin recubrimiento de concreto u otro material aislante.

### ***Drenes de líquidos contaminados***

Los residuos sólidos que se van depositando en el RSM tienden a producir líquidos con alta contaminación, a los que se denomina lixiviados. A fin de evitar que estos líquidos contaminen el agua subterránea o afloren a la superficie del RSM es necesario drenarlos por medio de canales. Los canales o drenes se construyen en la base del RSM de forma tal que capturen la mayoría de líquidos lixiviados.

### ***Impermeabilización del suelo***

En zonas de abundante lluvia y nivel de agua subterránea cerca a la superficie es necesario impermeabilizar la base del RSM a fin de evitar que los

líquidos lixiviados contaminen las aguas subterráneas. La impermeabilización se puede realizar con arcilla compactada.

### ***Chimeneas para la evacuación de gases***

El servicio de limpieza pública La descomposición de la materia orgánica presente en los residuos sólidos genera una serie de gases que deben ser evacuados de manera controlada. De lo contrario, estos gases pueden originar problemas en las viviendas cercanas y eventualmente incendios en el RSM. Las chimeneas pueden ser de piedra colocadas sobre un soporte y van creciendo verticalmente conforme la altura del RSM se incrementa. (Jaramillo, 1991)

### **5.2.9. Operación de un RSM**

El personal es el recurso más importante en la operación del RSM. Los operarios deben realizar las siguientes tareas:

- Recepción de los residuos sólidos.
- Construcción de la celda de residuos sólidos.
- Enterramiento y compactación de la celda.
- Limpieza y mantenimiento del RSM.

Las celdas deben tener una altura de 1,20 m con una cobertura de tierra de 5 a 10 cm y se deben construir y enterrar a diario, cuidando que el lugar presente un aspecto limpio al final de la jornada. (Chung, 2003)

### **5.2.10. El Reciclaje**

En términos generales, las ventajas ambientales del reciclaje resultan indiscutibles; sin embargo, los proyectos de reciclaje deben considerar el aspecto de sostenibilidad económica para garantizar que sus beneficios sean permanentes. Antes de iniciar un proyecto de reciclaje es conveniente evaluar los siguientes aspectos:

- Volumen y tipo de residuo sólido que se desea reciclar.
- Tecnología de reciclaje.
- Costos de inversión inicial, operación y mantenimiento del sistema de reciclaje.
- Uso y demanda de los productos reciclados.
- Precio de los productos reciclados.

Los proyectos de reciclaje se deben desarrollar con pleno conocimiento de sus implicancias económicas. En muchos casos, estos esfuerzos han atravesado dificultades económicas que han desalentado y paralizado este tipo de iniciativas. Sin embargo, sus ventajas no sólo se deben evaluar desde un punto de vista netamente económico sino también ambiental, por los beneficios que se derivan del mejor aprovechamiento de los recursos. (CEPIS, 2 000)

En zonas rurales no existen muchas posibilidades de reciclar residuos sólidos inorgánicos. Aparte de consideraciones económicas, la escasa demanda por parte de la industria y el bajo contenido de materiales inorgánicos reciclables en los residuos sólidos constituyen dos factores que limitan el reciclaje en estas zonas. De otro lado, el reciclaje de residuos sólidos orgánicos, como restos de

cocina, maleza, estiércol, etc., en determinados poblados pequeños y zonas rurales merece ser considerado como una alternativa viable. Esta práctica reduce considerablemente el volumen de residuos que se debe recolectar y disponer. Además, posibilita la recuperación y aprovechamiento de la fracción putrescible que normalmente causa molestias ambientales y acarrea riesgos a la salud. (Del Palacio, 1995)

En los poblados pequeños y zonas rurales, el reciclaje y disposición final se puede realizar en el mismo predio o cerca de la vivienda porque es común encontrar espacio suficiente para ello. De esta manera, se evita gastos y esfuerzos innecesarios de transporte y disposición final. Existen las siguientes alternativas para el reciclaje de residuos orgánicos:

- Compostificación
- Crianza de cerdos
- Lombricultura.



