



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**

## **“ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTENERIZACIÓN EN EL SECTOR PERIFÉRICO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**TIPO: PROYECTO TÉCNICO**

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**AUTORES:** CARLA FERNANDA HUILCA LARA  
ALEXIS GABRIEL PUMAGUALLI PATIÑO

**TUTOR:** ING. HANNÍBAL BRITO MOINA Ph.D.

Riobamba – Ecuador

2018

©2018, Carla Fernanda Huilca Lara; Alexis Gabriel Pumagualli Patiño

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de Titulación Tipo: Proyecto técnico: **“ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTENERIZACIÓN EN EL SECTOR PERIFÉRICO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**, de responsabilidad de los señores Carla Fernanda Huilca Lara y Alexis Gabriel Pumagualli Patiño, ha sido prolijamente revisado por los miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Hanníbal Brito M. PhD.

\_\_\_\_\_

5 de abril de 2018

**DIRECTOR DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

Dra. Janneth Jara

\_\_\_\_\_

5 de abril de 2018

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Nosotros, Carla Fernanda Huilca Lara y Alexis Gabriel Pumagualli Patiño, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación; y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación, pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Carla Fernanda Huilca Lara

---

Alexis Gabriel Pumagualli Patiño

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico a mi amada familia, a mi padre Washington Huilca por ser mi ejemplo para seguir y luchar por cada meta propuesta, por su sacrificio diario para que no me faltara nada en mi vida y su apoyo constante en toda esta etapa de mi vida estudiantil. A mi mejor amiga, mi motivo para luchar mi madre querida Norma Lara gracias por su amor incondicional, su apoyo constante, sus consejos y la paciencia para lograr la culminación de este trabajo ya que ustedes son el eje fundamental de mi vida. Para mi segunda mamá quien estuvo conmigo, siempre que la necesitaba con un consejo, una llama o mensaje ya que la distancia no es impedimento para expresar todo ese amor que siento hacia mí para ti ñañita Irma. A mis hermanos Klaus y Emily, por estar siempre a mi lado, brindarme su amor, sus risas y su apoyo en todo momento que lo necesitaba. A mi familia que estuvo conmigo siempre que lo necesite ñaña Flor, ñaño Hernán por sus consejos y a mis primos queridos Pao y Luisito por su cariño. A mi persona favorita que está conmigo siempre que lo necesito por darme amor y fuerzas para luchar por este sueño anhelado para ti Elio. Para toda mi familia que son las personas que inspiraran cada paso que doy les dedico este logro.

**Carlita**

Quiero dedicar el presente trabajo de titulación a mis madres; Anita y Teresita, por todo el amor, apoyo y compañía que han sabido brindarme a lo largo de todos estos años, por saber entender mis cambios, por nunca dejarme solo y salvarme en mis peores momentos, mi vida es de ustedes, sin sus consejos y ánimos no sería el hombre que ahora soy, son mi vida entera. A mi padre en la tierra, Raúl y a mi padre en el cielo, Fernando, por haber sido las mejores figuras paternas que la vida me pudo haber dado, su valentía, esfuerzo y dedicación son los más sublimes y nobles valores que ahora caracterizan mi personalidad. A mi pequeño gigante, mi hermano y mejor amigo, Estefanino, por ser mi fuerza, mi motivo de lucha y mi felicidad, te quiero con todo mi corazón. Siempre juntos. A mis tías, Sintia, Amparito y Verito, por cada abrazo, consuelo y apoyo entregados desinteresadamente en las diferentes etapas de mi vida. A mis amados y adorados primos, Bryan, Andreita, Alán y Nene, que a pesar de las diferencias y problemas hemos sabido salir juntos adelante, y que a pesar de la distancia el cariño y el sentimiento de reencuentro siguen latiendo en mi corazón, sigan luchando. A mi bebé Elisa, por ser mi nueva luz de lucha y felicidad. A toda mi familia y amigos que han entregado su granito de arena al desarrollo de este proyecto, para todos ustedes, dedico el mejor de mis esfuerzos plasmado en esta investigación.

**Alexis**

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos agradecer en primer lugar a nuestras familias quienes han sido nuestra fortaleza y apoyo, quienes se han esforzado en ayudarnos a llegar hasta el fin de este camino.

A Dios por protegernos, bendecirnos cada día de nuestras vidas, lograr culminar nuestros estudios y este logro tan deseado.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo que permitió nuestra formación profesional.

Agradecemos a nuestro tutor de trabajo de titulación, Ing. Hanníbal Brito quien con su conocimiento, experiencia y valiosa amistad supo guiarnos en la elaboración de este trabajo de titulación.

A la Dra. Janneth Jara, asesora del presente estudio, que supo guiarnos con su amplio conocimiento y dominio en la cátedra de la gestión de residuos sólidos, un abrazo fraterno.

A la Ing. Carla Haro, por todo su apoyo y hermosa amistad que en tan corto tiempo hemos logrado construir.

A los docentes de la carrera de Biotecnología Ambiental por su dedicación y guía en cada clase impartida ya que contribuyó en nuestra formación académica.

Al GADM - Riobamba por brindarnos la oportunidad de realizar nuestro trabajo de titulación, en especial al Lcdo. Geovanny Bonifaz director del Departamento de Gestión Ambiental Salubridad e Higiene quien nos colaboró en el desarrollo de nuestro trabajo de titulación.

**Alexis y Carla**

## TABLA DE CONTENIDOS

CONTENIDOS	Pp.
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1. Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Riobamba.....</b>	<b>7</b>
<i>1.1.1. Ubicación.....</i>	<i>7</i>
<i>1.1.2. Extensión.....</i>	<i>7</i>
<i>1.1.3. Área de estudio .....</i>	<i>8</i>
<b>1.2. Manejo de Residuos Sólidos .....</b>	<b>8</b>
<i>1.2.1 Residuo Sólido No Peligroso.....</i>	<i>8</i>
<i>1.2.2. Clasificación de residuos sólidos .....</i>	<i>8</i>
<i>1.2.3. Gestión integral de residuos sólidos .....</i>	<i>9</i>
<i>1.2.4. Factores que influyen en la generación y tipo de residuos sólidos .....</i>	<i>11</i>
<i>1.2.5. Caracterización de los residuos sólidos .....</i>	<i>12</i>
<i>1.2.6. Métodos de recolección .....</i>	<i>12</i>
<i>1.2.6.1. Método de esquina o parada fija .....</i>	<i>13</i>
<i>1.2.6.2. Método de acera.....</i>	<i>13</i>
<i>1.2.6.3. Método intradomiciliario o de "llevar y traer".....</i>	<i>14</i>
<i>1.2.6.4. Método de contenedores .....</i>	<i>15</i>
<i>1.2.6.5. Tipos de contenedores urbanos.....</i>	<i>15</i>
<i>1.2.6.6. Lugares para almacenamiento de contenedores.....</i>	<i>16</i>
<i>1.2.6.7. Salud pública y estética.....</i>	<i>16</i>
<i>1.2.8. Vehículos de Recolección de Residuos Sólidos .....</i>	<i>17</i>

1.2.8.1	<i>Vehículos Compactadores de Carga Lateral</i> .....	17
1.2.8.2.	<i>Vehículos Compactadores de Carga Trasera</i> .....	18
1.2.8.3.	<i>Vehículos Compactadores de Carga Frontal</i> .....	18
<b>1.3.</b>	<b>Marco Legal</b> .....	<b>19</b>

## **CAPÍTULO II**

<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1.</b>	<b>Línea Base</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1.1.</b>	<b><i>Ubicación</i></b> .....	<b>21</b>
<b>2.1.2.</b>	<b><i>Medio Abiótico</i></b> .....	<b>23</b>
2.1.2.1.	<i>Situación geográfica</i> .....	23
2.1.2.2.	<i>Clima</i> .....	24
2.1.2.3.	<i>Geología</i> .....	24
2.1.2.4.	<i>Geomorfología</i> .....	25
2.1.2.5.	<i>Hidrología</i> .....	26
<b>2.1.3.</b>	<b><i>Medio Biótico</i></b> .....	<b>26</b>
2.1.3.1.	<i>Fauna</i> .....	27
2.1.3.2.	<i>Flora</i> .....	28
<b>2.1.4.</b>	<b><i>Medio Antropológico</i></b> .....	<b>29</b>
2.1.4.1.	<i>Servicios Básicos</i> .....	29
2.1.4.1.1.	Agua.....	29
2.1.4.1.2.	Electricidad y Alumbrado Público .....	29
2.1.4.1.3.	Telefonía .....	30
2.1.4.1.4.	Red Vial .....	30
<b>2.2.</b>	<b>Levantamiento de información</b> .....	<b>30</b>
<b>2.3.</b>	<b>Criterios de selección</b> .....	<b>31</b>
<b>2.3.1.</b>	<b><i>Topografía</i></b> .....	<b>31</b>
<b>2.3.2.</b>	<b><i>Tipo de vías</i></b> .....	<b>32</b>

2.3.3.	<i>Ancho de vías</i> .....	32
2.3.4.	<i>Porcentaje de viviendas</i> .....	33
2.3.5.	<i>Arterias viales</i> .....	34
2.4.	<b>Población</b> .....	34
2.5.	<b>Encuesta</b> .....	35
2.6.	<b>Estratificación</b> .....	36
2.6.1.	<i>Criterios para la estratificación</i> .....	37
2.7.	<b>Tamaño de la muestra</b> .....	37
2.8.	<b>Muestreo</b> .....	38
2.9.	<b>Producción per cápita (PPC)</b> .....	40
2.10.	<b>Caracterización de los residuos sólidos</b> .....	41
2.11.	<b>Densidad de residuos sólidos</b> .....	42
2.12.	<b>Generación de residuos sólidos</b> .....	43
2.13.	<b>Volumen de generación de residuos sólidos</b> .....	43
2.14.	<b>Número de contenedores</b> .....	44
2.15.	<b>Proyección del estudio a 15 años de vida útil</b> .....	45
2.15.1.	<i>Proyección de la población</i> .....	45
2.15.2.	<i>Proyección de la producción per cápita</i> .....	45

### **CAPÍTULO III**

3.	<b>MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS</b> .....	46
3.1.	<b>Selección de los barrios</b> .....	46
3.2.	<b>Tamaño de la muestra</b> .....	48
3.3.	<b>Encuesta</b> .....	49
3.3.1.	<i>Información Socioeconómica</i> .....	49
3.3.2.	<i>Información de la generación y almacenamiento de residuos sólidos</i> .....	51
3.3.3.	<i>Información sobre el sistema de recolección actual</i> .....	53
3.4.	<b>Estratificación de viviendas</b> .....	55

3.5.	<b>Recolección de los residuos sólidos domiciliarios .....</b>	<b>56</b>
3.6.	<b>Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios .....</b>	<b>57</b>
3.7.	<b>Producción per cápita ponderada.....</b>	<b>59</b>
3.8.	<b>Densidad suelta de los residuos sólidos .....</b>	<b>60</b>
3.9.	<b>Densidad compactada de los residuos sólidos.....</b>	<b>60</b>
3.10.	<b>Generación de residuos sólidos .....</b>	<b>61</b>
3.11.	<b>Volumen de generación de los residuos sólidos .....</b>	<b>62</b>
3.12.	<b>Número de contenedores .....</b>	<b>62</b>
3.13.	<b>Ubicación de los contenedores.....</b>	<b>64</b>
3.14.	<b>Rutas de Recolección .....</b>	<b>67</b>
3.15.	<b>Presupuesto.....</b>	<b>68</b>
3.16.	<b>Proyección del estudio .....</b>	<b>70</b>
3.13.1.	<i>Proyección de la población .....</i>	<i>70</i>
3.13.2.	<i>Proyección de la producción per cápita .....</i>	<i>71</i>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>73</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>74</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Factores que influyen en la generación y tipo de residuos sólidos .....	11
<b>Tabla 2-1:</b>	Marco Legal Aplicable .....	19
<b>Tabla 1-2:</b>	Coordenadas de los barrios seleccionados.....	22
<b>Tabla 2-2:</b>	Parámetros climatológicos - Riobamba .....	24
<b>Tabla 3-2:</b>	Inventario de fauna de la zona de estudio (Aves).....	27
<b>Tabla 4-2:</b>	Inventario de fauna de la zona de estudio (Mamíferos) .....	27
<b>Tabla 5-2:</b>	Inventario de fauna de la zona de estudio (Insectos).....	28
<b>Tabla 6-2:</b>	Inventario de la flora de la zona de estudio .....	28
<b>Tabla 7-2:</b>	Composición de la población del cantón Riobamba .....	29
<b>Tabla 8-2:</b>	División de la población en estratos .....	37
<b>Tabla 9-2:</b>	Número de muestras para cada estrato económico.....	38
<b>Tabla 10-2:</b>	Cronograma de actividades realizadas .....	39
<b>Tabla 11-2:</b>	Técnica para la determinación de la producción <i>per cápita</i> .....	40
<b>Tabla 12-2:</b>	Técnica para la caracterización de los residuos sólidos.....	41
<b>Tabla 13-2:</b>	Técnica para determinar la densidad de los residuos sólidos .....	43
<b>Tabla 14-2:</b>	Factores de recolección .....	46
<b>Tabla 1-3:</b>	Criterios de selección .....	48
<b>Tabla 2-3:</b>	Selección de barrios periféricos para estudio .....	49
<b>Tabla 3-3:</b>	Estratificación de viviendas - Barrio "Los Laureles" .....	50
<b>Tabla 4-3:</b>	Número de viviendas por estrato a muestrear – Barrio “Los Laureles” .....	51
<b>Tabla 5-3:</b>	Información socioeconómica de las viviendas encuestadas. ....	52
<b>Tabla 6-3:</b>	Información de la generación de residuos sólidos.....	53
<b>Tabla 7-3:</b>	Información de la recolección de residuos sólidos .....	56
<b>Tabla 8-3:</b>	Número de viviendas a muestrear.....	57
<b>Tabla 9-3:</b>	Pesos semanales de recolección .....	58
<b>Tabla 10-3:</b>	Caracterización de los residuos sólidos recolectados .....	59

<b>Tabla 11-3:</b>	Producción <i>per cápita</i> ponderada .....	61
<b>Tabla 12-3:</b>	Densidad suelta de los residuos sólidos recolectados.....	62
<b>Tabla 13-3:</b>	Densidad compactada de los residuos sólidos recolectados .....	63
<b>Tabla 14-3:</b>	Generación total de residuos por estrato.....	63
<b>Tabla 15-3:</b>	Volumen de residuos producidos .....	64
<b>Tabla 16-3:</b>	Número de contenedores .....	65
<b>Tabla 17-3:</b>	Ficha técnica de los contenedores .....	66
<b>Tabla 18-3:</b>	Coordenadas de la posible posición de los contenedores .....	67
<b>Tabla 19-3:</b>	Presupuesto de adquisición para la maquinaria del sistema .....	68
<b>Tabla 20-3:</b>	Presupuesto de operación para recursos humanos y complementos.....	68
<b>Tabla 21-3:</b>	Presupuesto de imprevistos .....	69
<b>Tabla 22-3:</b>	Presupuesto total de operación .....	69
<b>Tabla 23-3:</b>	Proyección de la población.....	70
<b>Tabla 24-3:</b>	Proyección de la Producción <i>per cápita</i> .....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b>	Manejo de Residuos Sólidos .....	9
<b>Figura 2-1:</b>	Proceso del manejo de residuos sólidos municipales.....	11
<b>Figura 3-1:</b>	Método de esquina o parada fija .....	13
<b>Figura 4-1:</b>	Método de acera.....	14
<b>Figura 5-1:</b>	Método intradomiciliario “llevar y traer” .....	15
<b>Figura 6-1:</b>	Vehículo compactador de carga lateral .....	17
<b>Figura 7-1:</b>	Vehículo compactador de carga trasera .....	18
<b>Figura 8-1:</b>	Vehículo compactador de carga frontal .....	19
<b>Figura 1-2:</b>	Mapa de ubicación de los barrios periféricos.....	23
<b>Figura 2-2:</b>	Mapa de ubicación de las parroquias urbanas de Riobamba.....	24
<b>Figura 3-2:</b>	Mapa de uso del suelo en el cantón Riobamba .....	25
<b>Figura 4-2:</b>	Mapa de Hidrología de Riobamba .....	26
<b>Figura 5-2:</b>	Mapa del área de estudio.....	31
<b>Figura 6-2:</b>	Método aleatorio estratificado .....	36
<b>Figura 7-2:</b>	Método de cuarteo.....	43
<b>Figura 8-2:</b>	Recipiente cilíndrico de 100 litros .....	44
<b>Figura 1-3:</b>	Mapa de la posible ubicación de los contenedores .....	67

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3.</b>	Generación de residuos sólidos.....	52
<b>Gráfico 2-3.</b>	Tipo de recipiente para el almacenamiento .....	52
<b>Gráfico 3-3.</b>	Tiempo de llenado de los recipientes.....	53
<b>Gráfico 4-3.</b>	Disposición final de los residuos sólidos .....	53
<b>Gráfico 5-3.</b>	Estratificación de viviendas del sector periférico .....	55
<b>Gráfico 6-3.</b>	Caracterización de los residuos sólidos .....	58

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1:</b>	Tamaño de la muestra .....	37
<b>Ecuación 2:</b>	Producción <i>per cápita</i> .....	41
<b>Ecuación 3:</b>	Producción <i>per cápita</i> ponderada.....	41
<b>Ecuación 4:</b>	Porcentaje del componente .....	42
<b>Ecuación 5:</b>	Densidad de residuos sólidos .....	44
<b>Ecuación 6:</b>	Generación de residuos sólidos.....	44
<b>Ecuación 7:</b>	Volumen de generación de residuos sólidos .....	45
<b>Ecuación 8:</b>	Número de contenedores.....	45
<b>Ecuación 9:</b>	Proyección de la población .....	46
<b>Ecuación 10:</b>	Proyección de la producción <i>per cápita</i> .....	47

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A: Plano de los barrios periféricos seleccionados**
- ANEXO B: Imagen Satelital de la ubicación de la Zona Periférica de Riobamba**
- ANEXO C: Mapa de rutas de recolección de residuos en la ciudad de Riobamba**
- ANEXO D: Formatos usados en el estudio del Sistema de Contenerización**
- ANEXO E: Estratificación de viviendas**
- ANEXO F: Número de viviendas a muestrear**
- ANEXO G: Muestreo**
- ANEXO H: Producción *per cápita* por barrio**
- ANEXO I: Caracterización de los residuos**
- ANEXO J: Volumen de generación de residuos sólidos**
- ANEXO K: Registro Fotográfico**

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

$\pi$ :	Constante
$\sigma$ :	Desviación estándar
$A_n$ :	Peso de la muestra de una semana completa (Kg/semana)
$B_n$ :	Número de habitantes correspondientes a la muestra tomada
$C_i$ :	Peso de cada componente
cm:	Centímetros
D:	Diámetro (m)
DGASH:	Departamento de Gestión Ambiental, Salubridad e Higiene
E:	Error permisible en la estimación de PPC (Kg/hab/día)
G:	Generación de desechos sólidos producido por día (Kg)
GADMR:	Gobierno Autónomo Municipal de la ciudad de Riobamba
H:	Altura del cilindro (m)
h:	Altura libre (m)
hab:	Habitante
INEC:	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INEN:	Instituto Ecuatoriano de Normalización
kg:	Kilogramos
$m^3$ :	Metros cúbicos
MAE:	Ministerio de Ambiente del Ecuador
mm:	Milímetros
n:	Número de viviendas a muestrear
N:	Número total de las viviendas
OPS:	Organización Panamericana de la Salud
PDOT:	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
$P_f$ :	Población proyectada (hab.)
$P_i$ :	Población registrada en el último censo (hab.)

$P_{md}$ :	Producción media diaria de residuos sólidos urbanos. (Tn/día)
$P_n$ :	Número de habitantes de las zonas (hab.)
PNGIDS:	Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos
Pob:	Población (hab.)
PPC:	Producción per cápita (Kg/hab/día)
PPC <sub>f</sub> :	Producción per cápita proyectada (Kg/hab/día)
$P_{pd}$ :	Producción máxima diaria de residuos sólidos urbanos. (Tn/día)
$P_{ps}$ :	Producción máxima semanal de residuos sólidos urbanos. (Tn/semana)
$P_{rd}$ :	Producción de diseño del sistema de contenerización. (Tn.)
r:	Tasa de crecimiento (%)
RSU:	Residuos Sólidos Urbanos (Kg)
s:	Densidad de los desechos sólidos (Kg/m <sup>3</sup> )
$S_{compactada}$ :	Densidad compactada de los desechos sólidos (Kg/m <sup>3</sup> )
$S_{suelta}$ :	Densidad suelta de los desechos sólidos (Kg/m <sup>3</sup> )
$T_f$ :	Año de la proyección
$T_i$ :	Año del último año
Tn:	Tonelada
TULSMA:	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente
V:	Volumen (m <sup>3</sup> )
W:	Peso de los residuos sólidos (Kg)
Z:	Coefficiente de confianza

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en los barrios de la zona periférica de la ciudad de Riobamba durante el segundo semestre del año 2017, con la principal finalidad de efectuar un análisis de residuos sólidos del sector, y determinar la factibilidad de la implementación del sistema de contenerización y recolección mecanizada de carga lateral. Para lo cual, se realizó la visita técnica a cada uno de los 36 barrios periféricos de la ciudad, y bajo los criterios de selección establecidos por el Departamento de Residuos Sólidos de la Dirección de Gestión Ambiental, Salubridad e Higiene (DGASH) se seleccionaron 29 barrios que cumplen con los lineamientos necesarios para la implementación del nuevo sistema de recolección. Se utilizó el Manual de Instrucción para el Análisis de Residuos Sólidos, elaborado por el Dr. Kunitoshi Sakurai, se calcularon las variables físicas del análisis de los residuos entregando un valor actual de producción *per cápita* ponderado de 0,454 Kg/hab/día. Posteriormente se caracterizaron los residuos recolectados dando como resultado que la materia orgánica es el residuo de mayor generación (56,91%), seguido por plástico (7,38%), y papel (6,12%) como residuos más representativos, por lo tanto, se estima que se necesitan alrededor de 45 contenedores metálicos de 2400 litros de capacidad para abastecer una producción de 2,44 Tn/ día, beneficiando a 1132 familias, posteriormente se diseñaron las nuevas rutas de recolección para el sector periférico de la ciudad con la propuesta del uso de 3 vehículos recolectores de carga lateral y 1 vehículo lavacontenedores. La vida útil del estudio se la proyectó para 15 años, entregando un beneficio futuro a 7284 habitantes. Se concluyó que el estudio presenta una buena factibilidad de aplicación, ya que los datos obtenidos superan con creces los valores de información de estudios anteriores que posee el GADM de Riobamba, por lo cual se recomienda la ejecución de un diseño de recolección mecanizada.

