



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La universidad Católica de Loja.

ÁREA BIOLÓGICA

TÍTULO DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

Propuesta de Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos para la cabecera parroquial de Ricaurte, cantón Cuenca, provincia del Azuay.

TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTOR: Ávila Carrasco, Juan Pablo

DIRECTOR: Aguilar Ramírez, Silvio David, Ms.C.

Centro Universitario Cuenca

2015



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2015

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION

Magister

Silvio David Aguilar Ramírez

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente Trabajo de Titulación: Propuesta de Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos para la cabecera parroquial de Ricaurte, cantón Cuenca, provincial del Azuay; realizado por Juan Pablo Ávila Carrasco ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, octubre de 2015

.....

Ms.C. Silvio David Aguilar Ramírez

Cédula: 0703596692

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERCHOS

“Yo **Juan Pablo Ávila Carrasco** declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación: Propuesta de Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos para la cabecera parroquial de Ricaurte, cantón Cuenca, provincial del Azuay, de la Titulación de Gestión Ambiental, siendo el Mc.S. Silvio David Aguilar Ramírez director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

.....

Autor: Juan Pablo Ávila Carrasco

Cédula: 010253156-3

DEDICATORIA

A mi fuente de inspiración: Sofía y Joaquina..., mis princesas mágicas.

JUAN PABLO AVILA CARRASCO

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, quienes con su ejemplo y perseverancia fueron quienes incentivaron diariamente esta consecución.

A mi esposa por todo su cariño y apoyo durante estos años de formación profesional.

A la Universidad Técnica Particular de Loja por brindarme la oportunidad de obtener este título profesional a través de su Modalidad Abierta y a Distancia.

A los profesionales de la titulación de Ingeniería en Gestión Ambiental por haber compartido su experiencia y conocimientos conmigo durante mi formación profesional, en especial al Ms.C. Silvio Aguilar Ramírez director de este trabajo.

Al GAD parroquial de Ricaurte por abrirme las puertas para la ejecución de este Trabajo de Titulación.

A funcionarios de EMAC EP, quienes brindaron total apoyo para recabar la información necesaria como base para este trabajo.

JUAN PABLO AVILA CARRASCO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERCHOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	5
Objetivo General:.....	5
Objetivos específicos:.....	5
1 CAPITULO I: MARCO TEÓRICO.....	6
1.1 Residuos sólidos.....	7
1.1.1 Definición.....	7
1.1.2 Clasificación de residuos sólidos.....	7
1.1.2.1 Residuos sólidos Municipales (RSM).....	8
1.1.2.2 Residuos sólidos industriales y de construcción (RSIC).....	9
1.1.2.3 Residuos sólidos Infecciosos (RSIn).....	9
1.1.3 Fuentes de generación de residuos sólidos.....	9
1.1.4 Propiedades de los residuos sólidos.....	11
1.1.4.1 Propiedades físicas.....	11
1.1.4.2 Peso específico.....	11
1.1.4.3 Contenido de humedad.....	11
1.1.4.4 Composición gravimétrica.....	11
1.1.4.5 Propiedades químicas.....	11
1.1.4.6 Propiedades Bacteriológicas.....	11
1.1.5 Gestión de residuos sólidos.....	12
1.1.5.1 Generación.....	13
1.1.5.2 Almacenamiento.....	13
1.1.5.3 Recolección y transporte.....	14
1.1.5.4 Estaciones de transferencia.....	16

1.1.5.5	Limpieza de vías públicas y áreas verdes.....	17
1.1.5.6	Recuperación de materiales.	17
1.1.5.7	Disposición final.....	20
1.1.5.8	Gestión de residuos provenientes de obra civil.....	22
1.2	Marco jurídico	23
1.2.1	Constitución de la República de Ecuador.	23
1.2.2	Ley de Gestión Ambiental.....	23
1.2.3	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y descentralización, COOTAD.....	24
1.2.4	Ley Orgánica de Salud.	24
1.2.5	Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, TULAS.	24
1.2.6	Ordenanzas Municipales.	25
2	CAPITULO II: METODOLOGÍA	27
2.1	Materiales y métodos.....	28
2.1.1	Área de estudio.	28
2.1.1.1	Ubicación geográfica y descripción.....	28
2.1.1.2	Condiciones climáticas e hidrológicas.	30
2.1.1.3	Descripción socio – económica.	33
2.2	Metodología.....	35
2.2.1	Revisión bibliográfica.....	35
2.2.2	Plan para la obtención de datos.....	35
2.2.3	Diagnóstico del actual manejo de residuos sólidos en el canton Cuenca.....	37
2.2.3.1	Generación.....	37
2.2.3.2	Almacenamiento.....	38
2.2.3.3	Recolección y Transporte.	39
2.2.3.4	Tratamiento y disposición final de los residuos.	40
2.2.3.5	Manejo de escombros y residuos provenientes de la construcción.....	45
2.2.3.6	Barrido, limpieza de veredas y áreas verdes	45
2.2.3.7	Análisis de la empresa encargada de residuos sólidos en Cuenca.....	46
2.2.4	Cálculo de muestra de la población.	51
2.2.5	Selección de personas encuestar.	53
2.2.6	Caracterización de residuos sólidos.	54