**Tabla 20.** Ventajas y desventajas de algunos métodos de reciclaje de residuos sólidos orgánicos.

<b>Descripción</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Compostificación	Fácil implementación a diversas escalas Bajo costo de operación y mantenimiento	Baja demanda del compostado por desconocimiento de sus ventajas La calidad del compostado puede no ser aceptable Rechazo a la forma de desarrollar la compostificación
Crianza de cerdos	Provee una fuente de alimento para la población La crianza "tecnificada" de cerdos es una buena opción para adecuar las prácticas informales de crianza de cerdos	Requiere personal técnico capacitado Riesgo de salud pública Alta inversión inicial Exige monitoreo sanitario permanente Resistencia de la población a ingerir esta carne de cerdo
Lombricultura	El humus de lombriz es fácilmente aceptado por los agricultores La lombricultura tiene poco riesgo de generar impactos ambientales negativos	Dificultad para obtener las lombrices

### **5.3. Educación sanitaria y participación de la población.**

#### **5.3.1. Las campañas de educación sanitaria: para quién y cómo realizarlas**

La adopción de prácticas y hábitos sanitarios positivos constituyen una medida indispensable para el éxito de todo proyecto de saneamiento básico. La instalación de un servicio adecuado de limpieza pública puede fallar si el usuario inicia incorrectamente el ciclo del manejo de los residuos sólidos.

Como las enfermedades se originan por múltiples causas, es difícil precisar el impacto de la provisión del servicio de limpieza pública en el bienestar y salud de la población. Sin embargo, se estima que la promoción de la higiene personal y la vivienda permiten reducir hasta 40% la incidencia de enfermedades diarreicas por tal motivo, la promoción del saneamiento básico, capacitación y educación sanitaria debe ser una actividad continua a fin de mantener los logros de salud pública.

En esencia, se trata de cambiar hábitos y costumbres negativas y también de desarrollar la capacidad local para establecer una organización comunal para la gestión de los servicios básicos, entre ellos la limpieza pública.

Para cambiar efectivamente el comportamiento de la población, se debe comprender cabalmente las prácticas y percepción que tiene la población sobre el manejo de los residuos sólidos. Toda comunidad, de alguna manera, dispone sus residuos sólidos y posee una visión particular a nivel individual y colectivo sobre esta actividad.

Muchas veces los hábitos sanitarios, positivos o negativos, se encuentran arraigados en las personas. Por este motivo, el cambio de comportamiento puede tomar un tiempo considerable, incluso una generación. La población infantil es una audiencia objetivo prioritaria en los programas de educación sanitaria. En muchos casos, este segmento de la población participa directamente en la limpieza del hogar y del barrio y puede influir en el comportamiento de los mayores. Las mujeres y grupos femeninos organizados constituyen otro grupo importante en los programas de educación sanitaria, pues ellas desempeñan las actividades caseras, se preocupan por la salud de la familia y son la principal fuente de información sobre temas de salud e higiene. (Tchobanoglous *et al.*, 1994)

A continuación se enumeran los materiales educativos usados por los promotores de salud:

- Afiches
- Folletos
- Materiales para docentes
- Trípticos
- Guías para estudiantes
- Historietas
- Material de campañas (calendarios, etiquetas, etc.).

El material educativo se puede complementar con concursos, campañas, teatro, juegos, etc.

**Tabla 21.** Consideraciones para diseñar y probar material de educación sanitaria.

	<b>Descripción</b>	<b>Ejemplo</b>
Mensaje	Dentro de los objetivos del programa educativo se debe identificar mensajes claves para cada audiencia	"A limpiar el barrio", "La cuadra más verde", "No a la mano sucia"
Medio	Se debe considerar los factores socioeconómicos, culturales y físicos del entorno local	Televisión, radio, periódico, películas, afiches, folletos, etc.
Forma	La mejor combinación de palabras habladas o escritas, e ilustraciones que se difunden a través del medio más apropiado	Textos, lenguaje e ilustraciones según el medio y audiencia

#### **5.4. Diagnóstico del estado de la limpieza pública**

El diagnóstico incluye una revisión completa del ciclo de los residuos sólidos, desde que se generan hasta que se disponen y debe identificar los principales riesgos para la salud y el ambiente local.