**Palabras clave:** <BIOTECNOLOGÍA>, <GESTIÓN AMBIENTAL>, <RESIDUOS SÓLIDOS>, <CARACTERIZACIÓN>, <CONTENERIZACIÓN>, <RECOLECCIÓN CARGA LATERAL>, <BARRIOS PERIFÉRICOS>, <RIOBAMBA (CANTÓN)>.

## **ABSTRACT**

The present study performed in the neighborhoods of the peripheral zone Riobamba city during the second semester of 2017, the principal purpose of performing an analysis of solid waste in the sector and determining the feasibility of implementing containerization system and mechanized collection of lateral load. 36 peripheral neighborhoods of the city had a technical visit under selection criteria established by the Department of Solid Wastes of Directorate of Environmental Management, Health, and Hygiene (DASH) 29 selected neighborhoods complied with necessary guidelines for implementation of the collection system. The Manual of Instruction for Analysis of Solid Residues elaborated by Dr. Kunitoshi Sakurai, physical variables calculated of waste analysis gave a current value of production per capita weighted of 0.454 Kg/hab/day. Afterward, the collected waste characterized gave as a result that organic matter was the waste of highest generation (56.91%), followed by plastic (7.38%), paper (6.12%) as most representative wastes. Therefore, it estimated that around 45 metal containers of 2400 capacity liters are needed to supply a production of 2.44 tons/day, benefiting 1132 families. Municipal Decentralized Autonomous Government of Riobamba Canton must proceed with the design of routes and strategic location of containers peripheral sector of the city. The useful life of study it is projected by 15 years, delivering a future benefit to 7284 inhabitants. It is concluded that the study presents a good feasibility of application since the data obtained far outweigh the information values of previous studies that the GADM Riobamba has. The research paper recommends the execution of a mechanized collection design.

**Keywords:** <BIOTECHNOLOGY>, <ENVIRONMENTAL MANAGEMENT>, <SOLID WASTES>, <CHARACTERIZATION>, <CONTAINERIZATION>, <LATERAL LOAD COLLECTION>, <PERIPHERAL NEIGHBORHOODS>, <RIOBAMBA (CANTON)>

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad es una responsabilidad social la Gestión Integral de Residuos Sólidos (BRITO H., 2016) para la conservación del ambiente, siguiendo los lineamientos del desarrollo sustentable, de forma que estos velen por la disminución del impacto sobre el ambiente sin comprometer las necesidades de las generaciones venideras por lo que es necesario y obligatorio trabajar sobre el tema del Manejo Integral de los Desechos Sólidos. (BRITO H. et al., 2017, p.2)

En los últimos años el problema de la basura en todos los Municipios ha ganado importancia debido al crecimiento poblacional y por la alta generación de residuos, además de los problemas ambientales y de salubridad que ocasionan. Como parte de la gestión de residuos sólidos se tienen diferentes sistemas de recolección y almacenamiento como depósito en bolsa y recolección a nivel de acera y depósito en contenedores de carga lateral. (Duque y Tul, 2012, p.1)

El GAD Municipal de la ciudad de Riobamba, decidió implementar contenedores de residuos sólidos. Se realizó un estudio previo para la ubicación de los contenedores de RSU considerando una distancia de 200 m entre contenedores, asumiendo que todas las manzanas de la ciudad de Riobamba son simétricas y tienen una distancia de 100 m de cuadra a cuadra, lo que en realidad no es así, ya que la topografía de Riobamba y sus manzanas es completamente irregular. (Díaz y Pilataxi, 2018, p.1)

Los sectores periféricos de las pequeñas o grandes ciudades siempre han presentado una notable involuntaria falta de atención por parte de los Gobiernos Autónomos Municipales, la constante extensión territorial de las diferentes poblaciones ha hecho que cumplir con los requerimientos que merecen como parte de una ciudad sea una tarea difícil, por lo cual se generan problemas sociales los cuales se deben resolver con la mayor atención y profesionalidad posible.

En la ciudad de Riobamba existen 36 barrios periféricos (GADM-R, 2016), los mismos que se ubican alrededor del anillo vial que delimita la ciudad, cabe indicar que la mayoría de las zonas periféricas con una adecuada densidad poblacional se encuentra ubicada a una distancia no mayor a los 600 metros de la Avenida Circunvalación.

Para este estudio se ha utilizado el método de investigación inductivo que parte de lo particular a lo general, con visitas de observación donde se identificaron las condiciones físicas de los diferentes barrios periféricos, entrevistas a los habitantes mediante la aplicación de una encuesta que pudo evaluar los principales problemas del actual sistema de recolección.

La selección de barrios se efectuó por la evaluación de sus condiciones físicas; el ancho de la calle, el tipo de vía y la accesibilidad de las rutas de ingreso de los barrios, fueron las variables por considerar para diseñar un eficiente sistema de contenerización.

Posteriormente se estratificaron las viviendas de los barrios elegidos acorde a la información socioeconómica que entregó la encuesta, el muestreo que se realizó fue aleatorio estratificado donde los hogares fueron muestreados durante 32 días realizando una recolección análoga a la ruta y frecuencia de recolección del sector. Las muestras fueron transportadas al vertedero municipal de Porlón dónde se midieron las propiedades físicas y se realizó una caracterización de residuos según cinco tipos (material orgánico, plástico, papel, cartón y vidrio).

Según el resultado de la producción diaria de residuos de la zona periférica de la ciudad se necesitan 45 contenedores de 2400 litros de capacidad, los mismos que deberán ser ubicados de acuerdo con el diseño de ubicación establecido por la DGASH del GADM de Riobamba. El presente estudio permite identificar los principales problemas del actual sistema de recolección y además la inconformidad de la población del sector periférico, por lo que, la implementación de un sistema de recolección de residuos bajo el método de carga lateral con el uso de contenedores estáticos beneficiaría a un total de 1132 familias que conforman los barrios periféricos analizados.

## ANTECEDENTES

Los residuos sólidos en el transcurso de la historia han sido parte del ciclo de la naturaleza, como abono para plantas o de alimento para los animales, inclusive los vertidos en los ríos han sido depurados por las propias aguas. Toda esta capacidad de regeneración natural se ha observado afectada con el paso de los años debido a la gran cantidad de residuos y a su inoportuna gestión del hombre. (CEPIS,2014)

El gobierno nacional del Ecuador a través del Ministerio del Ambiente, en abril del año 2010, crea el Programa Nacional Para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS), con el objetivo primordial de impulsar la gestión de los residuos sólidos en los municipios del país. (PNGIDS, 2017, <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>)

En Ecuador la generación de residuos sólidos es de aproximadamente 4,06 millones de toneladas métricas al año y una generación *per cápita* de 0,74 kilogramos habitante día. La gestión de los residuos sólidos está a cargo de los gobiernos municipales según el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD).

Con la implementación de los contenedores en diferentes ciudades como Riobamba, Ambato, el cantón Rumiñahui, la Parroquia de Aláquez – Cotopaxi y otras ciudades del Ecuador se han logrado mantener limpia las ciudades utilizando tecnologías nuevas que brinden un buen servicio de recolección y sea sostenible.

La DGASH del GAD-Riobamba está a cargo diariamente de la generación de 168 toneladas de desechos sólidos, de acuerdo con un estudio realizado por CONSULTORA CAV la generación per cápita del cantón Riobamba es de 0,615 kg/hab/día. Los residuos sólidos domiciliarios y de comercio que se generan diariamente están compuestos en un 62,15% de materia orgánica, seguido de 10,82% plástico, papel y cartón 6,94% y vidrio 5,19%. (GADM Riobamba, 2017)

El 29 de septiembre del año 2013 el GADM Riobamba implementó el servicio de contenerización de carga lateral, adquiriendo 1100 contenedores, camiones compactadores de carga lateral y vehículos para el lavado de los contenedores por un valor total de \$ 3 173 268 (USD). Se colocaron 1050 contenedores en las diferentes vías públicas de la urbe y 50 se almacenaron en el EP EMMPA para la sustitución de algún contenedor en caso de daño. (GADM Riobamba, 2017)

La implementación del sistema de contenerización se inició en dos etapas, la primera se realizó en toda la zona urbana de la ciudad, y una posterior, aún en ejecución en las zonas más alejadas

del cantón. El sistema de contenerización cubre el 80% de la zona urbana de la ciudad y el 20% restante, aun cuenta con el sistema tradicional de carga posterior. (GADM Riobamba, 2017)

El Sistema de Contenerización de la ciudad cuenta con recipientes de 2,4 m<sup>3</sup>, ubicados estratégicamente en toda la urbe, permitiendo almacenar y recolectar los desechos generados por la población a cualquier hora del día. Estadísticamente este servicio beneficia a alrededor de 40 familias que están cerca a este sistema de contenerización. Significa que un contenedor da un servicio aproximadamente a un número de 120 personas; esto multiplicando por el número de miembros de la familia, señaló el Lcdo. Geovanny Bonifaz (2017) director de la DGASH del GADM-Riobamba.

## **JUSTIFICACIÓN**

Esta investigación se enfoca en realizar un estudio técnico acerca de la implementación del sistema de contenerización para los moradores del sector periférico de Riobamba, ya que esta zona cuenta con el método de recolección de acera, un método costoso que presenta una desventaja; la aglomeración de animales domésticos y vectores de insalubridad ya que pueden verse atraídos por los recipientes con basura sobre la acera, logrando en un instante dado, dispersar la basura al buscar su alimento, resultando en la mayoría de las ocasiones, que el servicio de recolección se lleva a cabo en forma mucho más lenta.

Es importante un sistema que mejore sustancialmente la salubridad de los moradores para lo cual se debe implementar el presente estudio que permita la implementación de un sistema de recolección de residuos que sea práctico y pueda mejorar la calidad de vida de los habitantes de este sector, teniendo en cuenta que este sistema debe ser viable para una potencial implementación.

El servicio de contenerización, tiene un vehículo recolector que debe detenerse en ciertos puntos predeterminados para llevar a cabo la prestación del servicio, es el más adecuado para realizar la recolección en centros de gran generación o de difícil acceso; como pueden ser hoteles, mercados, centros comerciales, hospitales, tiendas de autoservicio y zonas marginadas, entre otras.

Al momento no existen trabajos similares sobre el tema, de ahí su importancia para que el servicio de contenerización a sectores periféricos se convierta documentadamente en un sistema integral de contenerización manejado técnicamente.

Los beneficiarios directos en este proyecto serán los moradores de los barrios periféricos de Riobamba y el GAD Municipal, ya que facilitara a las autoridades correspondientes a tomar decisiones acertadas, en cuanto a la implementación del servicio de Contenerización en esta zona de la urbe, ampliando la cobertura del sistema, así como la mejora del servicio por parte de la Dirección de Gestión Ambiental Salubridad e Higiene.

Mediante este proyecto se analizó los componentes necesarios para la implantación del sistema con el propósito de dar a conocer a las autoridades municipales información valiosa que les permita implementar este servicio por contenedores además de crear nuevas rutas y una correcta ubicación de los contenedores para el manejo de RSU. Una ciudad con un adecuado sistema de gestión de residuos sólidos genera no solamente un ambiente ordenado y limpio si no también una mejor calidad de vida para toda la población que goza con un servicio óptimo y de calidad.

## **OBJETIVOS**

### **General**

- Desarrollar un estudio para la implementación del sistema de contenerización en el sector periférico de la ciudad de Riobamba.

### **Específicos**

- Identificar la zona de estudio para la implementación de un sistema de contenerización en los sectores periféricos de la ciudad de Riobamba.
- Determinar la producción per cápita de la zona de estudio, densidad, generación y el volumen de residuos sólidos domiciliarios.
- Caracterizar los residuos sólidos domiciliarios del sector periférico.
- Establecer el número adecuado de contenedores para los diferentes barrios periféricos de la ciudad de Riobamba.

## **CAPÍTULO I**

### **1. MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Riobamba**

El cantón Riobamba, perteneciente a la provincia de Chimborazo, conocida como la Sultana de los Andes, llamada así por estar rodeada de tres impresionantes nevados: Chimborazo, el Altar y el Tungurahua, que parecen formar una hermosa corona, se sitúa en la parte norte de la provincia a 2756 m.s.n.m. (SEMPERTEGUI J., 2008)

##### ***1.1.1. Ubicación***

Se encuentra a 175 km al sur de la ciudad de Quito, en la región Sierra Central.

##### ***1.1.2. Extensión***

El cantón tiene una extensión aproximada de 1202 km<sup>2</sup>.

### **1.1.3. Área de estudio**

La investigación se realizó con una muestra de residuos domésticos a los barrios periféricos de la ciudad, para lo cual se tomó en cuenta la información del último censo realizado por el INEC 2010. El área de estudio se limitó en cuatro estratos socioeconómicos, para la selección de los barrios hacer muestreados se consideró los requerimientos establecidos por la DGASH.

## **1.2. Manejo de Residuos Sólidos**

### **1.2.1. Residuo Sólido No Peligroso**

Cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido, que no presenta características de peligrosidad en base al código C.R.T.I.B., resultantes del consumo o uso de un bien tanto en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que no tiene valor para quien lo genera, pero que es susceptible de aprovechamiento y transformación en un nuevo bien con un valor económico agregado. (MAE, Acuerdo No. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, 2015, p. 8).

### **1.2.2. Clasificación de residuos sólidos**

Los residuos sólidos pueden clasificarse de acuerdo por su origen (domiciliar, industrial, comercial, institucional, público, etc.); su composición (materia orgánica, vidrio, metal, papel, textiles, plásticos, inerte y otros); o su peligrosidad (tóxicos, reactivos, corrosivos, radioactivos, inflamables, infecciosos). (CEPIS, 2014)

Se ha considerado de mayor relevancia los siguientes residuos sólidos urbanos:

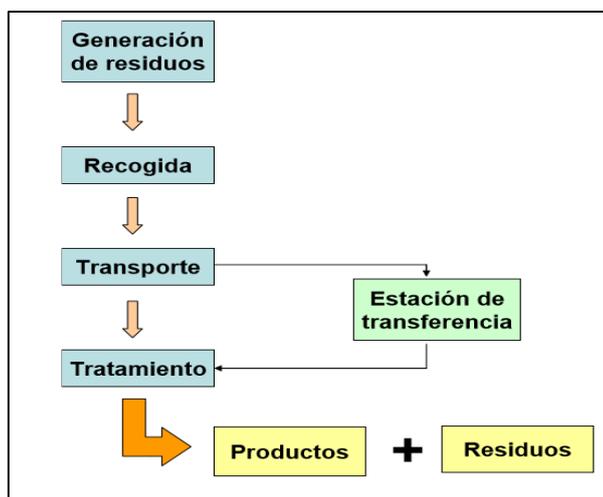
*a) Residuos sólidos municipales (RSM) son producto de la generación domiciliaria, comercial, institucional, industrial (pequeña industria y artesanía) y los residuos sólidos resultantes del barrido de calles de un conglomerado urbano y cuya gestión está a cargo de las autoridades municipales. El componente domiciliario está constituido por desperdicios*

de cocina, papeles, plásticos, depósitos de vidrio y metálicos, cartones, textiles, desechos de jardín, tierra, etc. (ACURIO & ROSSIN, 2015)

b) *Residuos sólidos especiales (RSE)* algunos de los residuos especiales por su cantidad o manejo pueden presentar un riesgo a la salud, tales como los residuos sólidos provenientes de establecimientos de salud; los productos químicos y fármacos caducos; los alimentos con plazos de consumo expirados; los desechos de establecimientos, como, por ejemplo, baterías, lodos, escombros; y los residuos voluminosos que con autorización o por costumbre son manejados por las autoridades municipales. Otros no peligrosos incluye a los animales muertos, desperdicios de demolición y construcciones, residuos de parques y jardines, entre otros. (ACURIO & ROSSIN, 2015)

### 1.2.3. Gestión integral de residuos sólidos

La gestión integral de residuos sólidos era un tema olvidado en las agendas municipales. En Ecuador, cada persona produce 0,75 kilos de residuos promedio al día, lo que suma un total de 4'139512 Tn/año, en promedio. Asimismo, se conoce que cada bolsa de basura contiene un 61,4% de orgánicos, un 11% de plásticos, un 9,4% de papel y cartón, un 2,6% de vidrio, un 2,2% de chatarra y un 13% de otros desechos. (MAE, 2014)



**Figura 1-1.** Manejo de Residuos Sólidos

Fuente: TCHOBANOGLIOUS, G. Gestión Integral de Residuos Sólidos

La generación de residuos comprende las actividades en las que los materiales son identificados como si no tuviesen algún valor adicional, y son arrojados o recogidos juntos para la evacuación.

Es necesario que en la generación de residuos exista un paso de identificación y que este paso varía con cada residuo en particular. (TCHOBANOGLIOUS, G, 1994)

La manipulación y la separación de residuos implican las actividades asociadas con la gestión de residuos hasta que éstos son colocados en contenedores de almacenamiento para la recolección. La manipulación incluye el movimiento de los contenedores cargados hasta el punto de recolección. La separación de los componentes de los residuos es un paso necesario en la manipulación y el almacenamiento de los residuos sólidos en el origen. El almacenamiento *in situ* es de vital importancia, debido a la preocupación por la salud pública y a consideraciones estéticas. El procesamiento en el origen incluye actividades como la compactación y el compostaje de residuos de jardinería. (TCHOBANOGLIOUS, G, 1994)

La recolección abarca no solamente el acopio de residuos sólidos y de materiales reciclables, sino también el transporte de estos materiales, después de este proceso, al lugar donde se vacía el vehículo transportador. Este lugar puede ser una instalación de procesamiento de materiales, una estación de transferencia o un relleno sanitario. (TCHOBANOGLIOUS, G, 1994)

La separación, el tratamiento de los componentes de los residuos sólidos, y la transformación del residuo sólido, se realizan fuera del lugar de generación. Los tipos de medios e instalaciones utilizados actualmente para la recuperación de materiales residuales que han sido separados en el origen incluye la recolección en la acera, los centros de recolección selectiva. (TCHOBANOGLIOUS, G, 1994)

La separación y el tratamiento de residuos que han sido clasificados en el origen y los residuos no seleccionados normalmente tienen lugar en las instalaciones de recuperación de materiales, estaciones de transferencia, instalaciones para la transformación de materiales y lugares de evacuación. Los procesos de transformación se emplean para reducir el volumen y el peso de los residuos que han de evacuarse, y para recuperar productos de conversión y energía; la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos puede ser transformada mediante una gran variedad de procesos químicos y biológicos. (TCHOBANOGLIOUS, G, 1994)



**Figura 2-1.** Proceso del manejo de residuos sólidos municipales  
**Fuente:** CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente).

#### 1.2.4. Factores que influyen en la generación y tipo de residuos sólidos

Para realizar una caracterización se debe tomar en cuenta muchas variables, entre las principales tenemos:

**Tabla 1-1:** Factores que influyen en la generación y tipo de residuos sólidos

Estaciones del año	Esta variable es necesaria al realizar el estudio de caracterización debido a que intervienen los hábitos y costumbres de la población.
Hábitos de la población.	Se toma en cuenta las costumbres y hábitos de la población en función de su naturaleza ya sea urbana o rural.
Actividades predominantes	La presencia de actividades económicas de importancia como la agricultura, la ganadería determina de manera considerable el tipo y el volumen de residuos generados.
Condiciones socioeconómicas	El nivel socioeconómico de la población tiene un impacto directo en la cantidad y tipo de residuos que generan.