2.2.6.1	Muestreo.	54
2.2.6.2	Generación per cápita.	55
2.2.6.3	Densidad.	56
2.2.7	Materiales utilizados para el trabajo de campo en la investigación.	59
2.2.7.1	Materiales generales.	59
2.2.8	Elaboración del PGIRS.	60
2.2.9	Evaluación de impactos.	60
2.2.9.1	Valoración de impactos.	60
2.2.9.2	Programas a desarrollar.	62
3	CAPÍTULO III: RESULTADOS.	64
3.1	Gestión de residuos sólidos.	65
3.1.1	Generación y caracterización.	65
3.1.2	Almacenamiento.	68
3.1.3	Recolección y transporte.	72
3.1.4	Tratamiento y disposición final.	77
3.1.4.1	Peso de los vehículos recolectores.	77
3.1.4.2	Procesos de impermeabilización.	78
3.1.4.3	Reciclaje.	79
3.1.4.4	Compostaje.	80
3.1.5	Proyección anual de generación de residuos sólidos.	81
3.1.6	Manejo y disposición final de escombros y residuos de construcción.	81
3.2	Evaluación de impactos ambientales.	84
3.3	Plan de gestión integral de residuos sólidos para la cabecera parroquial de Ricaurte	94
3.3.1	Línea estratégica de cultura ciudadana.	96
3.3.1.1	Programa de concientización ambiental de la población.	96
3.3.1.2	Programa de capacitación a la población.	100
3.3.1.3	Programa de educación ambiental en instituciones educativas de la cabecera parroquial de Ricaurte.	104
3.3.2	Línea estratégica de producción limpia de residuos sólidos.	109
3.3.2.1	Programa de manejo de residuos resultantes de construcciones, demoliciones, movimientos de tierras.	109

3.3.2.2	Programa de mejoras para el manejo de residuos sólidos en el mercado 4 de Noviembre de Ricaurte.....	113
3.3.3	Línea estratégica de control y mitigación de impactos ambientales.....	117
3.3.3.1	Programa de control y mitigación de impactos ambientales.....	117
3.3.3.2	Programa de control a los procesos de almacenamiento, recolección y transporte de residuos sólidos.....	121
3.3.4	Línea estratégica de disposición final adecuada.....	125
3.3.4.1	Programa para el cierre y abandono del relleno sanitario Pichacay fase II.....	125
	DISCUSIÓN.....	130
	CONCLUSIONES.....	134
	RECOMENDACIONES.....	136
	BIBLIOGRAFÍA.....	138
	ANEXOS.....	143

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de gestión de residuos sólidos.....	12
Figura 2. Contenedor para recolección en masa.....	15
Figura 3. Contenedores para recolección selectiva.....	15
Figura 4. Vehículos contenedores de carga trasera.....	16
Figura 5. Vehículos contenedores de carga frontal.....	16
Figura 6. Ubicación de la parroquia rural Ricaurte.....	29
Figura 7. Límites de la parroquia Ricaurte.....	29
Figura 8. Vías de acceso a Ricaurte.....	30
Figura 9. Pisos climáticos de la parroquia rural Ricaurte.....	31
Figura 10. Rangos de temperatura en la parroquia rural Ricaurte.....	32
Figura 11. Precipitación en la parroquia Ricaurte.....	33
Figura 12. Sistema de plegado automático en parrillas de almacenamiento.....	39
Figura 13. Contenedor de almacenamiento de residuos.....	39
Figura 14. A) Punto de recolección de pilas usadas en el Centro Comercial Miraflores.....	44
Figura 15. Obrero de EMAC EP cumpliendo el barrido de la ciclo vía en la Av. Solado, Cuenca.	46
Figura 16. Orgánico funcional de EMAC EP.....	48
Figura 17. Sistema de gestión de residuos sólidos propuesta por EMAC EP.....	49
Figura 18. Autoclaves de esterilización para el tratamiento de residuos sólidos.....	51
Figura 19. Aplicación del Método de Cuarteo para caracterización de.....	57
Figura 20. Aplicación del método de muestreo.....	57
Figura 21. Residuos sólidos caracterizados en la parroquia Ricaurte.....	66
Figura 22. Caracterización de residuos sólidos, representados en peso (kg).....	67
Figura 23. Caracterización de residuos sólidos, representados en volumen (l).....	67
Figura 24. Comportamiento en la generación de residuos sólidos en once días de muestreo.	68
Figura 25. Tipos de recipientes utilizados para el almacenamiento en zonas.....	69
Figura 26. Almacenamiento de residuos en zonas periféricas.....	69
Figura 27. Utilización de envases para el almacenamiento de residuos.....	70
Figura 28. Parrilla de almacenamiento utilizada para residuos sólidos.....	71
Figura 29. Envases de almacenamiento de residuos sólidos en comercios.....	72
Figura 30. Contenedor de almacenamiento en mercado 4 de noviembre.....	72
Figura 31. Delimitación de la zona de consolidación incluidas ocho cabeceras parroquiales.	73
Figura 32. Vehículo recolector de carga posterior utilizado en Ricaurte.....	74