**Tabla 22.** Guía para el diagnóstico del estado de la limpieza pública.

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>
Información general	Ubicación del pueblo, clima (períodos de lluvia), distribución de las viviendas y puntos especiales de generación de residuos (mercados, mataderos, etc.), número de habitantes
Producción de residuos sólidos	Estimación del volumen y tipo de residuo por actividad (doméstico, mercados, matadero, etc.)
Almacenamiento	Formas de almacenamiento en el hogar y ubicación de puntos críticos de almacenamiento en el barrio
Recolección	Modalidad de recolección, número y capacidad de cada vehículo recolector, estimación de tiempos
Disposición final	Ubicación del botadero, volumen y tipo de residuo que se arroja, tipo y cantidad de materiales que se recicla o comercializa
Organización	Identificación del responsable de la limpieza pública, modalidad de cobranza, otros

### **5.5. Modelos administrativos de servicio de limpieza pública.**

Tradicionalmente, los gobiernos locales han tenido la responsabilidad del manejo y tratamiento de los residuos sólidos en sus respectivas jurisdicciones urbanas y rurales. Sin embargo, la evidencia indica que la estructura clásica del gobierno local o municipio se adapta mejor a la gestión y provisión de este servicio en ámbitos urbanos.

En ciudades pequeñas y poblados rurales, la población se encuentra alejada de los centros de decisión e información y muchas veces ocupa grandes extensiones de difícil acceso. Estas características demandan modelos organizacionales comunitarios para la recolección, reciclaje y disposición final de los residuos sólidos. (CEPIS, 2000)

**Tabla 23.** Modalidades de administración comunal del servicio de limpieza pública.

Forma organizacional	Descripción
Individual	Cada familia o individuo se encarga de disponer sus residuos sólidos bajo ciertos patrones acordados por el grupo (p.e. no arrojar la basura al río, no tirar la basura en el terreno del vecino, etc.). Sin embargo, el control de las buenas prácticas no se ejerce de manera organizada
Individual y comité de limpieza	La comunidad delega en un comité de limpieza la supervisión del comportamiento sanitario del individuo o la familia, pero cada familia es responsable de la disposición de los residuos
Comité de limpieza, comité de salud o equivalente	La comunidad nombra a una persona o grupo para que se encargue de la recolección y disposición de los residuos sólidos. A veces estas tareas se remuneran simbólicamente y son rotativas
Microempresa y otras modalidades reconocidas por la ley	La comunidad, por lo general en coordinación con el gobierno local, constituye o contrata a una microempresa o equivalente para que realice el servicio de limpieza pública en el pueblo. La microempresa se puede financiar con un fondo rotatorio

**Fuente.-** Centro Interamericano de Ingeniería Sanitaria- CEPIS (2000)

## 5.6. La concepción integral del servicio de limpieza pública

Saneamiento básico se refiere al suministro de agua de bebida, eliminación adecuada de excretas, higiene de los alimentos y de la vivienda, y recolección y disposición de residuos sólidos. La mejora de uno de estos componentes produce efectos positivos en la salud, pero el impacto combinado es mayor que la suma de las partes. Por tal motivo un plan integral de saneamiento básico debe incluir estos componentes y su eficacia en lograr los objetivos de salud y bienestar esperados depende del éxito de cada uno de ellos

**Tabla 24.** Principales componentes de los costos de recolección y relleno sanitario.

<b>Fase</b>	<b>Recolección</b>	<b>Relleno sanitario</b>
Costo 1 Diseño	Diseño de vehículos y rutas de recolección Reuniones de consulta y coordinación	Levantamiento topográfico y diseño del relleno sanitario Reuniones de consulta y coordinación
Costo 2 Implementación	Adquisición de vehículos de recolección Adquisición de herramientas para la recolección Compra de uniformes y equipos de higiene y seguridad personal Reuniones de evaluación y ajuste	Movimiento de tierra, acondicionamiento del lugar, construcción de obras auxiliares y vías de acceso Adquisición de herramientas Compra de uniformes y equipos de higiene y seguridad personal Reuniones de evaluación y ajuste
Costo 3 Operación y mantenimiento	Pago de personal Mantenimiento y reposición de vehículos de recolección Gasto en campañas educativas Gasto administrativo (cobranza, contabilidad, etc.)	Pago de personal Mantenimiento y reposición de equipos y herramientas Eventual movimiento de tierra Gasto en campañas educativas Gasto administrativo (cobranza, contabilidad, etc.)