Acontecimientos especiales	En este caso se trata de eventos como desastres naturales, fiestas patronales los cuales alteran la generación normal de residuos.
----------------------------	--

**Fuente:** (FLORES, J, 2009)

**Elaborado por:** Huilca, Pumagualli, 2017

### **1.2.5. Caracterización de los residuos sólidos**

La caracterización de residuos es un estudio por medio del cual se recoge una muestra e identifica su fuente, características y cantidad de residuos generados. Esta muestra es representativa de hogares de la zona de estudio elegida. Además, nos permite planificar las acciones para el manejo de los residuos, así como encontrar las soluciones más apropiadas a los problemas que se presentan en las operaciones básicas de almacenamiento, recolección, transporte y disposición final, evitando el deterioro de la calidad ambiental y la salud de las personas. (FLORES, J, 2009)

El estudio de caracterización tiene como objetivos alcanzar visitas informativas y de coordinación con la población, la identificación de las viviendas seleccionadas, identificación y pesaje de las bolsas con residuos sólidos, implementos para el análisis de la densidad de los residuos sólidos y el análisis de la composición de los residuos sólidos. (FLORES, J, 2009)

### **1.2.6. Métodos de recolección**

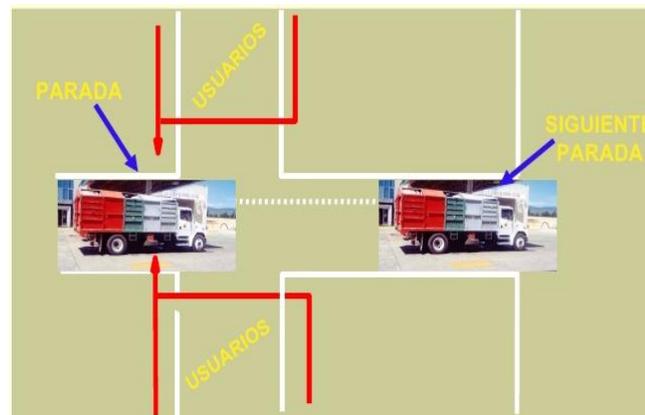
La recolección es el conjunto de actividades que se realiza para recoger los residuos desde el lugar donde son depositados por su productor, hasta su descarga en los sitios de disposición final o en la entrega de alguna planta procesadora para su aprovechamiento. (CRUZ, 2011)

Considerando los distintos vehículos recolectores utilizados en la prestación del servicio, los métodos de recolección pueden clasificarse en mecanizados, semimecanizados y manuales. Los métodos mecanizados y semimecanizados frecuentemente son utilizados en zonas urbanizadas; mientras que los métodos manuales, por lo general se realizan con equipos no convencionales, son más conocidos en zonas deprimidas y de difícil acceso como en localidades pequeñas, rurales y semirurales. (TCHOBANOGLIOUS, G, 1994)

### 1.2.6.1. Método de esquina o parada fija

Es el método más económico, en el cual los usuarios llevan sus recipientes hasta el vehículo recolector que se estaciona para prestar el servicio. Al llegar hasta el vehículo forman una fila ordenada para que un operador les reciba el recipiente, lo entregue a otro que se encuentra dentro de la carrocería del vehículo, el cual vacía su contenido y lo regresa al operario que se lo entregó, para que lo devuelva al usuario, el cual después de ser atendido, se retira del vehículo. La operación se repite tantas veces como sea necesario, atendiendo los usuarios que lo soliciten. (VIDAL, Z. 2017)

Para que sea eficiente este método, las paradas se fijan de manera que los usuarios no caminan más de 50 m con sus recipientes, para lo cual se informa la llegada del vehículo al punto de recolección mediante un campanero o de un claxon reconocido previamente por la población; también se coloca una placa o anuncio en el lugar de la parada, donde se indica horario y días de recolección. (TCHOBANOGLIOUS, G, 1994)



**Figura 3-1.** Método de esquina o parada fija

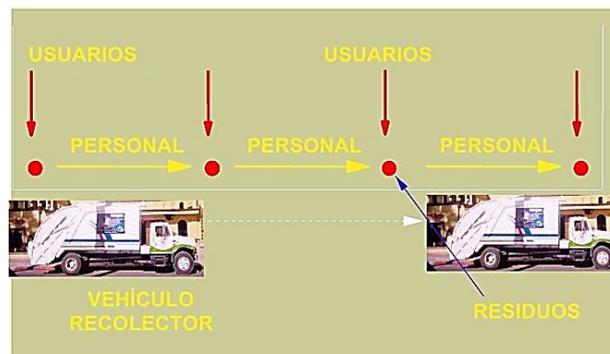
Fuente: TCHOBANOGLIOUS, G. Gestión Integral de Residuos Sólidos

### 1.2.6.2. Método de acera

En este método, el personal operario del vehículo recolector toma los recipientes con basura que sobre la acera han sido colocados por los usuarios del servicio, para después trasladarse hacia el vehículo recolector, con el fin de vaciar el contenido de dichos recipientes dentro de la tolva o sección de carga de dicho vehículo, de donde los tomaron, para que los usuarios atendidos los introduzcan ya vacíos a sus casas. (VIDAL, Z. 2017)

Para llegar a cumplir lo mencionado, se requiere de una ardua colaboración por parte de los usuarios del sistema, además que el vehículo recolector transite a bajas velocidades en ambos sentidos de la calle; es aconsejable, que este método sea implantado ordenadamente en localidades que cuenten con calles de doble sentido. (VIDAL, Z. 2017)

Para evitar este inconveniente, se recomienda el uso de bolsas de polietileno herméticamente cerradas, así como el uso de canastillas elevadas de las aceras donde se coloquen los recipientes con los residuos; a pesar de que esto pueda involucrar un costo adicional para los usuarios, que no siempre están dispuestos a cubrir. (SEDESOL, 1994)

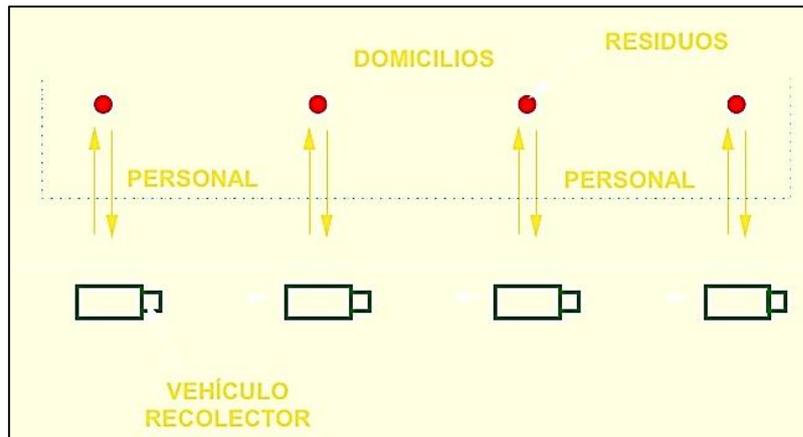


**Figura 4-1.** Método de acera

**Fuente:** TCHOBANOGLIOUS, G. Gestión Integral de Residuos Sólidos

### 1.2.6.3. Método intradomiciliario o de "llevar y traer"

Este método es parecido al anterior, con la diferencia que los operarios del vehículo recolector entran hasta las casas-habitación por los recipientes con basura regresándolos hasta el mismo sitio de donde los tomaron después de haberlos vaciado dentro de la caja del vehículo, por lo tanto, este método de recolección se considera más costoso que el de acera y aún más que el de esquina. (TRUJANO, 2010)



**Figura 5-1.** Método intradomiciliario “llevar y traer”

Fuente: TCHOBANOGLOUS, G. Gestión Integral de Residuos Sólidos

#### 1.2.6.4. Método de contenedores

Según Trujano (2010) este método es el más adecuado para realizar la recolección en centros de gran generación o de difícil acceso; como pueden ser hoteles, mercados, centros comerciales, hospitales, tiendas de autoservicio y zonas marginadas, entre otras.

La localización de los contenedores deberá disponerse de tal manera que el vehículo recolector tenga un fácil acceso a ellos y que, además, pueda realizar maniobras sin problemas. No debe pensarse, no obstante, que en todos los casos los métodos de recolección mencionados se cumplen tal y como fueron descritos, puesto que de una u otra manera siempre existe alguna variante en cuanto al equipo, participación del usuario y número de empleados que prestan servicio, por señalar tan sólo algunas de ellas, que los diferencian de los antes mencionados. (TRUJANO,2010)

#### 1.2.6.5. Tipos de contenedores urbanos

Los tipos y las capacidades de los contenedores utilizados, en gran parte dependen de las características y tipos de residuos sólidos que recogen, del tipo de sistema de recogida utilizado, de la frecuencia de la recogida, y del espacio disponible para colocar los contenedores. (CONTEUR, 2007)

En viviendas de baja altura los residuos sólidos se recogen manualmente en la acera, por ende, los contenedores deben ser ligeros como para ser manipulados por un solo recogedor cuando están llenos. Se han producido daños personales en los recogedores por la manipulación de contenedores cargados con demasiado peso. Generalmente el límite de peso superior debería estar entre 18 y 30 kg. (ORBE, S, 2012)

Frecuentemente se utilizan bolsas de papel, cajas de cartón, bolsas y envases de plástico, siendo estos los más comunes, y cajas de madera como contenedores temporales y desechables de residuos acumulados. Cuando se utilizan sistemas mecanizados de recogida, el contenedor utilizado para el almacenamiento in situ de residuos es una parte integral del sistema de recolección. Los contenedores están diseñados específicamente para trabajar con el mecanismo de descarga del contenedor acoplado al vehículo de recogida. (ORBE, S, 2012)

#### *1.2.6.6. Lugares para almacenamiento de contenedores*

Los lugares para el almacenamiento de contenedores dependen mucho del tipo de vivienda, del espacio disponible, y del acceso a los servicios de recogida. En viviendas residenciales, normalmente, se colocan los contenedores utilizados a lado o cerca de la casa, en callejones, dentro o al lado del garaje, o cuando es posible, en algún lugar común específicamente designado para este propósito. (TCHOBANOGLIOUS, G, 1994)

#### *1.2.6.7. Salud pública y estética*

Las inquietudes de salud pública están relacionadas primordialmente con la infestación de las zonas utilizadas para el almacenamiento de residuos sólidos, con alimañas e insectos que frecuentemente sirven como vectores sanitarios potenciales. Para evitar la presencia de dichos vectores es necesario una higiene correcta que implica el uso de contenedores con tapas ajustadas, lavar los contenedores y la zona de almacenamiento periódicamente, y la separación periódica de los materiales biodegradables. (TCHOBANOGLIOUS, G, 1994)

Las condiciones estéticas están relacionadas con la producción de olores y con las condiciones repugnantes que pueden desarrollarse cuando no se presta la atención adecuada al mantenimiento

de las condiciones de higiene. La mayoría de los olores se pueden controlar mediante el uso de contenedores con tapas ajustadas y con el mantenimiento de una frecuencia razonable de recogida. (TCHOBANOGLIOUS, G, 1994)

### **1.2.8. Vehículos de Recolección de Residuos Sólidos**

Estos vehículos de recolección para residuos sólidos se pueden clasificar de la siguiente manera:

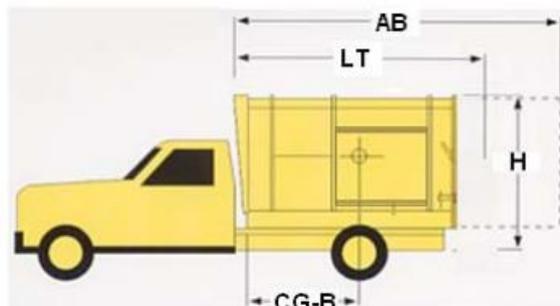
#### **1.2.8.1 Vehículos Compactadores de Carga Lateral**

Pueden ser de caja cuadrada o cilíndrica con mecanismo de compactación. La carga de basura se hace lateralmente. Su capacidad de carga varía normalmente de 10 a 16 m<sup>3</sup>, donde tal vez en algunos casos es más elevada. Su ventaja es que cuenta con un mecanismo sencillo de compactación, además de que se le puede adaptar un mecanismo para la carga y descarga de contenedores. Su desventaja es que la altura de carga y su diseño obligan a que un empleado viaje dentro de la caja para recibir la basura, por lo que la compactación no se hace con la regularidad debida. (SEDESOL, 1997)

Algún ejemplo de este vehículo se menciona a continuación con sus características:

Dimensiones: Largo 2,63m, Ancho 2,043m, Altura 1,90m

Capacidad de carga total: 7,61 m<sup>3</sup>



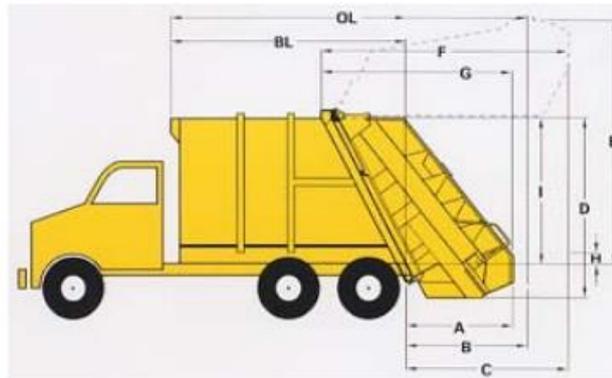
**Figura 6-1.** Vehículo compactador de carga lateral  
Fuente: SEDESOL,1997

### 1.2.8.2. Vehículos Compactadores de Carga Trasera

En este tipo de vehículos, la carga de basura se hace a través de una tolva que se encuentra ubicada en la parte posterior de la carrocería. Normalmente son de entre 10 y 20 m<sup>3</sup> de capacidad. Sus principales ventajas son que la altura de carga es baja, que los operarios no tienen acceso a la basura para "pepenarla" una vez que el mecanismo compactador de carga se ha hecho funcionar y, que puede atender contenedores pequeños en su ruta de recolección. (SEDESOL, 1997)

Este tipo de vehículos recolectores son los utilizados actualmente por el GADM Riobamba para el sector periférico de la ciudad, a continuación, se da a conocer las características de estas unidades:

- Capacidad de carga total de 13 m<sup>3</sup>
- Dimensiones: largo total 5,94 m., largo del cuerpo 4,11 m., ancho 2,43 m., altura 2,38 m.
- Sistema para manejo y recolección de líquidos lixiviados.

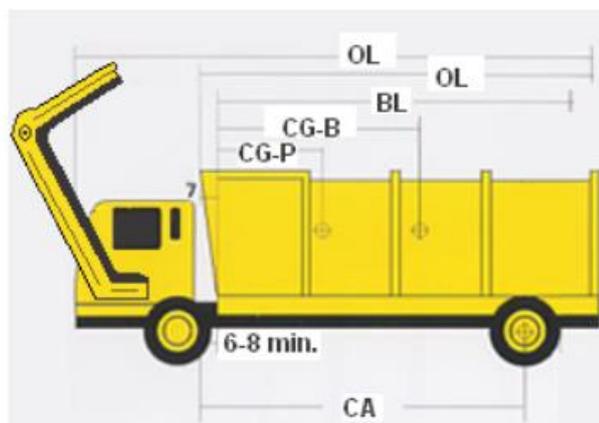


**Figura 7-1.** Vehículo compactador de carga trasera  
Fuente: SEDESOL,1997

### 1.2.8.3. Vehículos Compactadores de Carga Frontal

Estos sistemas están diseñados para atender la demanda del servicio, exclusivamente a través de la utilización de contenedores. Son equipos altamente tecnificados donde la variante radica casi exclusivamente en cuanto al mecanismo empleado para la carga y descarga de contenedores con capacidad normalmente alta (desde 6 hasta 22 m<sup>3</sup>). Cuando se usan adecuadamente, su eficiencia de recolección es muy alta. Estos sistemas no son recomendables para la recolección domiciliaria

con métodos tradicionales; sino más bien para cuando no se cuenta con un acceso adecuado y/o en zonas de gran generación. Su utilización también es recomendable en mercados, hospitales, tiendas de autoservicio, multifamiliares de gran tamaño, industrias, etc. (SEDESOL, 1997)



**Figura 8-1.** Vehículo compactador de carga frontal  
Fuente: SEDESOL,1997

### 1.3. Marco Legal

El marco legal del presente proyecto se especifica a continuación, según los siguientes artículos:

**Tabla 2-1:** Marco Legal Aplicable

No.	Normativa	Código	Fecha de emisión	Artículos
1	Constitución de la República del Ecuador	R.O. 449	2008/10/20	1, 3, 14, 15, 30, 32, 66, 264, 275, 277, 278, 395, 396, 397, 398, 27, 264 y 415.
2	Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021	SNPD-065-2017	2017/11/28	a.7, b.14, e.5, e.6.
3	Ley de Gestión Ambiental	R.O.S. No. 418	2004/09/10	21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, y 29.
4	Ley de prevención y control de la contaminación ambiental	D.S. 374 R.O. 97	1976/05/21	10, 11, 13, 14, y 15.
5	Reforma al Libro VI del TULSMA	E.E. No. 316 AM 061	2015/05/04	1; 2; 6; 7; 8; 12; 13; 14; 15;16;18 Literal a, b ; 23; 24 Numeral 1,2 ; 28 Literal a, b, c; 30; 31; 32 Literal a, b, c, d, e, f, g, h, i; 33; 34; 35; 36 Literal a, b, c, d; 43; 44; 45; 46; 49 Literal a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k; 50; 51; 53 Literal a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v; 57 Literal a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l; 59; 60

				Literal a, b, c, d, e, f, g, h, i; 62; 73 Literal a, b, c, d, e, f, g; 74; 75; 98; 125; 210 Literal a, b, c, d; 213; 214; 222; 223; 231; 249 Literal a, b, c, d, e, f, g, h.
6	Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomías y Descentralización	COOTAD	2010/10/15	136 y 263.
7	Ley Orgánica de Salud	Ley N°64 R.O.S. 423	2006/12/22	1, 3, 95 y 117.
8	Ordenanza que regula la Gestión Integral de los Residuos Sólidos del Cantón Riobamba	021-2011	2011/10/13	1, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22.

**Elaborado por:** Huilca, Pumagualli, 2017

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Línea Base

Para obtener la línea base se recogió la información proporcionada por la DGASH, el Censo de Población y Vivienda del INEC además de la información proporcionada por el PDOT del cantón Riobamba.

Para el levantamiento de datos experimentales, se ejecutaron visitas periódicas a las zonas de estudio, así también se emplearon encuestas y entrevistas a los habitantes de los barrios periféricos seleccionados de la ciudad de Riobamba.

La comprensión de la zona a ser atendida fue de suma importancia para tomar las medidas adecuadas de acciones tendientes al buen manejo de residuos sólidos y a la preservación del ambiente. Además, permitió establecer dónde existe mayor presencia de residuos sólidos y demanda de la implementación de un sistema de contenerización para estos sectores periféricos de Riobamba.

##### 2.1.1. *Ubicación*

Para el estudio se tomó en cuenta los barrios de la zona periférica de la ciudad de Riobamba que son: Los Andes, Perímetro de las Industrias, Oriental, Los Laureles, Tubasec, La Libertad, Coop. 9 de Octubre, Tanques de Agua, Liribamba, Santa Ana, Las Flores, Los Shyris, Brigada Galápagos, Medio Mundo, La Lolita, El Batán, Villa Granada, Avenida Maldonado, El Retamal,

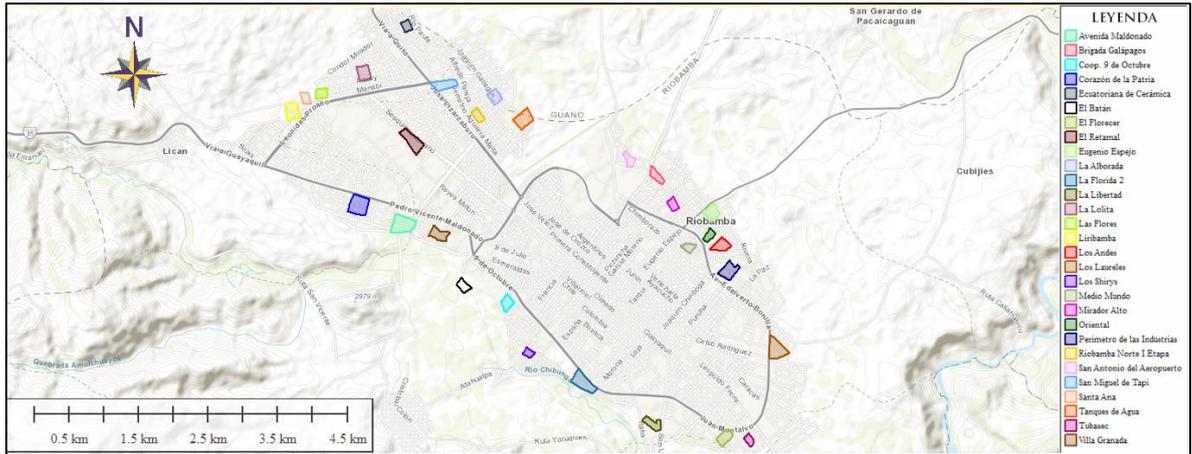
La Alborada, Riobamba Norte I Etapa, San Miguel de Tapi, Ecuatoriana de Cerámica, San Antonio del Aeropuerto, Mirador Alto, Eugenio Espejo, La Florida 2, El Florecer, Corazón de la Patria, los mismos que se encuentran ubicados en el perímetro urbano establecido por la Av. Circunvalación, arteria vial que rodea la ciudad de Riobamba y se extiende hasta la carretera Panamericana. Con las siguientes coordenadas:

**Tabla 1-2:** Coordenadas de los barrios seleccionados

No.	NOMBRE	COORDENADAS		ALTITUD (msnm)
		x	y	
1	Los Andes	-78,63599816	-1,665951874	2758
2	Perímetro de las Industrias	-78,6351323	-1,669412624	2758
3	Oriental	-78,63755336	-1,664806616	2754
4	Los Laureles	-78,62909995	-1,679247421	2741
5	Tubasec	-78,63239186	-1,69184336	2730
6	La Libertad	-78,64538977	-1,689240611	2743
7	Coop. 9 de Octubre	-78,66376088	-1,67403127	2767
8	Tanques de Agua	-78,66168132	-1,649661937	2815
9	Liribamba	-78,691435	-1,648841994	2858
10	Santa Ana	-78,68972043	-1,647220466	2856
11	Las Flores	-78,68764928	-1,646436411	2853
12	Los Shyris	-78,66093714	-1,680088671	2740
13	Brigada Galápagos	-78,64466752	-1,657105088	2786
14	Medio Mundo	-78,64041063	-1,666577878	2757
15	La Lolita	-78,68226901	-1,643737506	2847
16	El Batán	-78,6693058	-1,671545893	2769
17	Villa Granada	-78,6724977	-1,664676364	2797
18	Avenida Maldonado	-78,6770331	-1,663456536	2805
19	El Retamal	-78,67572262	-1,652790732	2822
20	La Alborada	-78,66531177	-1,646952013	2821
21	Riobamba Norte I Etapa	-78,66759353	-1,649245086	2822
22	San Miguel de Tapi	-78,67180213	-1,645350125	2832
23	Ecuatoriana de Cerámica	-78,6766293	-1,637846525	2858
24	San Antonio del Aeropuerto	-78,64780441	-1,65494176	2786
25	Mirador Alto	-78,64249105	-1,660657039	2776
26	Eugenio Espejo	-78,63740925	-1,661682862	2761
27	La Florida 2	-78,65431942	-1,683911105	2753
28	El Florecer	-78,63567344	-1,691165461	2734
29	Corazón de la Patria	-78,68294287	-1,66115052	2815