Figura 33. Delimitación de sector de recolección P2, donde se incluye la cabera parroquial de Ricaurte.	75
Figura 34. Vehículo recolector de carga posterior con canasta para reciclaje.	76
Figura 35. Recicladores informales en la cabecera parroquial de Ricaurte.	76
Figura 36. Personal capacitado presta el servicio de recolección de residuos.	77
Figura 37. Báscula de ingreso al relleno sanitario Pichacay.	78
Figura 38. Descarga de residuos sólidos en el relleno sanitario.	79
Figura 39. Disposición en celdas de compactación y entierro final de residuos.	79
Figura 40. Almacenamiento de materiales reciclables a ser entregados a la	80
Figura 41. Proceso de compostaje.	80
Figura 42. Escombros depositados a la intemperie en las zonas periféricas.	82
Figura 43. Sitios donde los pobladores depositarían sus escombros.	83
Figura 44. Construcción del condominio buenaventura, ubicado en la zona.	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los residuos sólidos.	8
Tabla 2. Fuentes de generación de residuos sólidos	10
Tabla 3. Técnica de la 4R	17
Tabla 4. Alternativas de tratamiento para lixiviados	21
Tabla 5. Distribución territorial de las subcuencas de la parroquia rural Ricaurte.....	32
Tabla 6. Distribución de la población por edad y sexo en la parroquia rural Ricaurte.....	33
Tabla 7. Plan de recolección de datos.	35
Tabla 8. Producción diaria de residuos sólidos a nivel cantonal.....	37
Tabla 9. Tipos de fundas plásticas utilizadas para el almacenamiento de los residuos sólidos	38
Tabla 10. Distribución de empleados destinados a la recolección.....	40
Tabla 11. Horarios y frecuencias de recolección de residuos en el cantón Cuenca	40
Tabla 12. Residuos sólidos reciclables	42
Tabla 13. Sistema integrado de gestión de EMAC EP	50
Tabla 14. Métodos aplicados para la estimación de población futura.....	51
Tabla 15. Estimación de población futura la cabecera parroquial de Ricaurte al año 2030 ..	52
Tabla 16. Nivel de confianza para el diseño del tamaño de una muestra poblacional	53
Tabla 17. Número de viviendas por categoría de ocupación.....	54
Tabla 18. Numero de muestras, población y generación diaria durante los 11 días de muestreo.....	55
Tabla 19. Materiales utilizados durante el trabajo de campo.....	59
Tabla 20. Criterios de calidad para la valoración de impactos ambientales.....	61
Tabla 21. Importancia de impactos ambientales	62
Tabla 22. Número de muestras y población durante el trabajo de campo en la parroquia Ricaurte	65
Tabla 23. Generación de residuos sólidos en la parroquia Ricaurte.....	65
Tabla 24. Ubicación de envases utilizados para el.....	70
Tabla 25. Tiempo en el cual se llena el recipiente en las casas.	71
Tabla 26. Frecuencias y horarios de recolección en la zona	73
Tabla 27. Tiempos y movimientos del servicio de recolección domiciliaria.....	75
Tabla 28. Proyección anual de generación de residuos sólidos en la cabecera.....	81
Tabla 29. Conocimiento de la población sobre el servicio de desalojo de.....	83

Tabla 30. Matriz de identificación de impactos ambientales.....	86
Tabla 31. Matriz de valoración de impactos ambientales en el proceso de almacenamiento de residuos.....	87
Tabla 32. Matriz de valoración de impactos ambientales en el proceso de recolección de residuos.....	88
Tabla 33. Matriz de valoración de impactos ambientales durante el proceso de transporte de residuos.....	89
Tabla 34. Matriz de valoración de impactos ambientales durante el proceso de tratamiento y disposición final de residuos	90
Tabla 35. Matriz de evaluación de impactos ambientales	92
Tabla 36. Matriz de resultados de evaluación de impactos ambientales	93
Tabla 37. Cronograma de aplicación de los programas propuestos en 15 años	94
Tabla 38. Costo total de la aplicación del PGIR de Ricaurte.	95

RESUMEN

Este Trabajo de Fin de Titulación plantea elaborar el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos para la cabecera parroquial de Ricaurte, siendo ésta una herramienta para mejorar la calidad de vida de la población, para el efecto se analizó la situación actual de la gestión que la realiza la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca, EMAC EP, analizando también el marco jurídico relacionado al tratamiento y gestión de residuos sólidos a nivel cantonal.

Además se determinaron las características de los residuos sólidos; su cantidad, volumen, generación per cápita y composición gravimétrica, de ahí se conoció el tipo de residuos generados y su manejo al momento de realizar esta investigación.

Se realizó una evaluación de impactos ambientales, haciendo énfasis en los procesos de generación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición de los residuos sólidos.

Con esta información se determinaron cuatro líneas estratégicas y se diseñaron ocho programas que integran el PGIRS con el fin de mejorar los procesos y mitigar los impactos producidos por el manejo de los residuos.

Palabras claves: Residuos sólidos, Plan de Gestión integral, Ricaurte, Recolección, Relleno sanitario

ABSTRACT

This Final Project Degree poses develop the Plan of Integrated Solid Waste Management for the parish center of Ricaurte, this being a tool to improve the quality of life of the population, to the effect the current management situation was analyzed that the performs the Municipal Sanitation Company of Cuenca, EMAC EP, also analyzing the legal framework related to treatment and solid waste management at the cantonal level.

Besides the characteristics of solid wastes they were determined; quantity, volume, per capita generation and gravimetric composition, hence the type of waste and its management at the time of this investigation was known.

An environmental impact assessment was carried out, with emphasis on the generation, storage, collection, transportation, treatment and disposal of solid waste.

With this information four strategic lines were determined and eight programs making up the PGIRS order to improve processes and mitigate the impacts of waste management were designed.

Keywords: Solid Waste Comprehensive Management Plan, Ricaurte, Collection, Landfill

INTRODUCCIÓN

Una de las principales preocupaciones ambientales en la actualidad es el correcto manejo de los residuos sólidos producidos en sitios de alta concentración poblacional, la producción de éstos se ha incrementado considerablemente en las últimas décadas acentuando la problemática y provocando el deterioro del entorno en el que vivimos.

El desequilibrio entre el crecimiento económico – demográfico y el medio ambiente, obedece al uso no sostenible de los recursos del medio, por lo que, los residuos sólidos forman parte del binomio crecimiento-calidad de vida, siendo importante generar políticas que tiendan a lograr un equilibrio entre este desarrollo económico, la utilización de recursos y la generación de residuos sólidos; siendo, una adecuada gestión y la minimización en la generación de residuos las que contribuyan a este desarrollo equilibrado.