Ejemplo 3. Estimación del costo de limpieza pública (recolección y relleno sanitario) en un pequeño poblado: Un pequeño poblado de 1.000 habitantes y 200 viviendas produce 300 Kg. de residuos domésticos por día y con la ayuda de un organismo no gubernamental de desarrollo planea hacer la recolección con una pequeña carreta y disponerlos en un relleno sanitario cercano. Propone contratar a un operario a tiempo completo y otro a 1/3 de tiempo para que realicen las tareas de la limpieza pública.

El costo de la carreta es de US\$ 600 y su vida útil es de dos años; el costo del uniforme e implementos de protección y herramientas de trabajo es de US\$ 100 y deben ser renovados 2 veces por año; el pago mensual por persona es de US\$ 150.

Se pide aproximar el costo mensual y unitario de operación y mantenimiento del servicio de limpieza pública (recolección y disposición final) y la tarifa media mensual por vivienda.

**Costo mensual del servicio de limpieza pública (Cm)**

- Pago del personal:  $US\$ 150 + 1/3 \times 150 = US\$ 200$  (incluye prestaciones sociales)
- Gasto de mantenimiento de la carreta: US\$ 10 (estimado)
- Reserva para reponer la carreta:  $US\$ 600/24$  meses de vida y funcionamiento = US\$ 25 (no considera la inflación)
- Reserva para reponer el uniforme y equipos:  $US\$ 100/6$  meses de vida útil x 2 personas (no considera la inflación = US\$ 34)

Entonces el “Cm” es:

$$\mathbf{Cm} = \text{US\$ } 200 + \text{US\$ } 10 + \text{US\$ } 25 + \text{US\$ } 34 = \text{US\$ } 269$$

- Costo unitario aproximado (**Cu**)
- Volumen mensual de residuo que se maneja = 300 kg x 30 = 9000 kg ó 9 toneladas

$$\mathbf{Cu} = \text{US\$ } 269/9 = \text{US\$ } 30/\text{tonelada}$$

- Tarifa mensual promedio por vivienda (**Tm**)

$$\mathbf{Tm} = \mathbf{Cm}/\text{Número de viviendas} = \text{US\$ } 269/200 = \text{US\$ } 1,35 \text{ por vivienda}$$