Fuente: Google Earth, 2017

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017



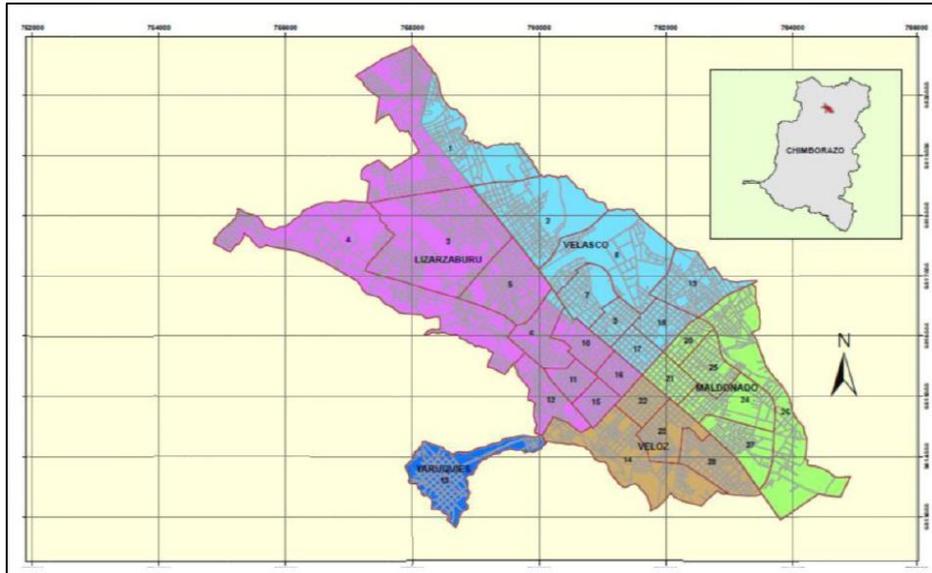
**Figura 1-2.** Mapa de ubicación de los barrios periféricos  
**Fuente:** Departamento de Gestión Ambiental GAD Riobamba, 2017

## 2.1.2. Medio Abiótico

### 2.1.2.1. Situación geográfica

Riobamba se encuentra en la cordillera de los Andes, a 2756 m.s.n.m, rodeada de varios volcanes como el Chimborazo, el Tungurahua, el Altar y el Carihuairazo. Está formada por cinco parroquias urbanas: Maldonado, Veloz, Lizarzaburu, Velasco y Yaruquíes y de once parroquias rurales: San Juan, Licto, Calpi, Quimiag, Cacha, Flores, Punín, Cubijíes, Licán, San Luis y Pungalá. (PDOT Riobamba, 2015)

Limita al Norte con el cantón Penipe, al Sur los cantones Colta y Guamote, al Este con el cantón Chambo y al Oeste con la provincia de Bolívar. Sus coordenadas UTM son X=763, 691,25 Y= 9, 819, 680,34 además tiene una superficie total de 1202 km<sup>2</sup>. (PDOT Riobamba, 2015)



**Figura 2-2.** Mapa de ubicación de las parroquias urbanas de Riobamba

Fuente: Departamento de Gestión Ambiental GAD Riobamba, 2017

### 2.1.2.2. *Clima*

Para los parámetros climatológicos del cantón Riobamba y de la zona de influencia son:

**Tabla 2-2:** Parámetros climatológicos - Riobamba

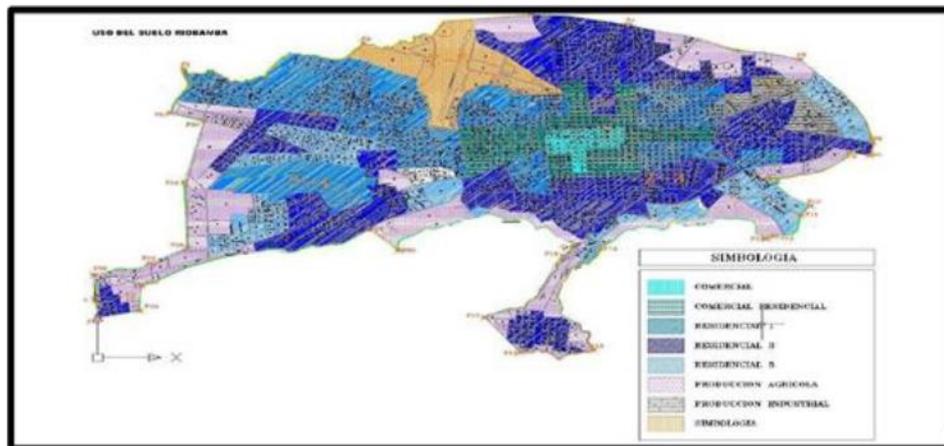
Clima	Frio Templado
Temperatura promedio	14°C
Precipitación media anual	Entre 250 y 500 mm
Humedad relativa	62,27 %

Fuente: PDOT Riobamba, 2015

### 2.1.2.3. *Geología*

Riobamba muestra geológicamente en gran parte de su territorio la formación de suelos de origen volcánico, predominan los entisol y molisol. La “Formación Riobamba” está formada por flujos de lodos, esta formación se encuentra relacionada con la actividad volcánica del período Cuaternario del Pleistoceno presente en las parroquias de Riobamba. (PDOT Riobamba, 2015)

Los suelos de tipo entisol son el resultado de la desintegración de depósitos volcánicos piroclásticos de grano fino a medio-arena-limoso, de color café claro a oscuro, señalados como podzoles. Los suelos de tipo molisol se sitúan en zonas de pastizales, contienen materia orgánica su color es café oscuro a negro, grano medio a fino-limo arenoso-arcilloso, con contenido de humus y por húmedo está relacionado con los andisoles. (PDOT Riobamba, 2015)



**Figura 3-2.** Mapa de uso del suelo en el cantón Riobamba

Fuente: Departamento de Gestión Ambiental GAD Riobamba, 2017

#### 2.1.2.4. *Geomorfología*

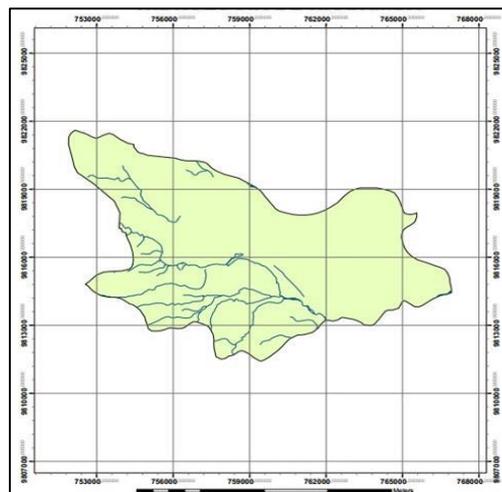
Esta zona corresponde a la llamada depresión Interactiva, rasgo morfológico con el que se nombra a un hundimiento tectónico establecido por fallas longitudinales de dirección general N-S, que consecutivamente ha sido afectada por diferentes sucesos volcánicos, ocasionando fases acumulativas para luego ser disecadas por la erosión fluvial. (PDOT Riobamba, 2015)

La altiplanicie de Tapi, que va desde los 2500 a 3000 m.s.n.m, donde está ubicada la ciudad de Riobamba, presenta una influencia de pequeñas colinas con cimas redondeadas y zonas planas, su morfogénesis está conectada con las diferentes fases de relleno y depósitos de materiales detríticos en su basamento, los cuales fueron posteriormente cubiertos por grandes depósitos volcánicos provenientes del Chimborazo, de tipo nube ardiente, laharíticos y flujos de lava, estos materiales fueron fosilizados por depósitos piroclásticos predominantemente constituidos por ceniza volcánica. (PDOT Riobamba, 2015)

### 2.1.2.5. *Hidrología*

En Riobamba debido a precipitaciones fluviales y a los deshielos del nevado Chimborazo se formaron corrientes de agua que atraviesan por todas las parroquias rurales del cantón, como acequias, canales y pequeños ríos que constituyen el sistema de conducción de agua de riego, desde la captación hasta el campo o huerta donde se emplea; además de ríos primarios y secundarios de alto y bajo caudal que fluyen con rapidez por los lugares de mayor pendiente y se convierten en los afluentes del principal componente hidrológico del río Chambo. (PDOT Riobamba, 2015)

De igual manera el cantón posee un acueducto que es un sistema de irrigación que permite transportar agua en forma de flujo continuo desde un lugar de la naturaleza hasta un punto de consumo distante, el acueducto se asienta desde la parte céntrica- este de la ciudad de Riobamba hasta la parroquia Quimiag y Cubijies, donde se encuentra la zona permeable del acuífero. (PDOT Riobamba, 2015)



**Figura 4-2.** Mapa de Hidrología de Riobamba

Fuente: Departamento de Gestión Ambiental GAD Riobamba, 2017

### 2.1.3. *Medio Biótico*

Existe una variedad de flora y fauna en la ciudad de Riobamba ya que las condiciones climáticas la hacen apropiada para el desarrollo de diferentes especies entre las cuales sobresalen plantas ornamentales, árboles, arbustos y plantas herbáceas, además de una diversidad de especies de aves y mamíferos. (PDOT Riobamba, 2015)

### 2.1.3.1. Fauna

Para la determinación de la fauna de la zona periférica de Riobamba se realizó una observación directa en toda el área de estudio para buscar vestigios de la existencia de diferentes animales de la zona o que están de paso por el entorno del sector periférico de Riobamba. (SANGOQUIZA, D, 2017)

**Tabla 3-2:** Inventario de fauna de la zona de estudio (Aves)

AVES				
	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Presencia
1	TÓRTOLA	<i>Streptopelia turtur</i>	<i>Columbidae</i>	Muy Frecuente
2	PALOMA	<i>Columba livia doméstica</i>	<i>Columbidae</i>	Frecuente
3	COLIBRÍES	<i>Archilochus colubris</i>	<i>Trochilidae</i>	Ocasionalmente
4	GALLINA	<i>Gallus domesticus</i>	<i>Phasianidae</i>	Muy Frecuente
5	PATO	<i>Anas platyrhynchos domesticus</i>	<i>Anatidae</i>	Frecuente
6	BUHÓ CUSCUNGO	<i>Bubo virginianus nigresens</i>	<i>Strigidae</i>	Frecuente
7	MIRLO	<i>Turdus merula</i>	<i>Turdidae</i>	Frecuente
8	GORRIÓN	<i>Passer domesticus</i>	<i>Passeridae</i>	Frecuente
9	GAVILÁN	<i>Accipiter nisus</i>	<i>Accipitridae</i>	Frecuente
10	GOLONDRINAS	<i>Hirundo rustica</i>	<i>Hirundinidae</i>	Rara vez

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Riobamba

**Tabla 4-2:** Inventario de fauna de la zona de estudio (Mamíferos)

MAMIFEROS				
	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Presencia
1	PERRO	<i>Canis lupus</i>	<i>Canidae</i>	Muy Frecuente
2	GATO	<i>Felis catus</i>	<i>Felidae</i>	Muy Frecuente
3	VACA	<i>Bos primigenius Taurus</i>	<i>Bovidae</i>	Frecuente
4	OVEJA	<i>Ovis orientalis aries</i>	<i>Bovidae</i>	Frecuente
5	CERDO	<i>Sus scrofa</i>	<i>Suidae</i>	Frecuente
6	CONEJO	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	<i>Leporidae</i>	Frecuente
7	CUY	<i>Cavia orcellus</i>	<i>Caviidae</i>	Frecuente
8	CABRA	<i>Capra aegagrus hircus</i>	<i>Caprinae</i>	Frecuente
9	RATON	<i>Mus musculus</i>	<i>Muridae</i>	Frecuente

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Riobamba

**Tabla 5-2:** Inventario de fauna de la zona de estudio (Insectos)

<b>INSECTOS</b>				
	<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>	<b>Presencia</b>
<b>1</b>	ABEJA	<i>Apis mellifera</i>	<i>Vespidae</i>	Muy Frecuente
<b>2</b>	HORMIGA	<i>Solenopsis</i>	<i>Formicidae</i>	Frecuente
<b>3</b>	MOSCO COMÚN	<i>Musca doméstica</i>	<i>Muscidae</i>	Muy Frecuente
<b>4</b>	MARIPOSA	<i>Danaus plexippus</i>	<i>Papilionidae</i>	Frecuente
<b>5</b>	ZANCUDO	<i>Anopheles Gambiae</i>	<i>Culicidae</i>	Frecuente

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Riobamba

### 2.1.3.2. Flora

La flora del sector periférico de Riobamba se pudieron reconocer distintas especies entre las cuales se caracterizan en gran parte por la presencia de plantas ornamentales, árboles frutales, arbustos y plantas herbáceas son típicas de esta zona, para la selección de la información se tomó en cuenta las especies más representativas del lugar a través de una observación directa de campo para lo cual se realizó un inventario de las especies existentes. (SANGOQUIZA, D, 2017)

**Tabla 6-2:** Inventario de la flora de la zona de estudio

	<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>	<b>Presencia</b>
1	CAPULÍ	<i>Muntingia calabura L</i>	<i>Muntingiaceae L.</i>	Muy frecuente
2	EUCALIPTO	<i>Eucalyptus maldulensis</i>	<i>Myrtaceae</i>	Muy frecuente
3	PINO	<i>Pinus sylvestris L.</i>	<i>Pinaceae</i>	Muy frecuente
4	NOGAL	<i>Juglans regia</i>	<i>Juglandaceae</i>	Frecuente
5	CEDRO	<i>Cedrela odorata L.</i>	<i>Meliaceae</i>	Frecuente
6	ALISO	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Betulaceae</i>	Frecuente
7	FALSO TILO	<i>Tilia americana</i>	<i>Tiliáceas</i>	Ocasionalmente
8	GUARANGO	<i>Caesalpinia spinosa</i>	<i>Caesalpinaceae</i>	Ocasionalmente
9	CHOLÁN	<i>Tecoma Stans (L.)</i>	<i>Bignoniáceas</i>	Frecuente
10	FICUS	<i>Ficus benjamina</i>	<i>Moraceae</i>	Ocasionalmente
11	VELO DE NOVIA	<i>Gypsophila paniculata</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	Frecuente
12	GERANIO ROJO	<i>Geranium Phaeum</i>	<i>Geraniaceae</i>	Frecuente
13	SÁBILA	<i>Aloe vera</i>	<i>Xanthorrhoeaceae</i>	Muy frecuente
14	DIENTE DE LEÓN	<i>Taraxacum officinale</i>	<i>Asteraceae</i>	Muy frecuente
15	RUDA	<i>Ruda común</i>	<i>Rutaceae</i>	Frecuente

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Riobamba

## 2.1.4. Medio Antropológico

Según el Censo de población y vivienda, el cantón Riobamba contaba con 225741 habitantes, las proyecciones demográficas del INEC señala que para el año 2024 se tendrá una población de 246861 habitantes, dando como resultado del último censo el 52,7% son mujeres y 47,3% son hombres. (INEC, 2010)

**Tabla 7-2:** Composición de la población del cantón Riobamba

N°	JURISDICCIÓN	INFORMACIÓN 2001	INFORMACIÓN 2010
1	Población Total	193315	225741
2	Población Masculina	90519	106840 (47,33%)
3	Población Femenina	102796	118901 (52,67%)
4	% en relación con la Provincia	47,89%	49,22%

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

Fuente: INEC, 2010

### 2.1.4.1. Servicios Básicos

#### 2.1.4.1.1. Agua

La Empresa de Agua Potable y Alcantarillado (EP-EMAPAR), es la encargada del servicio de agua potable en la parte urbana de la ciudad y estiman que se proporciona 208 litros por habitante día. Riobamba en la actualidad se abastece de agua subterránea proveniente de las vertientes de San Pablo y los pozos profundos ubicados en Llío y otros ubicados dentro de la misma ciudad. (PDOT Riobamba, 2015)

#### 2.1.4.1.2. Electricidad y Alumbrado Público

El tipo de generación eléctrica que suministra al cantón Riobamba es del tipo hidráulica, formada por las centrales de Alao y Río Blanco, con una potencia nominal total de 13808 MW y una potencia efectiva total de 13,40 MW. Todo el cantón Riobamba cuenta con cobertura de energía

eléctrica, con transformadores trifásicos y monofásicos. Los usuarios del servicio del sistema eléctrico se clasifican en: residenciales, comerciales e industriales. (PDOT Riobamba, 2015)

#### *2.1.4.1.3. Telefonía*

En el cantón Riobamba podemos indicar que la telefonía a través de las 3 operadoras prestadoras de este servicio cubre el 100% de atención en el cantón Riobamba y las 11 parroquias rurales, por otro lado, en el acceso a telefonía fija se registran 45319 abonados. De la misma manera en lo que respecta al acceso al internet fijo se registra 155010 usuarios. (PDOT Riobamba, 2015)

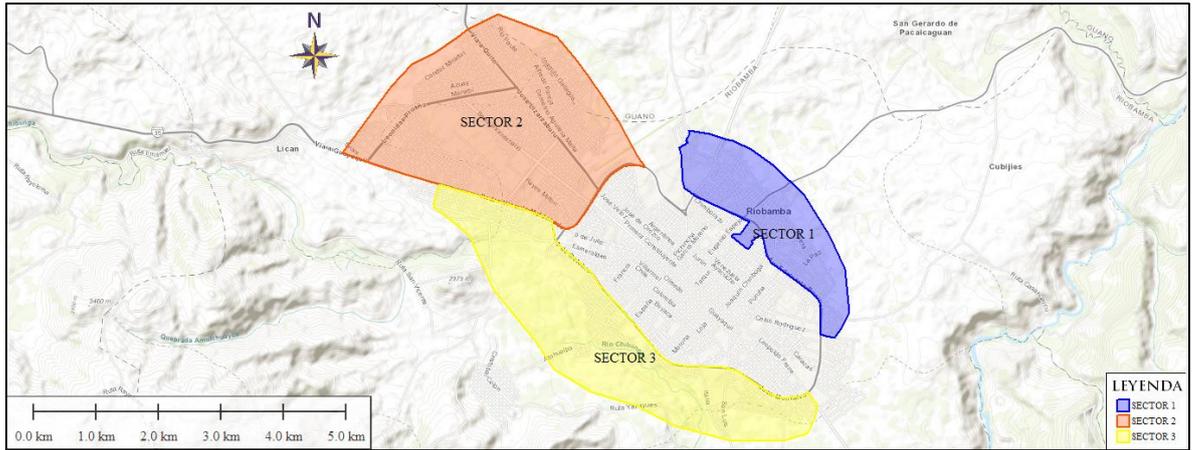
#### *2.1.4.1.4. Red Vial*

La infraestructura vial de la ciudad es uno de los pilares de crecimiento y desarrollo, contando con acceso asfaltado, con un buen nivel de carreteras. Este mejoramiento de la red vial no solo de la ciudad sino a nivel provincial ha incrementado los niveles de accesibilidad a las cabeceras cantonales, parroquiales y comunidades de la provincia. (PDOT Riobamba, 2015)

## **2.2. Levantamiento de información**

Tomando como referencia el plano base de la ciudad de Riobamba, se realizó un trabajo netamente de campo, en el que se determinaron los límites urbanos, se identificó la zona periférica y los barrios de interés para el estudio.

El GADM Riobamba gestiono la entrega de 1000 fundas plásticas, un chofer y un vehículo para la recolección de las diferentes muestras, recursos que facilitaron la ejecución del presente estudio.



**Figura 5-2.** Mapa del área de estudio

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

### 2.3. Criterios de selección

Para la implementación del sistema de carga lateral, los barrios deben cumplir con distintos parámetros topográficos y estructurales, que garantice una óptima ubicación de los contenedores y el acceso de los vehículos recolectores. (EMASEO, 2017)

#### 2.3.1. Topografía

El barrio o sector debe contar con un adecuado acceso a las diferentes vías que lo componen, sea que éste se encuentre cercano a una avenida o contiguo a una red vial común. Además, su topografía debe ser de preferencia plana evitando bajantes y calles con un ángulo de inclinación mayor a 60 grados.



**Fotografía 1-2.** Acceso al barrio San Antonio del Aeropuerto

**Elaborado por:** Huilca, Pumagualli, 2017

### 2.3.2. *Tipo de vías*

Las vías que componen el barrio o sector deben ser asfaltadas, o como mínimo adoquinadas, no se pueden colocar los contenedores en vías lastradas o de tierra, ya que al no poseer una superficie estable ocasionan daños potenciales tanto al contenedor como al vehículo recolector.



**Fotografía 2-2.** Calle lastrada del barrio San Francisco de Pisín (excluido)

**Elaborado por:** Huilca, Pumagualli, 2017

### 2.3.3. *Ancho de vías*

El sistema de recolección de residuos sólidos urbanos por contenedores requiere un ancho de vía no menor a los 6 metros, dimensión que se justifica acotando que el vehículo recolector posee un ancho de 2,50 metros adicionando 1,66 metros más del ancho del contenedor, obteniendo un

ancho mínimo de 4,16 metros para la operación de recolección, generando de esta manera alrededor de 2 metros sobrantes para que el flujo vehicular no se encuentre obstaculizado por el proceso de recolección.



**Fotografía 3-2.** Vehículo recolector de carga lateral y contenedor ubicado  
Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

#### 2.3.4. *Porcentaje de viviendas*

Según estudios realizados por la Dirección de Gestión Ambiental, Salubridad e Higiene el porcentaje mínimo de viviendas en un barrio establecido debe ser mayor o igual al 70% con relación a su superficie total.



**Fotografía 4-2.** Vista satelital del barrio “Mirador Alto”  
Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

### 2.3.5. *Arterias viales*

Para la implementación de las nuevas rutas de recolección de residuos, la Dirección de Gestión Ambiental recomienda que los barrios se encuentren lo más cercanos al perímetro vial de la ciudad, dicho perímetro está conformado por la Avenida Circunvalación y la Avenida Lizarzaburu conjugándose en el norte con la Carretera Panamericana E35 Troncal de la Sierra.



**Fotografía 5-2.** Arterias viales de la ciudad de Riobamba

**Elaborado por:** Huilca, Pumagualli, 2017

Para poder realizar la verificación en campo de los criterios antes mencionados, se elaboró una check list que permitió reconocer de una manera más eficiente las características necesarias para la selección de los barrios adecuados para la implementación del sistema de recolección por carga lateral con el uso de contenedores.

## 2.4. **Población**

El servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios de carga lateral con el uso de contenedores abarque la totalidad de los barrios periféricos se eligió, como población, a los 29 sectores que cumplen con los requerimientos infraestructurales y de obra pública que la Dirección de Gestión Ambiental solicitó.

Al ser un estudio municipal, se trata de satisfacer todas y cada una de las necesidades que la ciudadanía requiera con el paso del tiempo, tomando en cuenta su proyección territorial y crecimiento poblacional ordenado, por lo cual también se realizó una estimación de la proyección de la población para conocer las futuras necesidades que tendrán los nuevos sectores periféricos de la ciudad de Riobamba.



**Fotografía 6-2.** Vista satelital de los barrios periféricos seleccionados  
Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

## 2.5. Encuesta

Las encuestas (ver Anexo D - Formato 2: Modelo Encuesta) se realizaron con el objetivo de establecer los estratos socioeconómicos de la zona periférica de la urbe, factor importante para la determinación de la producción *per cápita*, además de conocer la situación actual del manejo de los residuos sólidos en los barrios mediante la opinión de los moradores.