En general, los residuos sólidos provocan impactos negativos sobre el medio ambiente, siendo la salud humana la de mayor afectación, sobre todo a personas que están en contacto con los residuos generados. Estos impactos negativos se producen por el contacto directo con elementos peligrosos que causan lesiones y enfermedades. Los residuos sólidos también se convierten en el hábitat perfecto para la proliferación de vectores y transmisores de enfermedades como moscas y roedores (Penido, 2006).

La gestión Integral de residuos sólidos implica el establecimiento de normas para determinar la generación, composición y caracterización de residuos; así como normas para su manejo adecuado con recursos humanos y financieros, de manera que la gestión sea sostenible, incluyendo programas de educación y sensibilización ambiental (Sbarato, 2009).

Ricaurte, en la provincia del Azuay, es una de las parroquias rurales con mayor crecimiento económico y poblacional dentro del cantón Cuenca, con una población de 19.361 habitantes, este crecimiento demográfico conlleva al incremento del volumen de generación de residuos sólidos. A la cabecera parroquial de Ricaurte han llegado oficinas de instituciones financieras, centros médicos, farmacias, instituciones educativas, salones de recepciones y sitios de expendio de comida, siendo necesaria una apropiada gestión y de su basura.

En el sitio se generan 2760 kg de residuos sólidos diariamente, éstos son gestionados por la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca, EMAC EP. De este total el 72% de los residuos generados son de origen orgánico.

En las zonas periféricas de la cabecera parroquial es casi nula la separación en la fuente de residuos, siendo necesario un programa de concientización ambiental que socialice este

proceso como parte de la mejora continua del servicio que presta EMAC y que refiera a los procesos de reciclaje como una oportunidad laboral en la zona.

Los procesos de separación en la fuente se convierten también en un sistema de protección de riesgos contemplados dentro del Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional de EMAC, enfocado al personal de recolección.

A nivel parroquial se emplean bolsas, fundas y tinas plásticas o sacos de yute para almacenar los residuos sólidos, lo que genera impactos ambientales negativos, aunque aquellos por su clasificación requieren plantear técnicas que mejoren esta realidad, la aplicación de éstas será suficiente para minimizar los impactos encontrados.

Dentro de la problemática ambiental, el manejo inadecuado de residuos sólidos afecta considerablemente a los sectores rurales del cantón Cuenca, donde el servicio de recolección y transporte es fluido, pero el desconocimiento de la población en temas de reciclaje, reutilización y clasificación previa de residuos sólidos se ha generalizado, afectando la calidad de vida de la población y generando un foco de contaminación en el sector.

En la zona existen sectores en los cuales se recolecta los residuos sólidos a partir de las 13:00, evidenciando desconocimiento por parte de la población en cuanto a los horarios de recolección; se observó que en la mayoría de los sitios de almacenamiento los residuos sólidos son dispuestos desde tempranas horas, quedando los éstos expuestos a derrames, mostrando mal aspecto y generando problemas en la salud de los habitantes.

Este Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos pretende brindar al GAD Parroquial las herramientas necesarias para elaborar propuestas y programas enfocados en el mejoramiento de la calidad de vida de la población a través del correcto almacenamiento de los residuos sólidos previo al proceso de recolección. Evitando de esta manera posibles focos de contaminación provocados por el derrame de residuos en diferentes sitios de la parroquia, afectando directamente a la salud pública de la zona.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Diagnosticar y diseñar un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos para la cabecera parroquial de Ricaurte, mediante el cual se obtenga un manejo adecuado de residuos sólidos.

Objetivos específicos:

1. Diagnosticar el actual proceso de manejo de residuos sólidos, su función y gestión desde el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Ricaurte.
2. Determinar los principales factores que inciden negativamente en el manejo integral de residuos sólidos en la parroquia.
3. Determinar la composición gravimétrica de los residuos sólidos generados en la cabecera parroquial de Ricaurte.
4. Determinar la producción per cápita de residuos sólidos.
5. Diseñar un plan de gestión integral de residuos sólidos urbanos para la parroquia Ricaurte.

**CAPITULO I:
MARCO TEÓRICO**

1.1 Residuos sólidos

1.1.1 Definición

Para cubrir sus necesidades básicas, el ser humano tiene que transformar productos para poder consumirlos, generando residuos sólidos como parte de este proceso. Un residuo es aquel material, producto o subproducto que se desecha, este puede o no ser reutilizado o sometido a un tratamiento para su disposición final (Sbarato, 2009).

Según Mackenzie & Susan (2005) el término residuo se usa de forma genérica para describir las cosas que se desechan, a estos en la vida cotidiana lo llamamos basura.

Dentro de la legislación cantonal, en la Ordenanza que regula la gestión integral de los desechos y residuos sólidos en el cantón Cuenca, se define un residuo como un “material propenso a ser reciclado, reutilizado o aprovechado de alguna forma después de haber cumplido el ciclo de vida para el cual fue creado”, diferenciado un desecho como un “material no susceptible de ser reaprovechado” siendo en este caso necesario estudiar su disposición final más conveniente (GAD Cuenca, 17/11/2014).

De su parte en el Anexo 6 del Libro VI del Texto Unificados de Legislación Ambiental Secundario (TULAS), se define solamente el término desecho como: “Denominación genérica de cualquier tipo de productos residuales, restos, residuos o basuras no peligrosas, originados por personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que pueden ser sólidos o semisólidos, putrescibles o no putrescibles” (Quito Ambiente, 27/12/2014).