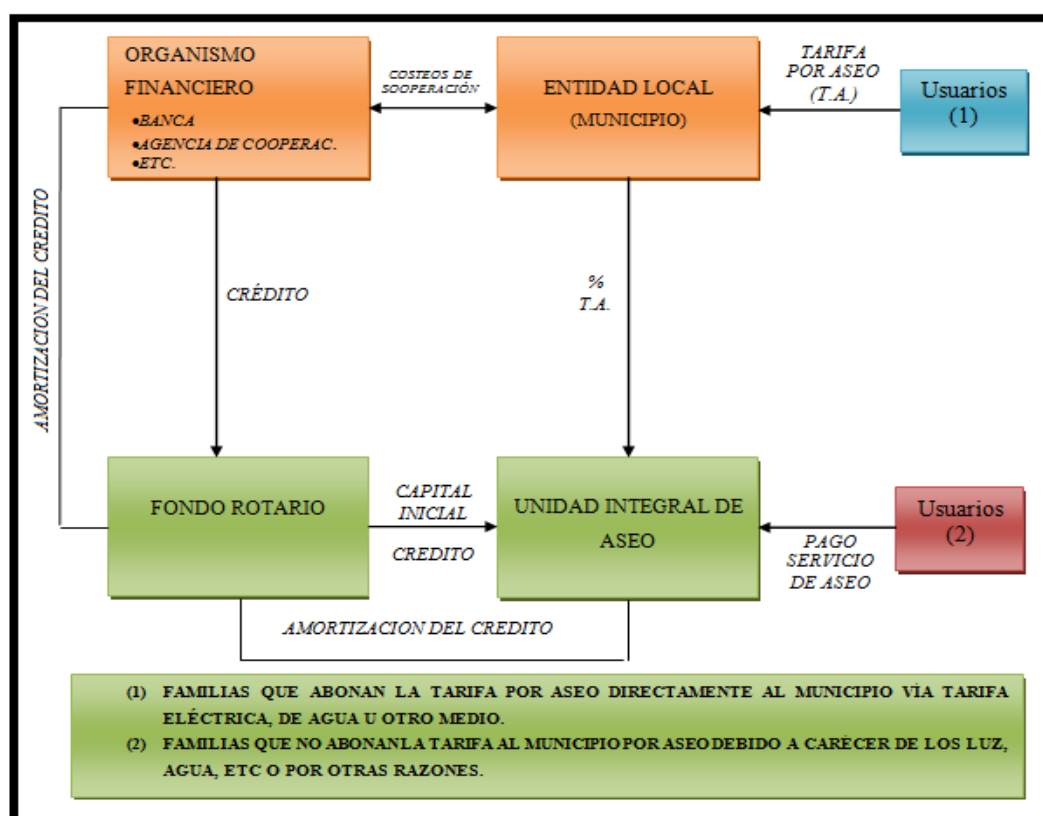
En el ejemplo 3 habría que colocar un margen de seguridad en la tarifa porque es difícil lograr que el 100% de la población pague por el servicio. También se debería colocar un pequeño porcentaje para gastos administrativos, campañas educativas e inflación.

## **5.7. Mecanismos de Financiamiento**

La experiencia indica que salvo contadas excepciones, en ciudades pequeñas y zonas rurales resulta poco viable que la propia comunidad invierta para cubrir los costos deberían cubrirse con recursos gubernamentales asignados al desarrollo del sector saneamiento y salud, o fondos de compensación social. En este sentido, también la cooperación técnica internacional debería jugar un papel promotor de las inversiones en limpieza pública en ciudades pequeñas y zonas rurales. Sin embargo, el costo referido a operación y mantenimiento debería cubrirse con las aportaciones de los propios usuarios del servicio. En este caso la

tarifa media mensual sería el costo mensual del servicio dividido entre el número de viviendas o familias que hacen uso del servicio (Ejemplo 3).

Para garantizar la viabilidad económica del servicio de limpieza pública se debe fijar una tarifa que cubra las etapas del manejo y tratamiento de los residuos sólidos (CEPIS, 2000).



**Figura 4.** Sistema de financiamiento con un fondo rotatorio.

**Fuente:** Hojas de Divulgación Técnica, No. 57. CEPIS. Marzo, 1994.

### 5.8. Importancia del correcto manejo de los residuos sólidos

El correcto manejo de los residuos sólidos afecta significativamente el bienestar y la salud de la población. Los riesgos de contraer enfermedades o de

producir impactos ambientales adversos varían considerablemente en cada una de las etapas por las que atraviesan los residuos sólidos. La generación y almacenamiento de residuos sólidos en el hogar puede acarrear la proliferación de vectores y microorganismos patógenos, así como olores desagradables.

El almacenamiento o disposición inadecuada de residuos sólidos en la vía pública o espacios públicos perjudica el ornato del barrio y propicia la reproducción de moscas, cucarachas y otros vectores que transmiten enfermedades infecciosas o causan molestias, como alergias o incremento de diarreas por la contaminación del agua de bebida y alimentos.( JARAMILLO; 1991)

**Tabla 25.** Vectores y enfermedades asociados al manejo y tratamiento inadecuados de los residuos sólidos.

<b>Vector</b>	<b>Mosca</b>	<b>Cucaracha</b>	<b>Mosquito</b>	<b>Rata</b>
Enfermedad	Cólera	Fiebre tifoidea	Malaria	Peste
	Fiebre tifoidea	Gastroenteritis	Fiebre amarilla	bubónica
	Salmonelosis	Diarreas	Dengue	Tifus murino
	Disentería	Lepra	Encefalitis vírica	Leptospirosis
	Diarreas	Intoxicación alimenticia		Diarreas
				Disenterías
				Rabia