La encuesta para obtener información del sistema de recolección actual consta de 21 preguntas divididas en cuatro secciones; la primera trata de la información general del encuestado, la segunda es acerca de la situación socioeconómica, la tercera parte trata de la disposición de los residuos sólidos y la cuarta sobre el sistema de recolección actual de los residuos sólidos.

Para conocer la realidad de los 29 barrios periféricos seleccionados se realizó la respectiva visita técnica de observación identificando así el número de manzanas y viviendas que componen al barrio, al mismo tiempo se realizó la encuesta, se sociabilizaron los objetivos del estudio a los jefes de hogar.

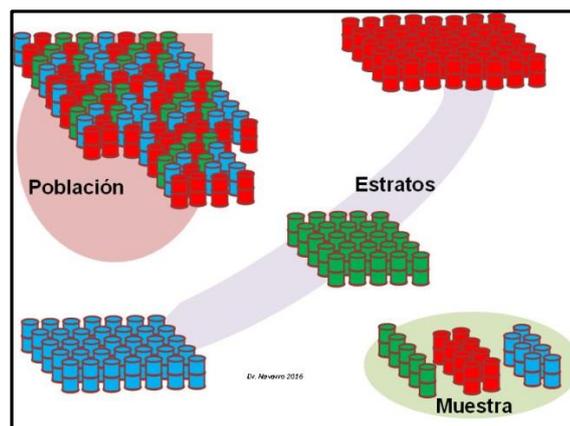
La encuesta realizada contiene preguntas que constan en la “Encuesta Socio Económica” del INEC (2010), algunas de ellas no tienen relación con la capacidad económica de la familia, pero facilitan información de la realidad ante el servicio de recolección de basura. La puntuación es proporcional al estrato económico, mientras más ingresos tenga la familia se ira ubicando en un estrato más elevado.

## 2.6. Estratificación

Para determinar los criterios de caracterización de las viviendas se tomó en referencia al Manual de Instrucción para la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios del Dr. Kunitoshi Sakurai, el mismo que indica el tipo de muestreo a realizar en estudios de esta naturaleza es el método aleatorio estratificado. Una vez obtenidos los resultados de las encuestas realizadas se procede a estratificar cada una de las viviendas de los 29 barrios periféricos según el siguiente principio:

- Zona Comercial (Estrato Comercial).
- Zona Residencial (Estrato 1), viviendas de ingreso alto.
- Zona Residencial (Estrato 2), viviendas de ingreso medio.
- Zona Residencial (Estrato 3), viviendas de ingreso bajo.

El resultado de la tabulación de las preguntas número 5 y 7 de la encuesta será el principal criterio para ubicar las viviendas en los diferentes estratos que se detallaron anteriormente por su ingreso económico, además dicha estratificación contará con indicadores importantes como son; tipo de vías del barrio, servicios básicos con los que cuenta la vivienda, tipo de vivienda, número de pisos de la vivienda, material de construcción de la vivienda, existencia de locales comerciales, número de familias que viven en una vivienda y número de personas que aportan económicamente en la vivienda.



**Figura 6-2.** Método aleatorio estratificado  
Fuente: Navarro, 2016

### 2.6.1. Criterios para la estratificación

Para la estratificación de la población a muestrear se toma en cuenta parámetros como el ingreso económico mensual de cada familia, la vivienda, el uso de la vivienda, material de la vivienda y los de servicios básicos que dispone.

Se establecen los barrios de la zona periférica de la urbe teniendo en cuenta los criterios antes mencionados, las vías de acceso, así como la sectorización existente para la recolección de basura.

Para este estudio se necesita establecer por lo menos cuatro estratos:

**Tabla 8-2:** División de la población en estratos

Zona Comercial (Estrato Comercial)	Locales comerciales
Zona Residencial (Estrato 1)	Viviendas de ingreso alto
Zona Residencial (Estrato 2)	Viviendas de ingreso medio
Zona Residencial (Estrato 3)	Viviendas de ingreso bajo

**Elaborado por:** Huilca C/Pumagualli A/ ESPOCH

**Fuente:** CEPIS (Guía para caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios)

### 2.7. Tamaño de la muestra

En un programa de análisis por muestreo, la primera y más importante interrogante a responder es la referente al número de muestras. Si el número de muestras es muy pequeño, los resultados son de poca confiabilidad. Es necesario pues fijar un número mínimo de muestras tal que los resultados a obtener reflejen con cierto grado de confianza y reducido porcentaje de error las condiciones prevalecientes en el universo poblacional. (Sakurai, 1981). Para lo cual se utilizó la siguiente fórmula para calcular el número de viviendas a muestrear para cada uno de los estratos establecidos:

$$n = \frac{Z^2 * N * \sigma^2}{(N - 1) * E^2 + Z^2 * \sigma^2} \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

n = Número de las viviendas a muestrear

Z = Coeficiente de confianza al 95% (1,96)

$\sigma$  = Desviación estándar de PPC (Kg/hab/día)

E = Error permisible de la estimación de PPC (Kg/hab/día)

N = Número total de las viviendas del estrato en cuestión

Para determinar el valor de la desviación estándar de PPC por vivienda ( $\sigma$ ) se deben tomar en cuenta estudios anteriores que otorguen un valor confiable, la ciudad de Riobamba no cuenta con estudios anteriores que validen este requisito, por lo cual, se usó un valor referencial bibliográfico de 200 gr/hab/día que se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 9-2:** Número de muestras para cada estrato económico

		Desviación estándar* de las muestras del estrato en cuestión (gr/hab/día)				
		50	100	150	200	250
Nro. total de viviendas del estrato en cuestión	500	3,8	14,9	32,3	54,7	80,6
	1000	3,8	15,1	33,4	57,9	87,6
	5000	3,8	15,3	34,3	60,7	94,2
	10,000	3,8	15,3	34,5	61,1	95,1
	50,000 +	3,8	15,4	34,6	61,4	95,9

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

Fuente: (CEPIS/OPS, 2000)

Además, el error permisible para estudios de esta naturaleza a utilizar fue 5% del promedio estimado de la PPC de la ciudad de Riobamba, considerando que dicho valor, según estudios anteriores es de 0,615 Kg/hab/día.

## 2.8. Muestreo

Para la recolección de los residuos sólidos domiciliarios se utilizaron 4 ciclos de 8 días, proceso que inició el lunes 28 de agosto y culminó el jueves 28 de septiembre del año 2017, el programa de muestreo cubrió ocho días sucesivos y se descartó la muestra tomada el primer día de recolección, ya que la duración del almacenamiento para esa muestra no se conoce. La basura recolectada del segundo al octavo día representará la generación semanal de basura. (Sakurai, 1981)

**Tabla 10-2:** Cronograma de actividades realizadas

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES									
HORA	DÍA	28-ago	29-ago	30-ago	31-ago	01-sep	02-sep	03-sep	04-sep
	ACTIVIDADES								
07h00	Encuesta								
10h00	Recolección								
12h00	Caracterización								
HORA	DÍA	05-sep	06-sep	07-sep	08-sep	09-sep	10-sep	11-sep	12-sep
	ACTIVIDADES								
08h00	Recolección								
10h00	Caracterización								
HORA	DÍA	13-sep	14-sep	15-sep	16-sep	17-sep	18-sep	19-sep	20-sep
	ACTIVIDADES								
08h00	Recolección								
10h00	Caracterización								
HORA	DÍA	21-sep	22-sep	23-sep	24-sep	25-sep	26-sep	27-sep	28-sep
	ACTIVIDADES								
08h00	Recolección								
10h00	Caracterización								

**Elaborado por:** Huilca, Pumagualli, 2017

Una vez realizada la encuesta se hizo entrega de una funda de color tomate otorgada por la Dirección de Gestión Ambiental, Salubridad e Higiene de la ciudad de Riobamba, se indicó el procedimiento que debía seguir la ama de casa procurando generar la cantidad habitual de basura diaria. Al día siguiente a partir de las 08h00 se procedió a realizar la ruta de recolección de los residuos por los barrios periféricos, después de la entrega por parte del ama de casa se procedió a etiquetar la muestra de acuerdo con el modelo establecido por CEPIS, se coloca la muestra en el vehículo recolector y a su vez se hace entrega de una nueva funda para que el ama de casa repita el procedimiento por los días restante del programa de muestreo.

Posteriormente se trasladaron en el vehículo recolector todas las muestras (fundas) al depósito de basura de la ciudad de Riobamba ubicado en la comunidad de San Jerónimo de Porlón, a 15 minutos del centro de la ciudad. Una vez ahí se realizó el pesaje de las muestras y la medición del volumen y densidad de los residuos sólidos recolectados.

La desventaja más importante de este método la constituye el posible cambio del comportamiento del ama de casa en la generación de basura al conocer la realización del estudio (CEPIS/OPS, 2000),

la misma que por temor a una nueva implementación tributaria genere una diferencia sustancial en el volumen de generación diaria lo que puede limitar considerablemente el diseño del sistema de recolección en el número de contenedores y las frecuencias de recolección.

## 2.9. Producción per cápita (PPC)

Uno de los factores más importantes por saber a través de la encuesta realizada por muestreo es la PPC, por la cual se entiende la cantidad promedio de basura en función de su peso (kilogramos) producida por una persona y por un día. (Sakurai, 1981)

Para poder determinar la generación diaria por habitante de residuos sólidos domiciliarios de cada uno de los estratos establecidos se debe realizar el siguiente protocolo:

**Tabla 11-2:** Técnica para la determinación de la producción per cápita

Parámetro	Fundamento	Procedimiento	Cálculo
Producción per cápita	Se determina la cantidad de residuos generados por habitante en el lapso de un día.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparar el área de trabajo aislando posibles factores que interfieran en la cantidad real de residuos recolectados, en el caso del presente estudio se utilizó un plástico o geomembrana de 2 mm de grosor, con una dimensión de 3x3 metros.</li> <li>Pesar todas las muestras (fundas) utilizando una balanza mecánica con una capacidad de 50 Kg, los datos obtenidos se reportan en una tabla creada para llevar el control diario de pesos. (ver Anexo D – Formato 4)</li> <li>Una vez obtenidos los pesos diarios de las viviendas muestreadas y con el dato de número de habitantes se aplica la siguiente fórmula. (Ecuación 2)</li> <li>Este procedimiento se debe realizar durante los cuatro ciclos de recolección para obtener los datos de la producción per cápita para posteriormente obtener un promedio final significativo.</li> </ul>	$PPC (kg/hab/día) = \frac{1}{7} * \frac{Peso (Kg)}{Población (hab)}$ <p>Ecuación 2</p> <p>La PPC ponderada del estudio se determina tomando en cuenta los pesos individuales de los estratos establecidos juntamente con la población muestreada y la población total de cada estrato:</p> $PPC (kg/hab/día) = \frac{1}{7} * \frac{\frac{A_1}{B_1} * P_1 + \frac{A_2}{B_2} * P_2 + \frac{A_3}{B_3} * P_3 + \frac{A_4}{B_4} * P_4}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}$ <p>Ecuación 3</p> <p>Dónde:</p> <p>An = Peso de la muestra de una semana completa tomada de cada una de las zonas estratificadas.            Bn = Número de habitantes correspondientes a la muestra tomada de cada una de las zonas estratificadas.            Pn = Número de habitantes de las zonas; Comercial, Residencial 1, Residencial 2 y Residencial 3, respectivamente.</p>

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

Fuente: (Sakurai, 1981)

## 2.10. Caracterización de los residuos sólidos

La caracterización de los residuos sólidos es un proceso en el cuál toda la basura recolectada durante los días de muestreo se clasifica por el tipo de naturaleza del residuo, esto permite conocer la producción en masa de un tipo de residuo en específico y de esta manera tomar las medidas adecuadas para satisfacer las necesidades del sector generador y fomentar la recuperación de los residuos potencialmente reciclables.

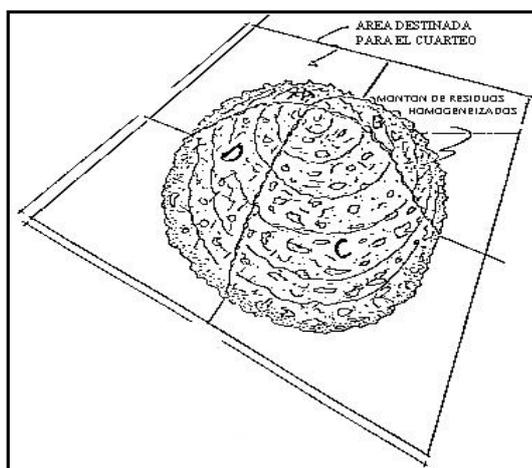
Para caracterizar los residuos sólidos domiciliarios se debe realizar el siguiente protocolo (CEPIS, 1999):

**Tabla 12-2:** Técnica para la caracterización de los residuos sólidos

Parámetro	Fundamento	Procedimiento	Cálculo
Caracterización de los residuos sólidos	<p>Los residuos recolectados se clasifican por su naturaleza, teniendo como resultado varios componentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel y cartón</li> <li>• Madera y follaje</li> <li>• Restos de alimentos</li> <li>• Plásticos</li> <li>• Metales</li> <li>• Vidrio</li> <li>• Otros (caucho, cuero, tierra, etc.).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para realizar este trabajo se utiliza la muestra de un día. Se deben colocar los residuos en una zona pavimentada o sobre un plástico grande, con la finalidad de no combinar los residuos con tierra.</li> <li>• Se rompen las bolsas y se vierte el desecho formando un montón. Con la finalidad de homogenizar la muestra, se trozan los residuos más voluminosos hasta conseguir un tamaño que resulte manipulable de 15 cm o menos.</li> <li>• El montón se divide en cuatro partes (método de cuarteo) y se escogen las dos partes opuestas (lados sombreados de la figura que se muestra a continuación) para formar un nuevo montón más pequeño. La muestra menor se vuelve a mezclar y se divide en cuatro partes nuevamente, luego se escogen dos opuestas y se forma otra muestra más pequeña. Esta operación se repite hasta obtener una muestra de 50 kg de basura o menos.</li> <li>• Los componentes se van clasificando en fundas normales que pueden ser de 50 litros o menos.</li> <li>• Una vez concluida la clasificación, se pesan los recipientes con los diferentes componentes y por diferencia del peso de la funda contenedora se saca el peso de cada componente.</li> <li>• Se calcula el porcentaje de cada componente teniendo en cuenta los datos del peso total de los residuos recolectados en un día (<math>W_t</math>) y el peso de cada componente (<math>C_i</math>)</li> </ul>	<p>Porcentaje (%) = <math>\frac{C_i}{W_t} * 100 \%</math></p> <p>Ecuación 4</p> <p>Donde:</p> <p><math>C_i</math>: Peso del componente (Kg)  <math>W_t</math>: Peso total de la muestra (Kg)</p>

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

Fuente: (CEPIS, 1999)



**Figura 7-2.** Método de cuarteo

Fuente: (RESOL, 1985)

## 2.11. Densidad de residuos sólidos

La densidad de los residuos sólidos se determinó siguiendo el presente procedimiento:

**Tabla 13-2:** Técnica para determinar la densidad de los residuos sólidos

Parámetro	Fundamento	Procedimiento	Cálculo
Densidad de los residuos sólidos	<p>Los residuos recolectados se clasifican por su naturaleza, teniendo como resultado varios componentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel y cartón</li> <li>• Madera y follaje</li> <li>• Restos de alimentos</li> <li>• Plásticos</li> <li>• Metales</li> <li>• Vidrio</li> <li>• Otros (caucho, cuero, tierra, etc.).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acondicionar un recipiente cilíndrico de 100 litros de capacidad.</li> <li>• Medir la altura y el diámetro del recipiente cilíndrico.</li> <li>• Escoger la cantidad sobrante del proceso de cuarteo para la determinación de la densidad.</li> <li>• Una vez lleno el recipiente, levantar el cilindro 20 cm sobre la superficie y dejarlo caer, repetir esta acción por tres veces, con la finalidad de uniformizar la muestra llenando los espacios vacíos del cilindro.</li> <li>• Medir la altura libre y registrar este dato.</li> <li>• La estimación de la densidad se llevará a cabo tomando en cuenta el peso registrado de las bolsas vaciadas en el cilindro, el volumen de este y descontando el volumen generado por la altura libre de residuos sólidos.</li> </ul>	$s \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{W}{V} = \frac{W}{\pi(\theta/2)^2(H-h)}$ <p>Ecuación 5</p> <p>Donde:  s: Densidad de los residuos sólidos  W: Peso de los residuos sólidos  V: Volumen de residuos sólidos  D: Diámetro del recipiente cilíndrico  H: Altura total del cilindro (medida desde adentro)  h: Altura libre de residuos sólidos en el cilindro  <math>\pi</math>: Constante: 3,1416</p>

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

Fuente: (MINAM, 2013)



**Figura 8-2.** Recipiente cilíndrico de 100 litros

Fuente: (Colvinsa Envases Industriales, 2017)

## 2.12. Generación de residuos sólidos

La generación de los residuos recolectados se determina mediante la siguiente fórmula:

$$G \left( \frac{Kg}{día} \right) = PPC (Kg/hab/día) * P (hab) \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

PPC: Producción *per cápita* del barrio/estrato muestreado

P: Población del barrio/estrato muestreado

## 2.13. Volumen de generación de residuos sólidos

Para conocer la dimensión volumétrica de residuos producidos por un barrio o estrato, se debe aplicar la siguiente fórmula utilizando los datos que anteriormente se han determinado:

$$V \left( \frac{m^3}{día} \right) = \frac{Producción (Kg/día)}{Densidad (Kg/m^3)} \quad \text{Ecuación 7}$$

## 2.14. Número de contenedores

Para determinar el número de contenedores que necesitará cada uno de los barrios muestreados se debe conocer ciertos valores preliminares como son; el volumen del contenedor, el factor de recolección y el porcentaje estimado de llenado del contenedor. Por lo tanto, se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$N_c = \frac{G * f_r}{\rho * V_c * 1 * \left(\frac{r}{100}\right)} \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde:

G: Generación de los residuos sólidos

f<sub>r</sub>: Factor de recolección

V<sub>c</sub>: Volumen del contenedor

r: Porcentaje estimado de llenado del contenedor

El grado de llenado varía entre el 70% y el 80%, sirve como un coeficiente de seguridad para que los equipamientos trabajen con cierta holgura si es que ocurre alguna sobreproducción de RSD, además de lo anterior el porcentaje de seguridad también puede cubrir fluctuaciones estacionarias e imprevistos. (EMASEO, 2017)

El factor de recolección está basado en la frecuencia con la que serán recogidos los contenedores. En la tabla 14-2 se indica el factor para cada tipo de frecuencia de recolección.

**Tabla 14-2:** Factores de recolección

Frecuencia de recolección	Factor de recolección (f <sub>r</sub> )
Diaria	1
6 veces / semana	2
3 veces / semana	3
2 veces / semana	4
1 vez / semana	7

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

Fuente: (EMASEO, 2017)

Para contrarrestar los errores que se puedan ir acumulando en la etapa de muestreo y pesaje de los residuos recolectados EMASEO recomienda aumentar un contenedor al número de contenedores que se determinan con la fórmula antes mencionada.

## 2.15. **Proyección del estudio a 15 años de vida útil**

### 2.15.1. **Proyección de la población**

La población anual estimada del actual anillo periférico de la ciudad de Riobamba está determinada por la suma de todos los habitantes de los barrios seleccionados, además de tomar en cuenta la cantidad de población flotante o migrante, este valor de población se proyectará hasta el año 2032. De esta manera el diseño a elaborar deberá satisfacer las necesidades actuales y futuras de la población tomando como consideración que la producción *per cápita* se proyecta en un 1% anual. (JARAMILLO, 2002)

$$P_f = P_i * (1 + r)^{T_f - T_i} \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

$P_f$ : Población proyectada (hab)

$P_i$ : Población registrada en el último censo (hab)

$r$ : Tasa de crecimiento anual (1,6%. INEC, 2010) (hab/año)

$T_f$ : Año de la proyección (año)

$T_i$ : Año del último censo (año)

### 2.15.2. **Proyección de la producción per cápita**

La producción per cápita se la proyecta con un crecimiento anual de 1 %. (JARAMILLO, 1991)

$$PPC_f = PPC_i + PPC_i * (1/100) \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde:

$PPC_f$ : Producción per cápita futura (Kg/hab/día)

$PPC_i$ : Producción per cápita inicial (Kg/hab/día)

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

#### 3.1. Selección de los barrios

La selección de los barrios para el estudio del sistema de contenerización se realizaron en base a visitas de campo, observación *in situ* de todos los barrios que forman la periferia de la ciudad y con la ayuda de la Dirección Ambiental, Salubridad e Higiene del GADM de Riobamba se estableció los siguientes parámetros de selección:

**Tabla 1-3:** Criterios de selección

	<b>Valor</b>	
<b>Tipo de Topografía</b>	Llano	5
	Ondulado	4
	Fuertemente ondulado	3
	Colinado	2
<b>Tipo de vías</b>	Asfaltada	5
	Adoquinada	4
	Empedrada	3
	Lastrada	2
	Tierra	1
<b>Ancho de la vía</b>	Mayor a 6 metros	5
	6 metros	4
	Menos de 6 metros	3
<b>Porcentaje de vivienda</b>	Mayor al 70 %	5
	70 %	4
	Menor al 70 %	3
<b>Proximidad a arterias viales</b>	Menor a 500 metros	5
	A 500 metros	4
	Mayor a 500 metros	3

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

La topografía es decir el acceso al barrio, de preferencia debe ser plano o llano evitando bajantes y calles con ángulos de inclinación. El tipo de vías para la implementación de este sistema tiene que ser asfaltadas o como mínimo adoquinadas, para no ocasionar daños potenciales tanto al contenedor como al vehículo recolector.