De esta forma se concluye que los residuos sólidos son todos aquellos objetos que una persona los considera inservibles, éstos al ser desechados pueden ser objeto de procesos de reutilización, reciclaje o tratamiento para su disposición final como término de su ciclo de vida.

1.1.2 Clasificación de residuos sólidos.

Según Campos (2000) existen tres categorías de residuos sólidos: Municipales, industriales y peligrosos; esta clasificación se amplía en el Capítulo V de la Ordenanza que regula la gestión integral de los desechos y residuos sólidos en el cantón Cuenca, donde se describen cuatro categorías: Comunes, especiales, peligrosos y residuos y desechos de construcción y escombros.

Una tercera clasificación es la ofrece Vega (2007), ahí se detallan dos categorías: residuos sólidos industriales y residuos sólidos domésticos. Entre los tres documentos analizados, existen coincidencias conceptuales con denominaciones diferentes; de ahí, se define dentro de la categoría residuos sólidos municipales (conocida también como urbanos por algunos

autores) lo contemplado en la Ordenanza Municipal como residuos comunes y lo definido en Vega (2007) como residuos domésticos.

En Campos (2000), se define dentro de la categoría de residuos industriales a aquellos provenientes de construcción y demoliciones, contemplados a nivel local como escombros, obteniendo la clasificación mostrada en la tabla 1:

Tabla 1. Clasificación de los residuos sólidos.

Clasificación de residuos sólidos	
Residuos sólidos	Municipales
	Industriales y de construcción
	Infeciosos

Fuente: Campos (2000), Vega (2007) y Ordenanza Municipal.

Elaborado por: Autor

1.1.2.1 Residuos sólidos Municipales (RSM).

Según el Capítulo V de la ordenanza municipal: Clasificación de los residuos y desechos sólidos; éstos son los que se originan en las viviendas, pueden ser: “alimentos, restos de productos de consumo doméstico, desechos de barrido, podas de árboles, plantas y jardines, envases, embalajes y otros”.

En Campos (2000) se agrega que el volumen de generación depende de la zona o región, del nivel o rango social de la población, de la época de año y otras variables socioeconómicas.

Vega (2007) aporta que para definir la composición de residuos sólidos municipales se debe también analizar el clima y el régimen alimenticio de la población en estudio, este último depende también del nivel de ingresos de la población.

Dentro de clasificación de los residuos sólidos es importante también conocer la naturaleza del residuo, es decir si este es orgánico, inorgánico, combustible, no combustible, putrescible o no putrescible.

En la ordenanza municipal se consideran como parte de los residuos comunes, aquellos residuos y desechos biodegradables que por su naturaleza se descomponen; así también, todo material de origen orgánico como: alimentos, vegetales, papel higiénico, plásticos y materiales biodegradables.

En lo que refiere a residuos no biodegradables son aquellos materiales que no se descomponen fácilmente en el ambiente y pueden ser reciclados o reutilizados: plásticos, papel, chatarra, vidrio, telas, etc.

1.1.2.2 Residuos sólidos industriales y de construcción (RSIC).

Son los residuos generados en aquellas actividades productivas, entre los que encontramos: cenizas, residuos especiales, residuos de construcciones y demoliciones, generalmente estos son también considerados como residuos especiales (Campos, 2000).

Los residuos sólidos que se generan en fábricas son de diversa clase dependiendo de los productos que estas generen, este tipo de residuos son considerados peligrosos por ello requieren un trato especial que inicia con la identificación y clasificación (Vega, 2007).

A nivel local, la ordenanza municipal no contempla esta categoría, sin embargo, define residuos especiales a “aquellos que por su cantidad, peso, volumen u otras características, requieren un manejo diferenciado”, separando de esta definición los materiales resultantes de construcciones, demoliciones, movimientos de tierras y excavaciones, los cuales la ordenanza los define como: Residuos y desechos de construcción y escombros.

1.1.2.3 Residuos sólidos Infecciosos (RSIn).

Se categorizan como infecciosos a aquellos residuos que por sus características físicas, químicas o bacteriológicas representan algún tipo de riesgo para la salud, según la ordenanza municipal, estas características pueden ser: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y condiciones infecciosas.

Los desechos infecciosos pueden a su vez ser clasificados como: radiactivos, inflamables y tóxicos (Henry y Heinke, 1999), estos productos pueden causar daños irreparables a los seres humanos, animales o plantas, los efectos pueden ser inmediatos o a corto y mediano plazo (Campos, 2000).

1.1.3 Fuentes de generación de residuos sólidos.

Conocer las fuentes donde se generan los residuos sólidos es uno de los puntos de partida para una gestión adecuada, siendo la principal fuente de generación (Tabla 2) de residuos los domicilios y las actividades productivas e industriales (Campos, 2000).

En general, en zonas residenciales se generan entre el 55 y 65% del total de residuos sólidos municipales (Mihelcic y Zimmerman, 2011), estos valores fluctúan de acuerdo a variables de cada región. En Cuenca se generan en promedio 480 toneladas de residuos sólidos por día, de los cuales el 60% aproximadamente pertenecen a la categoría de municipales (EMAC, 11/11/2014).