**Fuente:** Jaramillo (1991).

### **5.9. Prácticas ambientalmente adecuadas**

Aún cuando existen diversos métodos para recolectar y tratar los residuos sólidos a nivel de barrio o pueblo, estos no servirán de mucho si el individuo no

contribuye con prácticas positivas, las cuales se han denominado "ambientalmente adecuadas". El ciclo de los residuos sólidos, no se inicia sólo con la producción de los desechos ni termina en el relleno sanitario. A veces los hábitos de consumo contribuyen a empeorar el problema de los residuos sólidos. En la mayoría de los casos, cuando se compra algo también se paga por el empaque o recipiente, tal vez necesario, pero en términos de su uso posterior puede resultar secundario y acabar en la basura. Se inicia así la producción del residuo sólido. El efecto del consumismo desmedido atenta contra la disponibilidad de los recursos y energía. (Varas, 1999)

## **VI. CONCLUSIONES**

De los resultados se puede concluir mediante argumentos conceptuales consistentes, que una gestión de residuos sólidos domiciliarios ambientalmente racional e innovadora es viable, con beneficios económicos para los generadores y proporciona beneficios ambientales para la comunidad y se demostró que para realizar una gestión integral de residuos sólidos no es necesario un subsidio gubernamental. Se concluye que, asimismo, es posible disminuir la explotación de los recursos naturales por utilización de la técnica del reciclado y también disminuir considerablemente los gastos de gobierno, relacionados con la Gestión de residuos sólidos domiciliarios.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AIDIS - DIRSA, AIDIS ARGENTINA, C.E.A.M.S.E., I.I.S., ISWA OPS/OMS. 1996. Curso Regional de Especialización en Residuos Sólidos y Peligrosos Buenos Aires, Argentina, Septiembre – Octubre.
- AIDIS - DIRSA, C.E.A.M.S.E., ISWA OPS/OMS. 1997. Curso Internacional de Rellenos Sanitarios y de Seguridad. Mar del Plata- Argentina. Marzo.
- CENTRO DE INVESTIGACIÓN SOCIAL Y EDUCACIÓN POPULAR DEPARTAMENTO DE DESARROLLO URBANO. 1997. Alternativa: Una Evaluación Comparativa de Riesgos Ambientales para la Salud en Lima Metropolitana. Lima, Perú.
- AMENDOLA O. 1984. Evaluación Rápida de Fuentes de Contaminación de Aire, Agua y Suelo. D.F. México.
- ASOCIACIÓN PARA LA DIVULGACIÓN DE LAS CIENCIAS UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA – FACULTAD DE INGENIERÍA. 1998. Curso de Gestión de Residuos Domiciliarios y Especiales. Argentina.
- BANCO MUNDIAL - DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE. 1991. Libro de Consulta para Evaluación Ambiental. Volumen II Lineamientos Sectoriales. Washington D.C.- América
- BARRACHIA, J. y A. INTENDENTE. 1995. Municipalidad de Trenque Lauquen. Prolim Planta de procesamiento de residuos sólidos urbanos.

- BATTAGLIA, M. 1998. Los Residuos Domiciliarios y los Actores Sociales en el Área Metropolitana del Gran Resistencia (Barrios periféricos del sudoeste). Una visión geográfico-ambiental”. Maestría en Gestión Ambiental. Resistencia, Chaco.
- BRENDT, D. y M.THIELE. 1994. Reciclado, separación y reutilización de envases. Posibilidades técnicas y económicas. Sus límites. Ed. Instituto Argentino del Envase, Argentina.
- CENTRO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA.- CEPIS. 2000. Indicadores de Gerenciamiento de Limpieza Pública.
- CHUNG, A. 2003. Análisis Económico de la Ampliación de Cobertura del Manejo de RS por Medio de la Segregación en la Fuente. Tesis.
- COMISIÓN ECONÓMICA EUROPEA. 2004. [En línea]. El Medio Ambiente para los jóvenes europeos. Reciclaje de materiales. [26 de abril de 2007]. [http://europa.eu.int/comm/environment/youth/waste/contents7\\_es.html](http://europa.eu.int/comm/environment/youth/waste/contents7_es.html).
- COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 2003. [En línea]. Proyecto: Reglamento de Rellenos Sanitarios. Documento en consulta pública, 3 de enero de 2007. [23 de abril de 2007]. <http://www.conama.cl/portal/1255/article -27475.html>.
- CONAM.- Ley General del Ambiente. 2006. Texto Concordado. SPDA, Lima-Perú.
- CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE-CONAM. 2005. Informe Anual Municipal de Gestión de RS. Municipalidad de San Borja.



- CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE CONAM. 2005. Certificación de Gestión Ambiental Local para el Desarrollo Sostenible. Lima-Perú.
- CURZIO, A., L. PROSPERETTI y R. ZOBOLI. 1994. Management of municipal solid waste in Europe: technological and enviromental perspectives. Ed. Elsiver, Amsterdam.
- DE CASTRO, M.; C. AVEZUM y V. SCHALCH. 1994. Avaliacao da eficiencia de uma usina de reciclagem e compostagem: Estudio de caso, Escola de Engenharia de São Carlos - USP - Departamento de hidráulica e saneamento, Brasil.
- DEL PALACIO, N. 1995. Diagnóstico de los residuos sólidos en Resistencia. Maestría en Gestión Ambiental. Resistencia, Chaco.
- DEL VAL, A. 1993. El libro del reciclaje. Ed. Integral, España.
- DESIMONI, M. 1998. La problemática de los residuos sólidos urbanos. Maestría en Gestión Ambiental. Resistencia, Chaco.
- DIAZ, L.; S. COLLINS y E. BARTH. 1993. Libro de conferencia I: consideraciones sobre el diseño de instalaciones de recuperación de material. Ed. Ategrus, España.
- DIESTRA, S. 2005. Proyecto de Recolección, Transferencia y Disposición Final de Residuos Sólidos del Distrito de San Borja.
- DOMÈNECH, X. 1994. Química Ambiental. El impacto ambiental de los residuos. 2º Edición.

- DURÁN, H. 1997. Gestión ambientalmente adecuada de residuos sólidos, Un Enfoque de Política Ambiental. Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas (CEPAL) / Cooperación Técnica Alemana (GTZ). Santiago, Chile. 425 p.
- EMPRESA METROPOLITANA DE RESIDUOS SÓLIDOS. 2001. [En línea]. Caracterización y producción de residuos sólidos domiciliarios. [10 de junio de 2007]. [http://www.emeres.cl/centro3.htm # generalidades](http://www.emeres.cl/centro3.htm#generalidades).
- EQUIPO VERDE. 1999. Curso de Proyectos, Sistemas y Complejidad: Elaborar para la Municipalidad de San Borja un Sistema Eficiente de Recolección, Transporte y Disposición Final de Residuos Sólidos Domiciliarios, Comerciales y Hospitalarios. Mayo.
- ESAN. 2000. Estudio sobre Modalidades de Organización de la Gestión de RS. Grupo Consultores en Ingeniería Ambiental. Estudio de Generación y Caracterización de RS Municipales. Gobierno de Estado México.
- GOOGLE EARTH. 2010. [En línea]. Mapa satelital del Distrito de La Banda Shilcayo. [25 de abril del 2010]. <http://wikimapia.org/#lat=-6.494759&lon=-76.3478565&z=14&l=3&m=b&v=8&search=distrito%20de%20la%20banda%20de%20shilcayo>
- INEI. 2006. Resultados del Censo de Población y Vivienda 2005. Lima, CD.
- ISWA – ARS. 1999. Primera Jornada Internacional de Reciclado y Minimización de Residuos. Buenos Aires, Argentina, Mayo.