Es importante el ancho de vías en este estudio, ya que el sistema de recolección de residuos sólidos urbanos por contenedores requiere que sea mayor a 6 metros, dimensión que se justifica acotando que el vehículo recolector posee un ancho de 2,50 metros adicional 1,66 metros más del ancho del contenedor, obteniendo un ancho mínimo de 4,16 metros para la operación de la recolección. El porcentaje mínimo de viviendas en un barrio establecido debe ser mayor o igual al 70% con relación a su superficie. Arteria vial, los barrios tienen que encontrarse lo más cercanos al perímetro vial de la ciudad, que conforma la Avenida Circunvalación y la Avenida Lizarzaburu conjugándose en el norte con la Carretera Panamericana E35 Troncal de la Sierra.

**Tabla 2-3:** Selección de barrios periféricos para el estudio

NOMBRE DEL BARRIO	CRITERIOS DE SELECCIÓN					PUNTAJE	RESULTADO
	Topografía	Tipo de vías	Ancho de vías	% de viviendas	Proximidad arterias viales		
Avenida Maldonado	5	4	3	4	5	21	
Brigada Galápagos	5	5	4	5	5	24	
Centro Parroquial	4	2	3	3	5	17	
Cooperativa 9 de octubre	5	5	5	4	4	23	
Corazón de la Patria	2	5	5	5	5	22	
Ecuatoriana de Cerámica	4	4	5	5	4	22	
El Batán	5	4	5	4	3	21	
El Esfuerzo 1	1	2	3	5	4	15	
El Florecer	5	4	4	5	5	23	
El Pedregal	2	1	3	5	5	16	
El Retamal	5	1	4	5	5	20	
Eugenio Espejo	5	2	5	5	5	22	
Frente Viviendístico	4	1	4	4	5	18	
La Alborada	5	2	4	4	5	20	
La Florida 2	5	4	4	5	5	23	
La Libertad	5	1	5	5	5	21	
La Lolita	5	4	5	3	5	22	
La Tarasana	3	4	3	4	5	19	
Las Flores	5	2	4	4	5	20	
Licán	3	4	3	4	5	19	
Liribamba	5	2	4	4	5	20	
Los Andes	4	4	5	5	5	23	
Los Laureles	5	2	4	5	5	21	
Los Shyris	5	4	4	5	5	23	
Medio Mundo	5	5	4	5	5	24	
Mirador Alto	5	4	4	5	5	23	
Oriental	4	5	4	5	5	23	

Perímetro de las Ind.	4	4	5	5	4	22	
Quebrada Tarasana	2	2	4	4	4	16	
Riobamba Norte I Etapa	5	4	4	5	5	23	
San Ant. del Aeropuerto	5	4	4	5	5	23	
San Miguel de Tapi	4	4	4	5	5	22	
Santa Ana	4	2	4	5	5	20	
Tanques de Agua	5	4	5	5	3	22	
Tubasec	5	2	5	5	5	22	
Villa Granada	4	4	4	5	5	22	

**Elaborado por:** Huilca, Pumagualli, 2017

<b>Simbología</b>	
	Rechazado (menor a 20 puntos)
	Aceptado (mayor o igual a 20 puntos)

**Elaborado por:** Huilca, Pumagualli, 2017

Los parámetros señalados por la Dirección de Higiene (ver Anexo D - Formato 1), los barrios deben cumplir un rango mayor o igual a 20 puntos para ser seleccionados para el estudio de implementación del sistema de recolección por carga lateral con el uso de contenedores, en el cual se determinaron 29 barrios: Los Andes, Perímetro de las Industrias, Oriental, Los Laureles, Tubasec, La Libertad, Coop. 9 de Octubre, Tanques de Agua, Liribamba, Santa Ana, Las Flores, Los Shyris, Brigada Galápagos, Medio Mundo, La Lolita, El Batán, Villa Granada, Avenida Maldonado, El Retamal, La Alborada, Riobamba Norte I Etapa, San Miguel de Tapi, Ecuatoriana de Cerámica, San Antonio del Aeropuerto, Mirador Alto, Eugenio Espejo, La Florida 2, El Florecer, Corazón de la Patria.

### 3.2. Tamaño de la muestra

Se determinó el tamaño de muestra para cada uno de los barrios periféricos seleccionados acorde al número de viviendas que se registraron con los instrumentos de medición (encuesta y observación *in situ*), entregando de esta manera los siguientes resultados:

**Tabla 3-3:** Estratificación de viviendas - Barrio "Los Laureles"

Nº	ESTRATO	NÚMERO DE VIVIENDAS	PORCENTAJE (%)
1	Estrato Comercial	4	10
2	Estrato 1	3	7
3	Estrato 2	21	51
4	Estrato 3	13	32
<b>TOTAL</b>		<b>41</b>	<b>100</b>

**Elaborado por:** Huilca, Pumagualli, 2017

Al aplicar la **Ecuación 1.-** Número de viviendas a muestrear, se obtiene las siguientes cantidades:

$$n_{\text{Los Laureles}} = \frac{Z^2 * N * \sigma^2}{(N - 1) * E^2 + Z^2 * \sigma^2} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$n_{\text{Los Laureles}} = \frac{(1,96)^2 * 41 * (0,04)}{(41 - 1) * (0,03075)^2 + (1,96)^2 * (0,04)} = 32,90 \cong \mathbf{33}$$

El tamaño de muestra calculada se distribuye proporcionalmente de acuerdo con la siguiente tabla:

**Tabla 4-3:** Número de viviendas por estrato a muestrear – Barrio “Los Laureles”

N°	ESTRATO	NÚMERO DE VIVIENDAS	PORCENTAJE (%)
1	Estrato Comercial	3	10
2	Estrato 1	2	7
3	Estrato 2	17	51
4	Estrato 3	11	32
<b>TOTAL</b>		<b>33</b>	<b>100</b>

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

### 3.3. Encuesta

#### 3.3.1. Información Socioeconómica

Basándose en una encuesta demográfica del INEC (ver Anexo D - Formato 2) realizada el día 28 de agosto del 2017, se obtuvieron resultados acerca de la gestión actual de los residuos sólidos en la zona periférica, explicando a los moradores del sector periférico de Riobamba con mayor detalle la ejecución del proyecto y los beneficios que ofrece el nuevo sistema de recolección propuesto.

**Tabla 5-3:** Información Socioeconómica de las viviendas encuestadas

<b>Información Socioeconómica</b>				
<b>Nº</b>	<b>Pregunta</b>	<b>Valores</b>	<b>Nº</b>	<b>%</b>
B1	Número de personas que habitan en la vivienda	2 - 3	124	14
		4 - 5	453	51
		Más de 5	311	35
B2	Número de familias que habitan en la vivienda	1	480	54
		2 - 4	311	35
		Más de 4	98	11
B3	Número de miembros tiene su familia	2 - 3	178	20
		4 - 5	436	49
		Más de 5	276	31
B4	Nivel de instrucción	Primaria	418	47
		Secundaria	391	44
		Universidad	80	9
B5	Ingreso económico mensual de la familia	Mayor al Básico	80	9
		Básico	400	45
		Menor al Básico	409	46
B6	La vivienda es	Propia	382	43
		Arrendada	427	48
		Heredada	80	9
B8	Número de pisos de la vivienda	1	382	43
		2	427	48
		3	80	9
B9	Material del piso de la vivienda	Duela/Cerámica	89	10
		Cemento	462	52
		Tierra	338	38
B10	Servicios básicos que dispone	Agua Potable	124	14
		Luz Eléctrica	124	14
		Alumbrado Público	107	12
		Alcantarillado	107	12
		Recolección de Basura	124	14
		Telf. Convencional	71	8
		Telf. Celular	107	12
		Internet	98	11
Tv. Pagada	27	3		

Elaborado por: Huilca, Pumaguallí, 2017

La información recopilada en la tabla anterior sirvió para poder clasificar a los habitantes de los diferentes barrios seleccionados de la zona periférica de la ciudad de Riobamba en cuatro estratos socioeconómicos (Estrato Comercial, Estrato1, Estrato 2, Estrato 3).

### 3.3.2. *Información de la generación y almacenamiento de residuos sólidos*

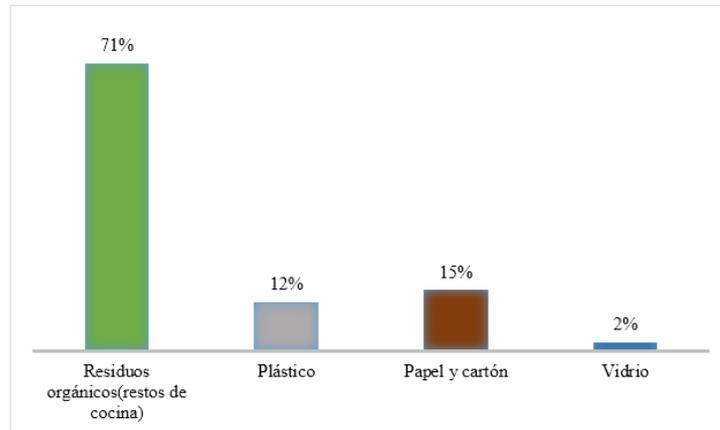
Los residuos sólidos generados en las viviendas, se da en mayor proporción los residuos orgánicos que son: restos de comida, restos de cocina, cascaras de frutas y verduras que causan la mayoría de contaminación (malos olores). Los residuos orgánicos se pueden utilizar para la fabricación de compost, mientras que los residuos inorgánicos como el plástico, papel y cartón se pueden reciclar mediante gestión del GADM- Riobamba.

**Tabla 6-3:** Información de la generación de residuos sólidos

<b>Residuos Sólidos</b>				
<b>N°</b>	<b>Pregunta</b>	<b>Valores</b>	<b>N°</b>	<b>%</b>
C11	¿Qué tipo de basura genera en mayor cantidad?	Residuos orgánicos (restos de cocina)	631	71
		Plástico	107	12
		Papel y cartón	133	15
		Vidrio	18	2
C12	Tipo de recipiente para almacenar la basura	Funda plástica	151	17
		Tachos plásticos	516	58
		Caja de madera	36	4
		Costal	187	21
C13	Tiempo que tarda en llenarse el recipiente de basura	Un día	533	60
		Dos días	320	36
		Tres días	27	3
		Más de tres	9	1
C14	Disposición final que da a la basura generada en su domicilio	Quema	9	1
		Arroja a un terreno baldío	178	20
		Entrega al servicio de recolección	489	55
		Arroja a la calle	213	24

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

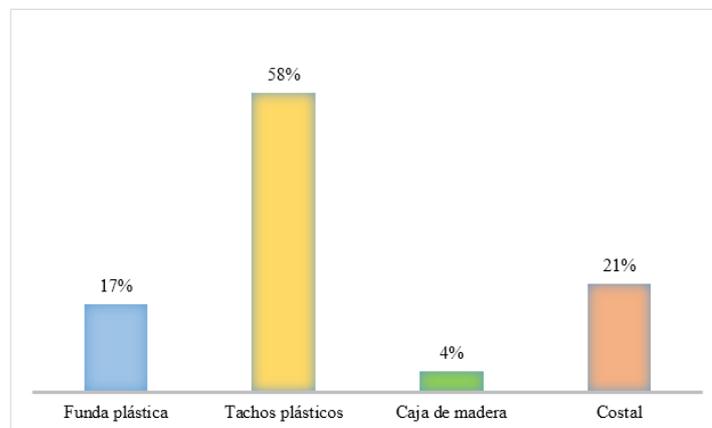
Gráficamente como resultado de la aplicación de la encuesta se logró las siguientes respuestas:



**Gráfico 1-3.** Generación de residuos sólidos

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

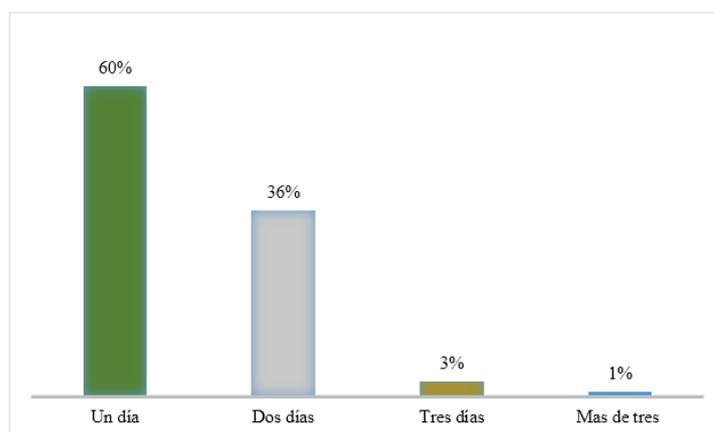
Para el almacenamiento de desechos es utilizado los tachos plásticos que facilita la recolección de carga manual que se realiza en los barrios periféricos, para la implementación del sistema de contenerización se deberá capacitar a los moradores para usar fundas plásticas al depositar en los contenedores ya que si usan el tacho plástico y arrojan directamente los desechos al contenedor disminuirá la vida útil del mismo.



**Gráfico 2-3.** Tipo de recipiente para el almacenamiento

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

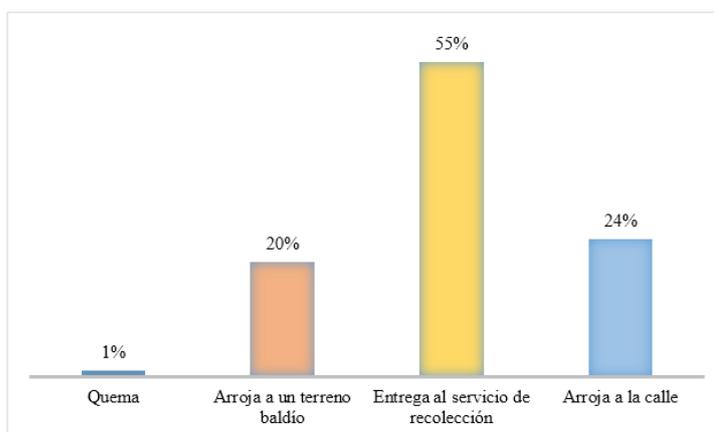
La basura que generan los moradores del sector periféricos se llena cada día el recipiente de basura debido a que el servicio de recolección se realiza de una forma irregular, tomando en cuenta como necesario la implementación del sistema de contenerización que facilitará el manejo de los residuos por estos sectores.



**Gráfico 3-3.** Tiempo de llenado de los recipientes

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

La mayoría de las personas del sector periféricos de Riobamba no realizan una adecuada disposición final de residuos, causando contaminación en los distintos barrios, por lo que es indispensable una capacitación por parte del GADM – Riobamba acerca de concientización ambiental para poder implementar el sistema de contenerización en estos sectores que lo requieren, mejorando el paisaje de la urbe y la calidad de vida de los moradores.



**Gráfico 4-3.** Disposición final de los residuos sólidos

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

### 3.3.3. *Información sobre el sistema de recolección actual*

Para conocer la realidad del sistema de recolección de residuos sólidos en los barrios periféricos de la urbe se obtuvo los siguientes resultados; 19 barrios cuentan con el horario de recolección por la mañana mismos que el camión recolector pasa más de tres veces a la semana, mientras que

8 barrios tienen el horario de recolección en la tarde y recorre tres veces por semana el camión recolector y por último sólo dos barrios disponen de un horario de recolección en la noche con un camión de recolección de una a dos veces por semana, datos ambiguos a la información que se nos otorgó por parte de la DGASH del GADM- Riobamba (ver anexo C) por lo cual se debe establecer y respetar un horario de recolección además de informar los cambios de horario a los moradores de estos sectores.

**Tabla 7-3:** Información de la recolección de residuos sólidos

<b>Recolección de Residuos Sólidos</b>				
<b>Nº</b>	<b>Pregunta</b>	<b>Valores</b>	<b>Nº</b>	<b>%</b>
D15	Horario de recolección en su barrio	Mañana	587	66
		Tarde	293	33
		Noche	9	1
D16	Número de veces por semana que pasa el camión recolector de basura	Una vez	27	3
		Dos veces	44	5
		Tres veces	249	28
		Más de tres veces	569	64
D17	El servicio de recolección de basura es	Muy eficiente	107	12
		Eficiente	231	26
		Poco eficiente	551	62
D18	El sistema de recolección por contenedores mejoraría su calidad de vida	Si	658	74
		No	151	17
		Tal vez	80	9
D19	Recibiría capacitaciones para el buen uso de los contenedores de desechos sólidos	Si	596	67
		No	187	21
		Tal vez	107	12

**Elaborado por:** Huilca, Pumagualli, 2017

Los pobladores de los 29 barrios periféricos de Riobamba mencionan que el sistema de recolección de basura es poco eficiente debido a que el personal que labora no se encuentra capacitado para realizar este trabajo, como resultado se evidencia impuntualidad en los horarios de recolección. La capacitación es indispensable para el personal en quienes se deberá crear una conciencia ambiental para desarrollar su nivel de responsabilidad en las actividades que desempeñan, así como también el conocimiento y aplicación de las normativas para la recolección y manejo de los residuos sólidos urbanos.

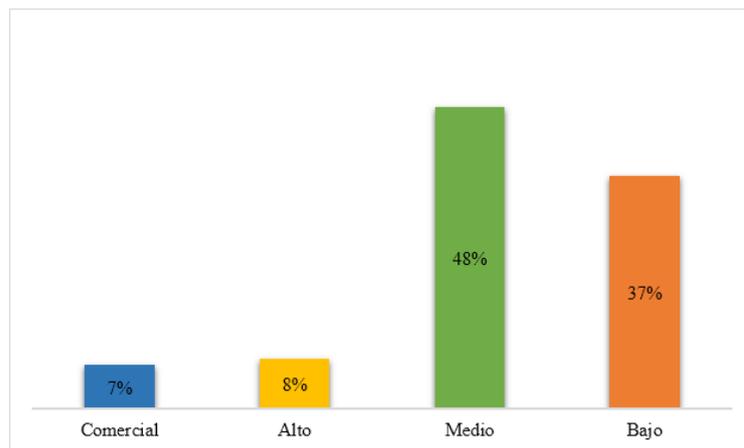
El estudio para la implementación del sistema de contenerización en el sector periférico de la ciudad tiene gran aceptación por parte de moradores y de la DGASH al igual que las capacitaciones para el buen uso de los contenedores, mejorando el servicio de recolección, sin embargo existen dudas en ciertos hogares con respecto al servicio que se proyecta implementar, esto se debe a que consideran que los vecinos no respetarán las ordenanzas propuestas para el

manejo adecuado del contenedor, la ubicación de los contenedores cerca de su domicilio serán afectados por vectores tales como moscas, malos olores, ruido, etc.

Considerando la actual Ordenanza Municipal no menciona ningún criterio de selección para la aplicación del sistema de carga lateral se procedió a solicitar a la DGASH los lineamientos técnicos que requiere dicho proceso.

### 3.4. Estratificación de viviendas

Las viviendas fueron clasificadas de acuerdo con los siguientes factores socioeconómicos; tipo de vivienda, presencia de local comercial, número de habitantes por vivienda y el ingreso mensual.



**Gráfico 5-3.** Estratificación de viviendas del sector periférico

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

Después de aplicar la ecuación para determinar la cantidad de viviendas a muestrear, misma metodología que se aplicó para cada uno de los barrios periféricos seleccionados se obtuvo la siguiente tabla:

**Tabla 8-3:** Número de viviendas por estrato a muestrear

Estrato	Número de Encuestados	%
Comercial	62	7
Alto	71	8
Medio	427	48
Bajo	329	37

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

En este estudio se tomó en cuenta 29 barrios de la zona periférica de Riobamba, a los cuales se aplicó encuestas de estratificación en cada barrio con un total de 889 viviendas, reflejan 4 estratos socioeconómicos que tiende desde el Estrato Comercial, Estrato 1 (Alto), Estrato 2 (Medio), Estrato 3 (Bajo), de los cuales predomina el Estrato 2 (Medio) con el 48 % lo que nos indica que nuestra población de estudio es de un estrato con ingresos menores o iguales al sueldo básico (\$375), cuentan en su mayoría con la cobertura de los servicios básicos y un sistema de recolección de basura que debe ser mejorado, seguido del 37% del Estrato 3, un estrato con una pequeña tendencia a la pobreza.

Mientras que el estrato considerado como Comercial tienen el 8 % de la población, los habitantes que se identifican en este estrato en su gran mayoría poseen tiendas de abastos, panaderías, librerías, etc.; finalmente el último estrato identificado con 7% es el Estrato 1 (Alto) en el que existen pocas viviendas en distribuidas en los barrios antes mencionados.

Los resultados obtenidos mostraron claramente una típica distribución catastral de las viviendas acorde a la situación socioeconómica que rige dentro del área de estudio, en su mayoría son viviendas de Estrato 2, con un ingreso económico medio y una digna calidad de vida.

### 3.5. Recolección de los residuos sólidos domiciliarios

En el proceso de recolección estuvo comprendido entre los meses de agosto y septiembre del año 2017, en los cuales se registró un peso total de 0,89 Tn para el Estrato Comercial; 1,63 Tn Estrato 1; 6,57 Tn Estrato 2 y 5,41 Tn para el Estrato 3.

Los valores de recolección detallados se encuentran en el *Anexo G*.

**Tabla 9-3:** Pesos semanales de recolección

CÓDIGO	ESTRATO	PESOS SEMANALES (Tn)				PESO TOTAL (Tn)	PESO PROMEDIO (Tn)
		S 1	S 2	S 3	S4		
EC	Estrato Comercial	0,211	0,212	0,274	0,194	0,892	0,223
E1	Estrato 1	0,386	0,417	0,433	0,389	1,625	0,406
E2	Estrato 2	1,714	1,689	1,634	1,537	6,574	1,644
E3	Estrato 3	1,293	1,445	1,265	1,407	5,411	1,353
<b>TOTAL</b>		<b>3,605</b>	<b>3,764</b>	<b>3,606</b>	<b>3,527</b>	<b>14,501</b>	<b>0,906</b>

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

Los valores obtenidos concuerdan en similitud con las referencias bibliográficas citadas en la investigación, las mismas detallan que se puede encontrar ciertas problemáticas al momento del muestro ya que la población relaciona los estudios preliminares con la imposición de nuevos impuestos (SAKURAI, 1981). Durante algunos días los habitantes de las viviendas entregaron sus residuos al vehículo recolector municipal, mientras que en otros casos se excusaron que no habían generado ningún tipo de residuo.