Tabla 2. Fuentes de generación de residuos sólidos

Fuente	Sitios de generación	Tipos de residuos sólidos
Residencial	Viviendas unifamiliares y multifamiliares	Residuos de alimento, papel, cartón, plásticos, textiles, recortes de jardín, madera, vidrio, latas, aluminio, residuos especiales (aparatos electrónicos y derivados), y domésticos peligrosos.
Comercial	Mercados, restaurantes, hoteles, imprentas, gasolineras, todo tipo de local comercial	Papel, cartón madera, plásticos, vidrio, metales, residuos especiales (derivados de aparatos electrónicos), etc.
Institucional	Escuelas, hospitales, prisiones e instituciones gubernamentales	Residuos de alimento, papel, cartón, plásticos, textiles, recortes de jardín, madera, vidrio, latas, residuos especiales, peligrosos e infecciosos
Construcción y demolición	Construcciones de vivienda, carreteras, reparaciones y trabajos de obra civil	Madera, acero, concreto, tierra, restos de ladrillos, etc.
Agrícola	Cosechas en campo, huertas, granjas, zonas de producción agrícola	Residuos alimenticios en mal estado, residuos agrícolas, restos de químicos inservibles (residuos peligrosos).
Servicios municipales	Limpieza de parques, calles, callejones y sitios de esparcimiento en general	Residuos de alimentos, papel, cartón, restos de plantas, animales muertos, empaques de alimentos.
Plantas de tratamiento, incineradores municipales	Procesos de tratamiento de aguas, residuales, industriales, etc.	Lodos residuales
Industrias	Fábricas de manufactura ligera y pesada, centrales eléctricas industrias en general	Residuos de procesos industriales, restos de productos químicos, residuos especiales y peligrosos, residuos caracterizados como domésticos.

Fuente: Adaptado de Mackenzie y Susan (2005) p.519

Elaborado por: Autor

1.1.4 Propiedades de los residuos sólidos.

Para determinar el tipo de tratamiento y disposición final de los residuos sólidos, es necesario conocer sus propiedades con el fin de optimizar su manejo integral. Las propiedades pueden ser: físicas, químicas y bacteriológicas.

1.1.4.1 Propiedades físicas.

Hacen referencia a la forma, coloración y composición de los residuos entre los más importantes se detallan:

1.1.4.2 Peso específico.

Es el peso del residuo por unidad de volumen, este se mide en Kg/m^3 , su determinación es importante al momento de proyectar el tamaño de las instalaciones. A partir del este parámetro se puede obtener la densidad (Ibarra, 2011).

1.1.4.3 Contenido de humedad.

Es la cantidad de agua que los residuos contienen, este se mide en porcentaje con relación a su peso (Ibarra, 2011)

1.1.4.4 Composición gravimétrica.

Es el peso de cada componente en relación con el peso total de los residuos generados, este parámetro se mide en porcentaje y cambia según variantes propias de cada área de estudio.

La selección de los componentes a analizar como parte de la caracterización se define de acuerdo al tipo de estudio a realizar y a los estratos poblacionales objetos de investigación (Tchobanoglous, *et al.*, 1994).

1.1.4.5 Propiedades químicas.

Las propiedades químicas son aquellas capaces de cambiar la composición de los residuos sólidos, las propiedades químicas de los residuos se las caracteriza como combustibles, pero también como peligrosos, corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y patógenos, entre las principales se encuentran:

1.1.4.6 Propiedades Bacteriológicas.

Mediante esta propiedad se determina la carga bacteriana y la presencia de agentes patógenos, según Tchobanoglous *et al.* (1994), ésta es la característica biológica más importante en los residuos orgánicos ya que sus componentes aceptan tratamiento biológicos.

Las propiedades químicas y bacteriológicas brindan las consideraciones necesarias para definir el tratamiento más adecuado para los residuos sólidos y su disposición final más conveniente.

1.1.5 Gestión de residuos sólidos.

Para manejar integralmente los residuos sólidos producidos en una población, se deben considerar los residuos desde el punto de generación hasta su disposición final (Mackenzie y Susan, 2005).

Ibarra (2011) define la gestión de residuos sólidos como el “conjunto de operaciones realizadas desde la generación de los residuos en las diferentes fuentes hasta su tratamiento y disposición final”. (p.523)

Aquí se incluyen procesos como la recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos generados en una población (Ibarra, 2011). De manera global el sistema de manejo se lo aprecia en la figura 1.

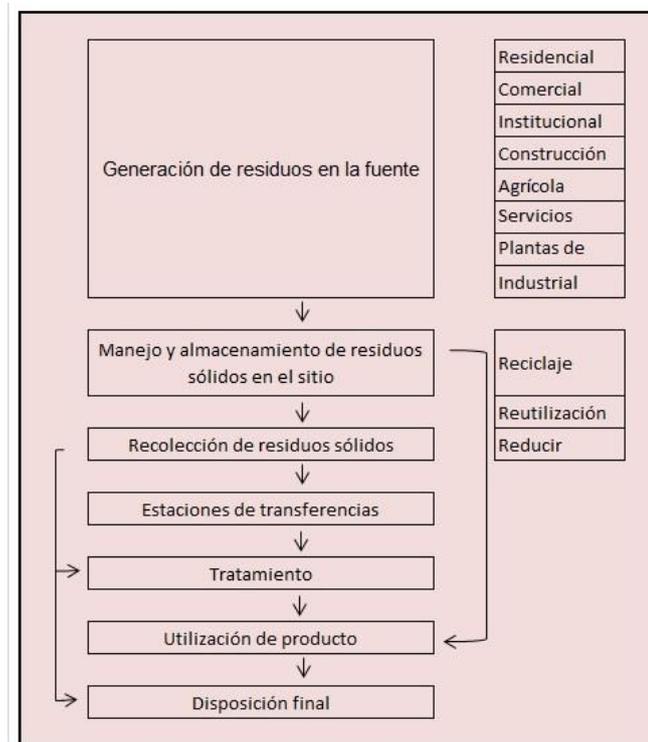


Figura 1. Sistema de gestión de residuos sólidos.