- JARAMILLO, P. 1991. Residuos Sólidos Municipales. Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales, Washington D.C., América.
- LABELLE, L. 1996. Prácticas y posibilidades de recolección y reciclaje. pp. 51-55. Política de manejo de vertederos. Pp. 47-50. En: Ministerio de planificación y cooperación. Políticas públicas en el manejo de residuos sólidos. Producción editorial Paulina Castro. Santiago, Chile. 269p.
- LUND, H. 1996. Manual McGraw-Hill de reciclaje Vol. I y II, Ed. McGraw-Hill, España.
- MINSA. 2009. [En línea]. Residuos Sólidos. Tecnologías Aplicadas para el Manejo y Disposición de los Residuos Sólidos Urbanos. [25 de junio del 2009]. [www.minsa.gob.pe/inapmas/SIATPA/Residuo.html](http://www.minsa.gob.pe/inapmas/SIATPA/Residuo.html).
- MIRABELLI, E. 1997. Curso intensivo de lombricultura. Ayuda didáctica 1 a 5. Ed. Centro de Lumbricultura. Facultad de Agronomía - UBA, Argentina.
- MIRAGUANO S. A. 2004. Residuos domiciliarios. Ediciones. Madrid, España. 254 p.
- MITCHELL, Bruce. 1999. La Gestión de los Recursos y del Medio Ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, España.
- MORÁN, R. 1995. Análisis de un problema ambiental urbano: impacto ambiental producido por la disposición final de los residuos sólidos. Maestría en Gestión Ambiental. Resistencia, Chaco.

- MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA. 2005. Guía Metodológica para Formulación de Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos.
- MUSCAR, B. 1987. Una propuesta para el análisis de la contaminación atmosférica. Revista de Estudios Geográficos. Tomo XLVIII, N° 188: 409 - 437. Julio-Setiembre. Madrid, España.
- NAREDO, J. 2002. [En línea]. Instrumentos para paliar la insostenibilidad de los sistemas urbanos. Marzo de 2007. Madrid, España. [28 de mayo del 2008]. <http://www.habitat.aq.upm.es/boletin/n24/ajnar.html>.
- OFICINA PANAMERICANA DE SALUD. 2003 Evaluación Regional de los Servicios de Manejo de Residuos Sólidos Municipales – Informe analítico de Perú/Evaluación 2002, Nov.2003
- OTERO, F. 1997. La gestión ambiental de residuos, pp. 173-226 En: DURÁN, H. Gestión ambientalmente adecuado de residuos sólidos, Un Enfoque de Política Ambiental. Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas (CEPAL) / Cooperación Técnica Alemana (GTZ). Santiago, Chile. 425 p.
- PERLOFF, H. 1973. La calidad del medio ambiente urbano. Oikos-tau Ediciones. Barcelona, España.
- REGIÓN SAN MARTÍN. 2007. [En línea]. Mapa de San Martín mostrando la división política por provincias. [28 de diciembre del 2008]. <http://www.regionsanmartin.gob.pe/descargas/gerenciaGMA/mapasplanforestal.pdf>.

- SCHRODER, R. 1999. Impacto ambiental y económico producido por envases descartables de bebidas.
- SUAREZ, F. 1998. Que las recojan y arrojen fuera de la Ciudad. Historia de la gestión de los residuos sólidos (las basuras) en Buenos Aires. Ed. Universidad Nacional de General Sarmiento, Argentina.
- SZANTÓ, M. 1996. Guía para la identificación de proyectos y formulación de estudios de prefactibilidad para el manejo de residuos sólidos urbanos. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES). Valparaíso, Chile. 284 p.
- TCHOBANOGLOUS, G.; H. THEISEN y S. VIGIL. 1994. Gestión integral de residuos sólidos. Vol. I y II, Ed. McGraw-Hill, España.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA – FACULTAD DE INGENIERÍA. 1998. Curso de Gestión de Residuos Domiciliarios y Especiales. Buenos Aires, Argentina, Noviembre.
- VARAS, J. 1999. Economía del Medio Ambiente en América Latina. 2da. Edición. Editorial Alfaomega Grupo Editor. México.
- VEGA, M. 2007. Sección de Obras y Servicios Públicos, Municipalidad de Ciudad Iguazú; Planta de reciclado y tratamiento de residuos.