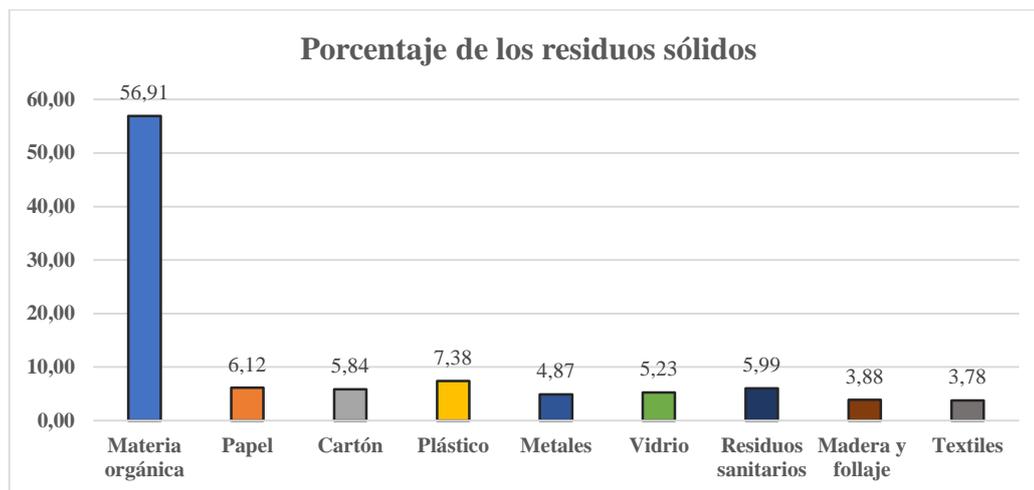
### 3.6. Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios

Mediante las etapas que conforman el proceso de análisis de los residuos sólidos se pudo identificar los tipos de residuos más significativos como se muestra en el siguiente Gráfico, los residuos que presentan un mayor porcentaje de producción son; materia orgánica con un 56,91%, plástico con 7,38%, papel con 6,12% y cartón con 5,84%.

**Tabla 10-3:** Caracterización de los residuos sólidos recolectados

TIPO DE RESIDUO	PESOS SEMANALES (Tn)				PESO TOTAL (Tn)	PORCENTAJE (%)
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4		
Materia orgánica	2,093	2,147	2,054	1,912	8,207	56,91
Papel	0,228	0,230	0,196	0,229	0,882	6,12
Cartón	0,197	0,209	0,223	0,213	0,842	5,84
Plástico	0,257	0,273	0,264	0,270	1,064	7,38
Metales	0,172	0,184	0,155	0,191	0,703	4,87
Vidrio	0,175	0,184	0,194	0,200	0,754	5,23
Residuos sanitarios	0,206	0,225	0,212	0,220	0,864	5,99
Madera y follaje	0,134	0,148	0,136	0,141	0,560	3,88
Textiles	0,119	0,145	0,144	0,135	0,544	3,78
<b>TOTAL (Tn)</b>	3,582	3,747	3,580	3,511	14,420	100,00

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017



**Gráfico 6-3.** Caracterización de los residuos sólidos

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

El sector periférico tiene una tendencia normal de producción, destacando una mayoritaria presencia de residuos orgánicos generados por quehaceres domésticos, lo que representa semanalmente un promedio de 2,05 Tn.

Las zonas rurales tienden a producir una mayor cantidad de residuos orgánicos esto es debido a las diferentes actividades domésticas de los hogares y a su vez las familias están conformadas por un número mayor de integrantes. El estudio otorgó un porcentaje de material orgánico de 56,91% lo que produce una contradicción, ya que, la producción de la materia orgánica tiende a aumentar mientras más se aleja del centro urbano de una ciudad, tomando como referencia que en la zona urbana de la ciudad de Riobamba el porcentaje de residuos orgánicos es de 62,15% (GADM Riobamba, 2017)

Cabe indicar que dentro del proceso de muestreo se constató que algunas de las viviendas poseían animales de granja (cerdos) mientras que otras presentaban pequeños cultivos de consumo personal, para dichas actividades los habitantes utilizaban sus desperdicios de cocina como fuente de alimento o para verterlos directamente al suelo de sus cultivos. Por lo tanto, no se recolectaba ni la tercera parte de la generación real, lo que justifica la disminución considerable del valor obtenido en comparación al valor de referencia bibliográfica.

### 3.7. Producción per cápita ponderada

La PPC ponderada del estudio se determina tomando en cuenta los pesos individuales de los estratos establecidos juntamente con la población muestreada y la población total de cada estrato:

$$PPC \text{ (kg/hab/día)} = \frac{1}{7} * \frac{\frac{A_1}{B_1} * P_1 + \frac{A_2}{B_2} * P_2 + \frac{A_3}{B_3} * P_3 + \frac{A_4}{B_4} * P_4}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4} \quad \text{Ecuación 3}$$

$$PPC \text{ (Kg/hab/día)} = \frac{1}{7} * \frac{\frac{891,56}{279} * 332 + \frac{1.625,04}{333} * 405 + \frac{6.574,20}{2155} * 2.753 + \frac{5.410,66}{1789} * 2.225}{332 + 405 + 2.753 + 2.225}$$

$$PPC \text{ (Kg/hab/día)} = \frac{1}{7} * \frac{18.165,13}{5715} = 0,454$$

**Tabla 11-3:** Producción *per cápita* ponderada

CÓDIGO	ESTRATO	PESO TOTAL (Kg)	POBLACIÓN (hab)	PPC (Kg/hab/día)
EC	Estrato Comercial	891,56	279	0,571
E1	Estrato 1	1625,04	333	0,816
E2	Estrato 2	6574,20	2155	0,519
E3	Estrato 3	5410,66	1789	0,524
<b>TOTAL</b>		<b>14501,46</b>	<b>4556</b>	<b>0,454</b>

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

La producción *per cápita* ponderada de este estudio fue 0,454 Kg/hab/día, fue obtenida con la **ecuación 3**: Producción *per cápita* ponderada, dicho resultado es notablemente menor en comparación a la producción *per cápita* de la zona céntrica de la ciudad que presenta un valor de 0,615 Kg/hab/día lo que corrobora la precisión del estudio ya que según Sakurai (1981), la producción *per cápita* disminuye mientras se aleja de las zonas céntricas de las ciudades o centros poblados.

### 3.8. Densidad suelta de los residuos sólidos

Para la estimación de la densidad suelta se tomó en cuenta el peso registrado de los residuos que fueron vaciados en el cilindro, el volumen del mismo.

$$s_{suelta} \left( \frac{Kg}{m^3} \right) = \frac{W}{V} \quad \text{Ecuación 5}$$

$$s_{suelta} \left( \frac{Kg}{m^3} \right) = \frac{46,34 Kg}{0,2351 m^3}$$

$$s_{suelta} \left( \frac{Kg}{m^3} \right) = 197,07$$

**Tabla 12-3:** Densidad suelta de los residuos sólidos recolectados

<b>ESTRATO</b>	<b>PESO (Kg)</b>	<b>DENSIDAD SUELTA (Kg/m3)</b>
Estrato Comercial	46,34	197,07
Estrato 1	36,56	155,48
Estrato 2	52,36	222,67
Estrato 3	50,93	216,59
<b>TOTAL</b>	<b>372,38</b>	<b>197,95</b>

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

### 3.9. Densidad compactada de los residuos sólidos

Para determinar la densidad compactada se tomó en cuenta el peso registrado de los residuos que fueron vaciados en el cilindro, el volumen de este y se descontó el volumen generado por la altura libre de residuos sólidos.

$$s_{compactada} \left( \frac{Kg}{m^3} \right) = \frac{W}{V} ; h = 0,735 m \quad \text{Ecuación 5}$$

$$s_{compactada} \left( \frac{Kg}{m^3} \right) = \frac{46,34 Kg}{0,1942 m^3}$$

$$s_{compactada} \left( \frac{Kg}{m^3} \right) = 238,63$$

**Tabla 13-3:** Densidad compactada de los residuos sólidos recolectados

ESTRATO	PESO (Kg)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m3)	DENSIDAD COMPACTADA (Kg/m3)
Estrato Comercial	46,34	0,735	0,1942	238,63
Estrato 1	36,56	0,691	0,1826	200,25
Estrato 2	52,36	0,786	0,2077	252,13
Estrato 3	50,93	0,770	0,2034	250,34

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

Para la densidad suelta de los residuos sólidos recolectados se obtuvo un valor de 197,95 Kg/m<sup>3</sup>, mientras que para la densidad compactada 235,34 Kg/m<sup>3</sup>, cifras que determinan el volumen de generación de los residuos sólidos que fue de 13,81 m<sup>3</sup> lo que corresponde a 2,44 Tn/día, esto representa el 1,5% de la producción diaria de basura de la ciudad, que es 168 Tn/día, la generación de residuos en la zona periférica ha sufrido un incremento del 52,5% en comparación al último estudio realizado por el GADM Riobamba en el año 2014 donde su producción fue de 1,60 Tn/día. Dicho incremento se debe principalmente por el aumento en la demografía de la zona periférica, que se extiende con rapidez y poco control catastral.

### 3.10. Generación de residuos sólidos

La generación de los residuos recolectados se determina mediante la siguiente fórmula:

$$G \left( \frac{Kg}{día} \right) = PPC (Kg/hab/día) * Población (hab) \quad \text{Ecuación 6}$$

$$G \left( \frac{Kg}{día} \right) = 0,528 (Kg/hab/día) * 166 (hab)$$

$$G \left( \frac{Kg}{día} \right) = 87,68$$

**Tabla 14-3:** Generación total de residuos por estrato

ESTRATO	PPC (Kg/hab/día)	POBLACIÓN (Hab)	GENERACIÓN (Kg/día)
Estrato Comercial	0,571	279	159,31
Estrato 1	0,816	333	271,73
Estrato 2	0,519	2155	1118,45
Estrato 3	0,524	1789	937,44
<b>TOTAL</b>	<b>0,608</b>	<b>4556</b>	<b>2486,92</b>

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

### 3.11. Volumen de generación de los residuos sólidos

Para conocer el volumen de los residuos sólidos producidos por un barrio o estrato, se aplicó la siguiente fórmula utilizando los anteriores datos calculados:

$$V \left( \frac{m^3}{día} \right) = \frac{\text{Producción (Kg/día)}}{\text{Densidad (Kg/m}^3\text{)}} \quad \text{Ecuación 7}$$

$$V \left( \frac{m^3}{día} \right) = \frac{87,68 \text{ Kg/día}}{179,64 \text{ Kg/m}^3}$$

$$V \left( \frac{m^3}{día} \right) = 0,488$$

**Tabla 15-3:** Volumen de residuos producidos

CÓDIGO	ESTRATO	PRODUCCIÓN (Kg/día)	DENSIDAD SUELTA (Kg/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /día)
EC	Estrato Comercial	159,31	197,07	0,81
E1	Estrato 1	271,73	155,48	1,75
E2	Estrato 2	1118,45	222,67	5,02
E3	Estrato 3	937,44	216,59	4,33
<b>TOTAL</b>		<b>2486,92</b>	<b>197,95</b>	<b>11,91</b>

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

### 3.12. Número de contenedores

Para conocer el número de contenedores que se necesitan es importante conocer ciertos valores como: volumen del contenedor, el factor de recolección y el porcentaje estimado de llenado del contenedor. Por lo cual se aplica la siguiente ecuación:

$$N_c = \frac{G * f_r}{\rho * V_c * 1 * \left( \frac{r}{100} \right)} \quad \text{Ecuación 8}$$

$$N_c = \frac{87,68 * 2}{179,64 * 2,4 * 1 * \left(\frac{75}{100}\right)}$$

$$N_c \cong 1$$

**Tabla 16-3:** Número necesario de contenedores

BARRIO	VOLUMEN (m3/día)	NUM. PRELIMINAR CONT.	ERROR (+1)	NUM. FINAL CONTENEDORES
Los Laureles	0,4881	1	1	2
Perímetro de las Industrias	0,4851	1	1	2
Los Andes	0,3889	0	1	1
Nuevo Amanecer	0,5675	1	1	2
El Esfuerzo 1	0,6044	1	1	2
Medio Mundo	0,3802	0	1	1
Mirador Alto	0,5934	1	1	2
Brigada Galápagos	0,4926	1	1	2
San Antonio del Aeropuerto	0,4671	1	1	2
Tanques de Agua	0,4139	0	1	1
La Alborada	0,5102	1	1	2
Riobamba Norte I Etapa	0,5118	1	1	2
San Miguel de Tapi	0,4736	1	1	2
Ecuatoriana de Cerámica	0,6639	1	1	2
El Retamal	0,3897	0	1	1
Corazón de la Patria	0,4452	0	1	1
Liribamba	0,4634	1	1	2
Santa Ana	0,4360	0	1	1
Las Flores	0,4527	1	1	2
La Lolita	0,4122	0	1	1
Villa Granada	0,4392	0	1	1
Avenida Maldonado	0,4254	0	1	1
Los Shyris	0,6625	1	1	2
La Libertad	0,4095	0	1	1
Tubasec	0,4295	0	1	1
Cooperativa 9 de Octubre	0,4219	0	1	1
El Batán	0,4489	0	1	1
Oriental	0,4756	1	1	2
Eugenio Espejo	0,4543	1	1	2
<b>TOTAL</b>	<b>13,8067</b>	<b>16</b>	<b>29</b>	<b>45</b>

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

El número de contenedores necesarios que se calculó es de 45 unidades, el número preliminar de contenedores se obtuvo mediante la *ecuación 8*: Número de contenedores, se eligió la capacidad del contenedor, un volumen de 2400 litros, debido a que el GADM Riobamba cuenta con varias

unidades de dicho modelo y recortaría en gastos de adquisición de nuevos contenedores de diferente capacidad.

Por lo cual el estudio se proyectó a 15 años de vida útil donde la producción *per cápita* estimada para el año 2032 será de 0,706 Kg/hab/día y junto con la población proyectada para el mismo año de 5806 habitantes entregan una generación aproximada de 4,096 Tn/día. La producción diaria deberá ser analizado en un futuro para determinar si el número de contenedores que sugiere el presente estudio para cada uno de los barrios periféricos sigue siendo viable para el volumen de residuos generados.

### 3.13. Ubicación de los contenedores

Uno de los criterios para la ubicación de los contenedores, es que la generación de los residuos sólidos de la zona ocupe al menos el 70 % de los mismos.

La ubicación de los contenedores se basa principalmente en los siguientes parámetros:

- Accesibles para su recolección desde el costado derecho, en el sentido del tránsito de la vía de circulación vehicular, ya que el sistema de recolección del vehículo de carga de los contenedores tiene su sistema de recolección al lado derechos del vehículo.
- Se colocarán en la calzada a una distancia de unos 10 m. mínimo cerca de las esquinas, debido a los virajes de los vehículos, con ello precautelamos que puedan toparles a los mismos;
- Se ubicarán en la calzada para no entorpecer la movilidad de las personas y especialmente de las personas con discapacidad.

**Tabla 17-3:** Ficha técnica de los contenedores

<b>CONTENEDORES METÁLICOS</b>	
Capacidad	2400 litros
Vida Útil	10 años
Color	Verde
Cantidad	45
Altura Total	1655 mm
Altura total al borde de descarga	1240 mm
Largo Total	1883 mm
Ancho Total	1300 mm

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017



**Figura 1-3.** Mapa de la posible ubicación de los contenedores

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

Posteriormente a continuación se presentan la posible posición de los 45 contenedores georreferenciada usando un dispositivo GPS Garmin modelo 64s.

**Tabla 18-3:** Coordenadas de la posible posición de los contenedores

CONTENEDORES	COORDENADAS	
	Norte	Abscisa
1	9815667,12	763020,18
2	9815333,00	763010,00
3	9815392,96	763066,16
4	9815873,00	762813,00
5	9815765,05	762838,41
6	9814176,49	763788,00
7	9814250,13	763707,36
8	9812874,00	763404,00
9	9813077,66	762083,13
10	9814820,76	759922,52
11	9817442,65	760126,17
12	9817581,53	756855,29
13	9817497,44	756968,65
14	9817834,00	757027,00
15	9817814,61	757351,01
16	9817942,78	757355,95
17	9814171,64	760267,82
18	9814080,80	760203,77
19	9816698,30	762113,63
20	9816630,82	762058,20
21	9815695,53	762539,79
22	9818079,04	757972,77
23	9815124,31	759287,83
24	9815905,35	758941,30
25	9816084,19	758479,76
26	9817221,40	758504,00
27	9817754,21	759800,60
28	9817791,17	759684,21
29	9817554,43	759528,75
30	9817585,89	759425,32
31	9817971,00	759068,00
32	9818024,14	759152,79
33	9818905,63	758468,93
34	9818754,02	758462,68
35	9816933,70	761665,94
36	9817030,69	761625,24
37	9816262,43	762324,57
38	9816178,79	762300,59
39	9816063,71	762844,86
40	9816158,71	762974,18
41	9812911,51	763025,32
42	9812935,03	763171,88
43	9813743,01	760998,62
44	9816245,08	757784,03
45	9816139,65	757749,98

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

### **3.14. Rutas de Recolección**

Las rutas de recolección y las frecuencias se los realizará de acuerdo con las necesidades de la ciudad. El criterio para seleccionar la frecuencia está relacionado con la generación de desechos sólidos, con esto se pretende no desbordar la capacidad del contenedor. El criterio para seleccionar las rutas se toma de tal forma que las unidades pasen por todos los contenedores, en horarios ya establecidos. De 18h00 a 24h00 y de 24h00 a 06h00

Una vez que se encuentra definidos los sectores que va a ser servidos con el nuevo sistema de recolección de residuos domiciliarios con el sistema de carga lateral, se definen las rutas.

El criterio tomado en cuenta para el diseño de las rutas es el siguiente:

- El tiempo que le toma al vehículo recolector de carga lateral realizar las actividades de levantado, vaciado y colocado en su sitio al contenedor, y traslado hasta el siguiente contenedor, tiempo estimado 75 segundos.
- Tiempo que tomará el recolector en trasladarse al Botadero y regresar a la ruta: 1 hora aproximado.
- Horas de trabajo del personal: 6 horas por turno.
- Antes de que inicie la recolección del vehículo recolector de carga lateral, habrá un vehículo de avanzada el cual verificara que todos los residuos se encuentren en el interior del contenedor de no ser así, el ayudante del vehículo colocara los residuos en el interior del mismo, y su vez determinara la zona que ocurre esta anomalía y se reforzara la socialización para indicar a los ciudadanos de que deben manejar adecuadamente los residuos y se identificara quienes incumplen la ordenanza para su respectiva sanción y de esta forma manejar adecuadamente el sistema, para la supervisión están destinadas 2 motocicletas en las horas del día y dos motocicletas en horas de la noche.
- En el recorrido se supervisará que no atenten con los contenedores, sean estos grafitieando o tratando de provocar algún daño al mismo, como también que la ciudadanía haga buen uso de los contenedores y que coloquen las fundas bien selladas en el interior de estos.

### 3.15. Presupuesto

La presente propuesta de ampliación del servicio de recolección por carga lateral de residuos domiciliarios determina que se necesitarían 1.581.993,96 dólares americanos para la adquisición de la maquinaria necesaria para a la aplicación del sistema, sin tomar en cuenta la contratación pública de 8 obreros y 4 choferes como recurso humano para la implementación del proyecto.

**Tabla 19-3:** Presupuesto de adquisición para la maquinaria del sistema

Ítem	Precio CIF Promedio (\$)	No. de Unidades	Inversión Total (\$)
Camión recolector carga lateral	329.136,28	3	987.408,84
Camión lava contenedores carga lateral	344.801,72	1	344.801,72
Contenedor 2.400 litros metálico pintado	1.784,09	45	80.284,05
Subtotal			<b>1.412.494,61</b>
IVA 12%			169.499,35
<b>Inversión</b>			<b>1.581.993,96</b>

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

El costo de la mano de obra, combustible, lubricantes, reparación, mantenimiento y equipo de protección personal se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 20-3:** Presupuesto de operación para recursos humanos y complementos

Ítem	Precio por hora (\$/h)	Porcentaje (%)
Mano de obra	2,80	47,03
Combustible, lubricante y reparación	2,12	35,71
Uniformes y EPP	0,55	9,19
Mantenimiento	0,48	8,08
<b>Total</b>	<b>5,95</b>	<b>100</b>

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

Para los posibles imprevistos del sistema de contenerización se estableció aumentar un vehículo recolector de carga lateral, un vehículo lavacontenedor y 20 contenedores de 2400 litros, además de un chofer y un operario por cada vehículo, asegurando de esta manera que el proceso de recolección no colapse y tenga un flujo normal de funcionamiento.

**Tabla 21-3:** Presupuesto de imprevistos

Ítem	Precio CIF Promedio (\$)	No. de Unidades	Inversión Total (\$)
Camión recolector carga lateral	329.136,28	1	329.136,28
Camión lava contenedores carga lateral	344.801,72	1	344.801,72
Contenedor 2.400 litros metálico pintado	1.784,09	20	35.681,80
Chofer	2,80/hora	3	50,4/día
Operario	2,80/hora	3	50,4/día
Subtotal			<b>674.038,80</b>
IVA 12%			80.884,66
<b>Inversión</b>			<b>754.923,46</b>

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

Tomando como referencia el estudio preliminar realizado por el GADM Riobamba en el año 2013, se establece que la jornada de trabajo para los choferes y operarios será de 6 horas diarias, por lo tanto, se establece el siguiente presupuesto de operación al primer año de funcionamiento del sistema de contenerización en los barrios analizados.