Fuente: Adaptado de Mihelcic y Zimmerman, 2011

Elaborado por: Autor

En Mihelcic y Zimmerman (2011) se describen cuatro objetivos que persigue el correcto manejo de los residuos sólidos:

- Proteger la salud pública,
- Proteger el medio ambiente, incluyendo la biodiversidad,

- Direccionar preocupaciones sociales, como equidad, justicia ambiental, estética, riego, etc.
- Minimizar el costo

Claro que; estos objetivos pueden tener diferentes variables acorde a las características económicas, sociales y educativas de la población y variantes climáticas a nivel regional.

La gestión integral inicia con la reducción en fuente, minimizando su producción hasta llegar al punto máximo de su reaprovechamiento, introduciendo sistemas de recolección, tratamiento y reciclaje cada vez más tecnificados, de manera que para la disposición final terminen residuos sin utilidad alguna (Penido, 2006).

1.1.5.1 Generación.

Esta etapa del proceso se da en las fuentes detalladas en la Tabla 2, siendo el resultado de las actividades vivenciales de los seres humanos como sociedad. Hay varios factores que influyen en la generación de residuos determinando sus tipos y cantidad como por ejemplo: la época de año que influye en los hábitos y costumbres de la población, la celebración de fiestas, la presencia de desastres, entre las principales (López, 2009).

Según Andrés y Rodríguez (2008), “los valores de generación per cápita de residuos sólidos municipales van desde 1,6 kilogramos por persona al día (kg/p/d) en países con alto grado de industrialización, hasta los 0,37 Kg/p/d en países con bajos niveles de industrialización y población mayoritariamente rural” (p.215), esta consideración relaciona la cantidad de residuos sólidos generados con la densidad poblacional de una comunidad.

El mismo autor destaca que la composición de los residuos también varía de acuerdo al nivel de desarrollo de las sociedades, destacando que “en países poco industrializados y sobre todo en zonas rurales el agregado de materia orgánica es mucho mayor”. (p216)

1.1.5.2 Almacenamiento.

El almacenamiento hace referencia a ubicar los residuos sólidos adecuadamente para su recolección, siguiendo los lineamientos sanitarios apropiados. Aquí las personas son quienes intervienen directamente en el proceso, colocando sus residuos sólidos en fundas y contenedores durante los horarios establecidos por el ente rector del manejo de basura en la comunidad (Penido, 2006).

Los sistemas de gestión de residuos sólidos deben considerar formas de almacenamiento en la fuente generadora exigiendo que los recipientes de almacenaje cumplan con normas sanitarias, aunque para almacenar residuos domiciliarios hay que considerar además la realidad económica y social de la población.

De la eficiencia del sistema de almacenamiento depende el éxito de la recuperación de materiales, teniendo como la forma más simple de separación en el punto de generación del residuo la selección entre materiales reciclables y no reciclables (Sbarato, 2009).

Otro sistema de disgregación utilizado es la separación entre residuos húmedos y secos: considerándose la parte húmeda (orgánicos) los residuos de alimentos que pueden terminar su ciclo de vida en un proceso de compostaje, la parte seca (inorgánicos) lo conforman el papel, plástico, cartón, madera, etc., los que pueden ser parte de un proceso de reutilización o reciclaje (Sbarato, 2009).

El correcto almacenamiento ayuda en la prevención de accidentes, evita proliferación de vectores, minimiza el impacto visual y olfativo y facilita la labor de recolección (Penido, 2006).

1.1.5.3 Recolección y transporte.

Penido (2006) define este proceso como “la recogida de residuos acondicionados por el generador para encaminarlos, por el medio de transporte adecuado, a una estación de transferencia, a una unidad de tratamiento o al lugar de disposición final”. (p.91)

Hay que considerar el modelo y el sistema de recolección más adecuados para coleccionar y transportar los residuos de acuerdo a sus características.

1.1.5.3.1 Modelos de recolección.

Andrés y Rodríguez (2008) señalan dos modelos de recolección; el primero es la recolección en masa, aquí los residuos se recogen sin una selección en el sitio de origen, este modelo brinda oportunidad a un reciclaje informal con altos grados de riesgos sanitarios para quienes lo llevan a cabo.

En la recolección selectiva los residuos son clasificados en el punto de almacenamiento, se separa el papel, vidrio, plástico, materia orgánica y desechos. Esta actividad es llevada de forma técnica y sanitaria.

1.1.5.3.2 Sistemas de recolección.

Los autores también indican dos sistemas de recolección; por un lado la recolección en contenedores donde las personas transportan los residuos desde su punto de generación hacia grandes contenedores ubicados en puntos específicos.



Figura 2. Contenedor para recolección en masa.
Fuente: Tecno Educación (12/11/2014)

El tamaño y la forma del contenedor depende del modelo de gestión; de ahí, si se pretende una recolección en masa se dispone un solo contenedor (Figura 2), y si el modelo adoptado es selectivo se disponen diferentes contenedores (Figura 3).



Figura 3. Contenedores para recolección selectiva.
Fuente: Tecno Educación (12/11/2014)

1.1.5.3.3 *Transporte de residuos sólidos.*

Mihelcic y Zimmerman (2011) indican que para el transporte de los residuos desde el punto de recolección hacia las estaciones de transferencia, plantas de tratamiento o sitios de disposición final; se utilizan camiones contenedores en frecuencias preestablecidas, siendo en lugares residenciales el método de recolección más adecuado el de acera, en el cual los habitantes almacenan sus residuos en los frentes de sus hogares. El tipo de camión que más se utiliza es el vehículo de carga trasera (Figura 4).