**Tabla 22-3:** Presupuesto total de operación

Ítem				
<b>Mano de obra</b>				
	Precio por hora (\$/h)	Horas laborables	Costo mensual (\$)	Costo anual (\$)
Chofer	2,80	6	504	6552
Operario	2,80	6	504	6552
<b>Complementos</b>				
	Precio (\$)	Gasto diario (\$)	Costo mensual (\$)	Costo anual (\$)
Combustible	1,03/galón	108,15	3244,50	38.934
Lubricantes	40	1,33	40	480
Refrigerantes	15	0,50	15	180
<b>Mantenimiento y reparación</b>				
	Precio (\$)	Frecuencia anual	Costo mensual (\$)	Costo anual (\$)
ABC preventivo	100	3	25	300
Repuestos mecánicos	150	3	37,50	450
Cambio de aceite	70	12	70	840
Cambio de neumáticos	3000	1	250	3000
<b>Total</b>			<b>4690</b>	<b>57.288</b>

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

### 3.16. Proyección del estudio

#### 3.13.1. Proyección de la población

La población anual estimada de la zona periférica de la ciudad de Riobamba está determinada por la suma de todos los habitantes de los barrios seleccionados, además se tomó en cuenta la cantidad de población flotante o migrante, esta población se proyectó para el año 2032. El diseño propuesto deberá satisfacer las necesidades actuales y futuras de la población tomando como consideración que la producción *per cápita* se proyecta en 1% anual. (JARAMILLO, 2012)

$$P_f(\text{Los Laureles}) = P_i * (1 + r)^{T_f - T_i} \quad \text{Ecuación 9}$$

$$P_f(\text{Los Laureles}) = 166 * (1 + 0,016)^{15} = 212$$

**Tabla 23-3:** Proyección de la población

N°	BARRIOS NORTE	HABITANTES (2017)				TOTAL	HABITANTES (2032)				TOTAL
		Est. Com.	Est. 1	Est. 2	Est. 3		Est. Com.	Est. 1	Est. 2	Est. 3	
1	Los Laureles	17	13	102	74	206	22	17	130	94	263
2	Perímetro de las Industrias	10	9	100	39	158	13	11	127	50	201
3	Los Andes	5	5	30	31	71	6	6	38	40	90
4	Medio Mundo	14	8	86	119	227	18	10	110	152	289
5	Oriental	5	4	111	43	163	6	5	141	55	208
6	Eugenio Espejo	13	10	49	33	105	17	13	62	42	134
7	Mirador Alto	22	14	131	151	318	28	18	167	192	405
8	Brigada Galápagos	23	27	192	153	395	29	34	245	195	503
9	San Antonio del Aeropuerto	8	10	88	49	155	10	13	112	62	198
10	Tanques de agua	9	13	65	64	151	11	17	83	82	192
11	La Alborada	14	13	150	82	259	18	17	191	105	330
12	Riobamba Norte Primera Etapa	12	22	186	103	323	15	28	237	131	412
13	San Miguel de Tapi	8	32	130	127	297	10	41	166	162	379
14	Ecuatoriana de Cerámica	9	9	118	116	252	11	11	150	148	321
15	Tubasec	28	35	157	123	343	36	45	200	157	437
16	El Florecer	13	18	109	97	237	17	23	139	124	302
17	La Libertad	9	14	94	78	195	11	18	120	99	249
18	La Florida 2	14	13	65	67	159	18	17	83	85	203
19	Los Shyris	8	19	99	62	188	10	24	126	79	240
20	Coop. 9 de Octubre	23	28	149	123	323	29	36	190	157	412
21	El Batán	10	10	80	66	166	13	13	102	84	212
22	Villa Granada	9	13	65	69	156	11	17	83	88	199

23	Av. Maldonado	5	8	72	48	133	6	10	92	61	170
24	Corazón de la Patria	18	22	108	110	258	23	28	138	140	329
25	El Retamal	9	14	73	74	170	11	18	93	94	217
26	La Lolita	4	9	39	36	88	5	11	50	46	112
27	Las Flores	4	5	42	30	81	5	6	54	38	103
28	Santa Ana	5	4	30	24	63	6	5	38	31	80
29	Liribamba	4	4	33	34	75	5	5	42	43	96
<b>TOTAL</b>		332	405	2753	2225	5715	423	516	3509	2836	7284

Elaborado por: Huilca, Pumagualli, 2017

### 3.13.2. Proyección de la producción per cápita

La producción *per cápita* se proyectó con un crecimiento anual de 1%. (JARAMILLO, 2012)

$$PPC_f (\text{Los Laureles}) = PPC_i + PPC_i * (1/100) \quad \text{Ecuación 10}$$

$$PPC_f (\text{Los Laureles}) = 0,528 + 0,528 * (1/100) = 0,533$$

**Tabla 24-3:** Proyección de la Producción *per cápita*

N°	BARRIOS	PPC (Kg/hab/día)															
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
1	Los Laureles	0,528	0,533	0,539	0,544	0,550	0,555	0,561	0,566	0,572	0,578	0,583	0,589	0,595	0,601	0,607	0,613
2	Perímetro de las Industrias	0,632	0,638	0,645	0,651	0,658	0,664	0,671	0,678	0,684	0,691	0,698	0,705	0,712	0,719	0,727	0,734
3	Los Andes	1,008	1,018	1,028	1,038	1,049	1,059	1,070	1,081	1,091	1,102	1,113	1,125	1,136	1,147	1,159	1,170
4	Medio Mundo	0,550	0,555	0,561	0,567	0,572	0,578	0,584	0,590	0,596	0,601	0,608	0,614	0,620	0,626	0,632	0,638
5	Oriental	0,734	0,741	0,749	0,756	0,764	0,771	0,779	0,787	0,795	0,803	0,811	0,819	0,827	0,835	0,844	0,852
6	Eugenio Espejo	0,717	0,724	0,731	0,738	0,746	0,753	0,761	0,768	0,776	0,784	0,792	0,800	0,808	0,816	0,824	0,832
7	Mirador Alto	0,462	0,467	0,471	0,476	0,481	0,486	0,491	0,495	0,500	0,505	0,510	0,516	0,521	0,526	0,531	0,536
8	Brigada Galápagos	0,312	0,315	0,319	0,322	0,325	0,328	0,331	0,335	0,338	0,342	0,345	0,348	0,352	0,355	0,359	0,363
9	San Antonio del Aeropuerto	0,638	0,645	0,651	0,658	0,664	0,671	0,678	0,684	0,691	0,698	0,705	0,712	0,719	0,726	0,734	0,741
10	Tanques de agua	0,556	0,561	0,567	0,573	0,578	0,584	0,590	0,596	0,602	0,608	0,614	0,620	0,626	0,632	0,639	0,645
11	La Alborada	0,496	0,500	0,505	0,511	0,516	0,521	0,526	0,531	0,537	0,542	0,547	0,553	0,558	0,564	0,570	0,575
12	Riobamba Norte Primera Etapa	0,414	0,418	0,422	0,426	0,431	0,435	0,439	0,444	0,448	0,453	0,457	0,462	0,466	0,471	0,476	0,480
13	San Miguel de Tapi	0,380	0,383	0,387	0,391	0,395	0,399	0,403	0,407	0,411	0,415	0,419	0,424	0,428	0,432	0,436	0,441
14	Ecuatoriana de Cerámica	0,595	0,601	0,607	0,613	0,619	0,626	0,632	0,638	0,645	0,651	0,658	0,664	0,671	0,678	0,684	0,691
15	Tubasec	0,276	0,279	0,282	0,284	0,287	0,290	0,293	0,296	0,299	0,302	0,305	0,308	0,311	0,314	0,317	0,320
16	El Florecer	0,446	0,450	0,454	0,459	0,464	0,468	0,473	0,478	0,482	0,487	0,492	0,497	0,502	0,507	0,512	0,517
17	La Libertad	0,527	0,532	0,537	0,543	0,548	0,554	0,559	0,565	0,570	0,576	0,582	0,588	0,594	0,599	0,605	0,612
18	La Florida 2	0,583	0,589	0,595	0,601	0,607	0,613	0,619	0,625	0,631	0,638	0,644	0,650	0,657	0,664	0,670	0,677
19	Los Shyris	0,548	0,554	0,559	0,565	0,570	0,576	0,582	0,588	0,594	0,600	0,606	0,612	0,618	0,624	0,630	0,636

20	Coop. 9 de Octubre	0,314	0,317	0,321	0,324	0,327	0,330	0,334	0,337	0,340	0,344	0,347	0,351	0,354	0,358	0,361	0,365
21	El Batán	0,581	0,587	0,593	0,599	0,605	0,611	0,617	0,623	0,629	0,635	0,642	0,648	0,655	0,661	0,668	0,675
22	Villa Granada	0,551	0,557	0,562	0,568	0,574	0,579	0,585	0,591	0,597	0,603	0,609	0,615	0,621	0,627	0,634	0,640
23	Av. Maldonado	0,685	0,692	0,699	0,706	0,713	0,720	0,727	0,735	0,742	0,749	0,757	0,764	0,772	0,780	0,787	0,795
24	Corazón de la Patria	0,389	0,393	0,397	0,401	0,405	0,409	0,413	0,417	0,421	0,425	0,430	0,434	0,438	0,443	0,447	0,452
25	El Retamal	0,553	0,558	0,564	0,569	0,575	0,581	0,587	0,592	0,598	0,604	0,610	0,616	0,623	0,629	0,635	0,641
26	La Lolita	1,009	1,019	1,030	1,040	1,050	1,061	1,071	1,082	1,093	1,104	1,115	1,126	1,137	1,149	1,160	1,172
27	Las Flores	1,076	1,087	1,098	1,109	1,120	1,131	1,142	1,154	1,165	1,177	1,189	1,200	1,212	1,225	1,237	1,249
28	Santa Ana	0,912	0,921	0,930	0,940	0,949	0,959	0,968	0,978	0,988	0,998	1,008	1,018	1,028	1,038	1,048	1,059
29	Liribamba	1,153	1,165	1,176	1,188	1,200	1,212	1,224	1,236	1,249	1,261	1,274	1,287	1,300	1,313	1,326	1,339
<b>PROMEDIO POR AÑO</b>		<b>0,608</b>	<b>0,614</b>	<b>0,620</b>	<b>0,626</b>	<b>0,632</b>	<b>0,639</b>	<b>0,645</b>	<b>0,652</b>	<b>0,658</b>	<b>0,665</b>	<b>0,671</b>	<b>0,678</b>	<b>0,685</b>	<b>0,692</b>	<b>0,699</b>	<b>0,706</b>

**Elaborado por:** Huilca, Pumagualli, 2017

El GADM de Riobamba recomendó proyectar la vida útil del proyecto en 15 años, de esta manera se puede estimar con una ligera precisión el valor de la producción *per cápita* de los actuales sectores periféricos de la ciudad, lo que permitirá realizar un rediseño a las rutas de recolección o la capacidad de los contenedores metálicos sosteniendo el rendimiento del sistema y generando la conformidad ofrecida a los habitantes.

Al obtener una producción *per cápita* proyectada de 0,706 Kg/hab/día, se reconoció que después del intervalo de tiempo propuesto, la zona periférica actual generará mucho más que la actual zona céntrica urbana, lo que pone en consideración una evaluación a la etapa de disposición final del actual sistema de recolección, ya que, el vertedero municipal de Porlón no lograría abastecer la cantidad de residuos generados en un futuro.

## CONCLUSIONES

- La cantidad total de barrios que se beneficiara con el nuevo sistema de contenerización son 29, mismos que cumplen con los criterios de selección establecidos por la DGASH.
- Se ha determinado una producción *per cápita* promedio en los barrios periféricos de 0,454 Kg/hab/día.
- La densidad suelta para el sector periférico es de 197,95 Kg/m<sup>3</sup>, mientras que la densidad compactada es de 235,34 Kg/m<sup>3</sup>.
- En los barrios periféricos de la ciudad de Riobamba se produce 2,44 Tn/día. De los cuales 56,91% corresponde a materia orgánica, 7,38% plástico, 6,12% papel, 5,84% cartón y 5,23% de vidrio. Estimándose un volumen de 13,81 m<sup>3</sup>/día.
- El número de contenedores para la zona periférica es de 45 contenedores de 2400 litros de capacidad, de los cuales se beneficiarán aproximadamente a 1132 familias.
- Los contenedores deben ser ubicados por la DGASH en los distintos barrios de la zona periférica de la ciudad de Riobamba.

## RECOMENDACIONES

- Para el levantamiento de información del proyecto fue necesario el uso del mapa catastral de la ciudad de Riobamba, el cual no se encuentra actualizado con los diferentes barrios de la periferia de la ciudad, para evitar esta confusión al momento de identificar los distintos barrios es necesario una actualización del mapa.
- En las visitas de campo y recolección de muestras de los barrios periféricos seleccionados, se constató que no se cumple con regularidad el horario de recolección de residuos sólidos establecido por el la Dirección de Gestión Ambiental, Salubridad e Higiene, para lo cual se debe informar de cambios en los horarios a los usuarios y cumplir con los mismos.
- Con los resultados obtenidos en la ejecución de este proyecto es necesario y factible su aplicación con la Dirección de Gestión Ambiental, Salubridad e Higiene, ya que tendrá una mejor calidad medioambiental para los moradores de los barrios periféricos analizados.
- Para la implementación de este estudio se debe extender las rutas de recolección de residuos actuales que están dirigidas a las nuevas zonas donde se implementará el sistema de contenerización, evitando gastos administrativos que generarían nuevas rutas.
- La Dirección de Gestión Ambiental, Salubridad e Higiene, debe realizar campañas de concientización para el manejo adecuado de los desechos sólidos, uso de contenedores, en los barrios que requieren este servicio.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**Aburrá, R., et. al.** El manejo de los Residuos Sólidos Urbanos Convencionales y no Convencionales. Buenos Aires – Argentina, (1999), Encuentro, Pp. 45-56

**Acurio, C., et. al.** Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Parte 4, (2015), Disponible en: <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=3490.pdf>. [Último acceso: 28 de noviembre de 2017]

**Agenda Zonal**, Zona 3 Centro Provincia de Cotopaxi – Tungurahua – Chimborazo y Pastaza 2013- 2017

**Barradas, A.**, Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales Estado del Arte (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid. Facultad de Ingeniería Ambiental. Minatitlán-México. pp. 82-83, (2008), Disponible en: [http://oa.upm.es/1922/1/Barradas\\_MONO\\_2009\\_01.pdf](http://oa.upm.es/1922/1/Barradas_MONO_2009_01.pdf) [Último acceso: 14 de septiembre de 2017]

**Barreiro, A. M.**, La cultura del usar y tirar. ¿Un problema de investigación? Revista de Investigaciones Políticas y Sociológicas RIPS, (2012), (Santiago de Compostela, España) 11, (4) pp. 149-170. ISSN 1577-239X. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=38028440009> [Último acceso: 21 de septiembre de 2017]

**Brito, H.**, Management of hospital wastes in a type II health unit, European Scientific Journal, Macedonia, 2016.

**Brito, H.**, Manejo de residuos sólidos hospitalarios en la Unidad Oncológica SOLCA – Chimborazo, European Scientific Journal, Macedonia, 2016.

**Cabildo, M.** Reciclado y Tratamientos de Residuos Sólidos. Madrid (2010). UNED editores. pp. 110-154.

**Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS).** Guía para caracterización de residuos sólidos domiciliarios. [pdf] Madrid. (2014). Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/cdceprs/titulo.html>. [Último acceso: 18 de septiembre de 2017]

**Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).** Políticas para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos sólidos urbanos e industriales. Santiago de Chile (1995).

**Collazos. H. & Duque. R.,** Manejo de Residuos Sólidos. Bogotá (1998). Acodal. pp. 56- 160.

**Colomer. F. & Gallardo. A.,** Tratamiento y gestión de residuos sólidos. Valencia – España, (2007) UPV, Pp. 59, 190.

**Coro, E.** Plan de Manejo de Residuos Sólidos de la ESPOCH (Tesis pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Ciencias Químicas. Riobamba-Ecuador. 2010. pp. 3-9 [En línea] Available at: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/223>. [Último acceso: 21 de septiembre 2017]

**Conteur.** Catálogo de Productos: Contenedores. Madrid – España, (2007)

**Cruz, E.** Plan de Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Riobamba. Ecuador. (2011) Jouvin. pp. 5-109.

**Ecuador, Asamblea Nacional,** Constitución de la República del Ecuador. Montecristi-Ecuador, (2008).

**Ecuador, Asamblea Nacional,** Ley N° 67 - Ley Orgánica de Salud. [En línea] Available at: <http://www.ecolex.org/es/details/legislation/ley-no-67-ley-organica-de-salud-lex-faoc154951/?q=LEY+ORG%C3%81NICA+DE+LA+SALUD++> [Último acceso: 25 de septiembre de 2017].

**Ecuador, Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC).** Estadística Demográfica en el Ecuador (2010).

**Ecuador, Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC).** Encuesta de Estratificación del Nivel Socioeconómico NSE (2011)

**Ecuador, Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC).** Información Ambiental en hogares (2014)

**Ecuador, Instituto Nacional de Estadística y Normalización (INEN), Norma 2266.** *Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. Requisitos* (2013).

**Ecuador, Ministerio del Ambiente (MAE),** *Plan Nacional de Gestión Integral de Desechos Sólidos.* (2010). [En línea] Available at: <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/> [Último acceso: 25 de septiembre de 2017].

**Ecuador, Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental (TULSMA).** Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos no peligrosos Libro VI anexo 6. [pdf] Quito. 2010 Available at: <http://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu112185.pdf> [Último acceso: 03 de octubre de 2017]

**Ecuador, Empresa Municipal de Aseo (EMASEO),** Diseño y Planificación del Sistema de Recolección Mecanizada, (Quito), 2017.

**Flores, J.** Implementación del sistema de manejo integral de residuos sólidos urbanos en el Distrito de las Lomas. Piura. (2009) Available at: [http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros\\_internet/55777.pdf](http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55777.pdf) [Último acceso: 12 de septiembre de 2017]

**Hernández, R.** Metodología de la Investigación. (Segunda edición). México, D.F. (1998), Mc Graw-Hill.

**Kiely, G.** Ingeniería Ambiental: Fundamentos, entornos tecnologías y sistemas de gestión. España, (1999), Mc Graw Hill. pp. 345-367.

**Meza, M. E.** Análisis y propuesta de aplicabilidad de métodos y técnicas de aprovechamiento, recuperación y eliminación de residuos sólidos urbanos en Tabacundo, cantón Pedro Moncayo (TESIS). (Ingeniería) Universidad Central del Ecuador. Ingeniería Ambiental. Quito- Ecuador, (2012) p. 15.

**Ordenanza 021 Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Riobamba (GADM-R), 2011.** [en línea]. *Ordenanza que regula la gestión integral de los residuos sólidos del cantón Riobamba.* [Consulta: 18 noviembre 2017]. Disponible en: <http://files.rodrigoabarca.webnode.es/200000293-d63f8d7392/ORDENANZA%202021-2011%20REGULA%20GESTION%20%20INTEGRAL%20RESIDUOS%20SOLIDOS%20%20higiene%20%20final%20final%20para%20concejo%5B1%5D.pdf>.

**Orbe, S.** Diseño de un Proyecto de Gestión Integral de Residuos Sólidos domésticos para la parroquia de Guallabamba (Tesis de pregrado). [En línea] Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiente (Quito-Ecuador). 2012. pp. 52-53. Available at: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/667/1/T-UCE-0012-92.pdf> [Último acceso: 17 de octubre de 2017].

**Orozco, A.** Desechos sólidos. Una aproximación racional para su recolección, transporte y disposición. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia (1980).

**Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Riobamba (GADM-R), (2015),** *Plan Estratégico De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial Del Cantón Riobamba 2015-2030* (PDOT). pp. 23 – 86.

**Procel, A.** Diseño de un Sistema de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos para la Parroquia de San Juan (Tesis de pregrado). [En línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Ciencias Químicas (Riobamba-Ecuador). 2014. pp. 88-89. Available at: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3645> [Último acceso: 25 de septiembre de 2017].

**Ruiz, A.** Guía para la implementación del programa piloto de reaprovechamiento de residuos sólidos en Huamanga, Pucallpa y Tingo María. Primera Edición. Perú. (2004)

**Runfola, José, & Gallardo, Antonio.** Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas. Revista del II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. 2009. vol. 1. pp. 6-9.

**Sangoquiza, D.** Diseño de un Sistema Integral de Manejo de Residuos Sólidos para la parroquia de Yaruquíes. (Tesis de pregrado). [En línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Ciencias Químicas (Riobamba-Ecuador). 2017. pp. 37-39. Available at: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6628/1/236T0259.PDF> [Último acceso: 23 de septiembre de 2017].

**Sakurai, K.** "Método sencillo del análisis de residuos sólidos." Hojas de Divulgación Técnica CEPIS/OPS: Volumen1 [En línea] 2000, (Washington),25(2), p. 17 Available at: <http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html#1704> [Último acceso: 28 de septiembre 2017].

**Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).** Manual Técnico sobre Generación, Recolección y Transferencia de Residuos Sólidos Municipales. (s.f). [En línea] Available at: [http://www.sustenta.org.mx/3/wpcontent/files/MT\\_ManualTecnicosobreGeneraciónRecolección.pdf](http://www.sustenta.org.mx/3/wpcontent/files/MT_ManualTecnicosobreGeneraciónRecolección.pdf). [Último acceso: 18 de septiembre 2017].

**Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).** Manual para el Diseño de Rutas de Recolección de Residuos Sólidos Municipales. (1997). [En línea] Available at: [www.sustenta.org.mx/3/wpcontent/files/MT\\_RutasRecolección.pdf](http://www.sustenta.org.mx/3/wpcontent/files/MT_RutasRecolección.pdf). [Último acceso: 18 de septiembre 2017].

**Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).** Manual de Técnicas Administrativas para el servicio de Limpieza Municipal. (1999). [En línea] Available at: [www.sustenta.org.mx/3/wpcontent/files/MT\\_TecnicoAdmvoservicioLimpia.pdf](http://www.sustenta.org.mx/3/wpcontent/files/MT_TecnicoAdmvoservicioLimpia.pdf). [Último acceso: 18 de septiembre 2017].

**Sempertegui, J.** Determinación de la población de residuos sólidos domésticos y sus principales componentes en Riobamba. (Tesis de pregrado). [En línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Ciencias Químicas (Riobamba-Ecuador). 2008. pp. 16-17. Available at: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/228/1/236T0013.pdf> [Último acceso: 28 de septiembre de 2017].

**Sinchi León, A. H.** Acceso a la justicia ambiental. Publicaciones Universidad de Cuenca. 2011. Volumen II, pp. 10-29.

**Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S.** Gestión Integral de Residuos Sólidos. 3ª. ed. McGraw-Hill. Madrid. (1998). pp. 39, 68-73, 102, 277-285, 348, 384-390, 433, 462.

**Vezco, Laura.** Residuos sólidos urbanos: su gestión integral en Argentina (Tesis de pregrado). Universidad Abierta Interamericana. Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Leyes. Rosario-Argentina. 2006. pp. 36-47 [En línea] Available at: <http://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/TC071962.pdf> [Último acceso: 28 de septiembre 2017]