Figura 4. Vehículos contenedores de carga trasera.
Fuente: <http://www.aseca.com/maquinaria/recolectores>



Figura 5. Vehículos contenedores de carga frontal.
Tomado de: <http://www.aseca.com/maquinaria/recolectores>

Para la recolección de residuos en sitios de almacenamiento en contenedores se utilizan camiones del tipo frontal (Figura 5). Este tipo de vehículos atienden aquellos generadores comerciales e institucionales, así como edificios multifamiliares que cuentan con sistemas internos de almacenamiento previos a la recolección.

1.1.5.4 Estaciones de transferencia.

En Penido (2006) se definen las estaciones de transferencia como “unidades instaladas cerca de la generación masiva de residuos para que los camiones recolectores llenos descarguen y regresen rápidamente a continuar su ruta de recolección”. (p.121)

Las estaciones de transferencia son útiles cuando la distancia entre los puntos de generación y los sitios de disposición final son demasiado largos, básicamente son sistemas desarrollados en grandes metrópolis (Mihelcic y Zimmerman, 2011). La decisión de aplicar este sistema

obedece a factores económicos ya que la distancia genera inconvenientes como: atraso en las frecuencias de recolección, prolonga la exposición de los residuos en el sitio de almacenamiento, reduce la productividad de los camiones elevando los costos de transporte (Penido, 2006).

1.1.5.5 Limpieza de vías públicas y áreas verdes.

La limpieza de la vía pública es un aspecto importante para mantener la higiene de la comunidad; así como, para evitar accidentes en las vías y el taponamiento en redes de alcantarillado (Penido, 2006).

Estéticamente es fundamental para el embellecimiento de las ciudades, mejorando su imagen en bienestar de las actividades turísticas. Entre las actividades comprendidas dentro de la limpieza de la vía pública y áreas verdes está el barrido de veredas, parques y plazas y la limpieza de sumideros. (Penido, 2006).

1.1.5.6 Recuperación de materiales.

La recuperación de residuos sólidos se refiere a obtener un recurso a partir de un residuo, este proceso se puede dar por la extracción de materiales, aprovechar sus características o aprovechar su poder calorífico (Sabata, *et al.*, 2005).

La problemática de los residuos sólidos se incrementa al ritmo del crecimiento demográfico, siendo cada vez mayor la generación de residuos y por tanto se necesitan nuevos sitios de disposición final y nuevos procesos de tratamiento. De ahí que se han planteado nuevos métodos dentro de la gestión integral de residuos, siendo la técnica de las 4Rs; Reducir, Reutilizar, Reciclar y Recuperar, (ver tabla 3) un concepto que parte de la reducción de residuos para conseguir la prevención en la generación de éstos (Penido, 2006).

Tabla 3. Técnica de la 4R

Técnica	Concepto
Reducir	Es la reducción de la cantidad de residuos generados en la fuente. Busca reducir la cantidad de envases y recipientes descartables generando productos con mayor durabilidad.
Reutilizar	Es el reaprovechamiento de un producto manteniendo su forma original, y se lo hace con cualquier producto que tenga otros usos.
Reciclar	Es la transformación de los residuos sólidos en materia prima para nuevos productos, los residuos deben ser separados en las diferentes etapas del sistema de manejo de residuos.

Recuperar	Es la producción de energía a partir de la combustión de los residuos.
-----------	--

Fuente: Penido (2006).

Elaborado por: Autor

1.1.5.6.1 *Reducción en la fuente.*

Gilbert y Wendell (2008) concluyen que la basura que no se genera no debe recogerse, un concepto sencillo, pero llevarlo a cabo requiere grandes campañas de concientización y cambios drásticos en los procesos de fabricación de los productos que llegan a los hogares.

“Si el nivel de vida de la población ha de ser sustentable, se deben encontrar formas de aprovechar mejor los materiales que se fabrican” (Mackenzie y Susan, 2005, p.530). Estos materiales deben aportar a la reducción de la producción per cápita de residuos sólidos, de ahí que es importante minimizar la generación de residuos, reduciendo además costos y problemas asociados a la recolección y transporte de residuos.

Para esto, la reducción de residuos en los puntos de generación requiere de estrategias de diseño de productos amigables con el medio ambiente, estas estrategias de producción van desde la selección de materiales que minimicen los impactos y alarguen el ciclo de vida de los productos, pasando por materiales que reduzcan la toxicidad manteniendo la utilidad y el valor del producto para llegar a mejorar los sistemas de embalaje, transporte y distribución de los mismos (Gilbert y Wendell, 2008).

Con estas estrategias se busca que los consumidores reutilicen envolturas, envases y ciertos bienes que ofrezcan esta oportunidad, como ejemplo:

- Usar servilletas de tela en lugar de papel,
- Reutilizar botellas de jugo, gaseosa y agua,
- Donar revistas, libros, cuadernos, papel a entidades de caridad,
- Usar recipientes plásticos para almacenar cosas y no desecharlas de inmediato,
- Comprar bolígrafos recargables,
- Comprar tachos duraderos, etc.

1.1.5.6.2 *Reciclado.*

La recuperación de materiales para reciclaje y compostaje es el componente de mayor importancia en un sistema de gestión de residuos sólidos; pero, esta recuperación no solo hace referencia a la eliminación de los residuos del sistema, sino que estos deben ser reutilizados o reprocesados para continuar con el ciclo (Gilbert y Wendell, 2008).

Los procesos de reciclaje se pueden dar en circuitos cerrado o abierto; en el primero de ellos los productos reciclados son usados para fabricar nuevos productos; mientras que en el segundo, los materiales reciclados son materias primas de nuevos productos con características diferentes (Mackenzie y Susan, 2005).

1.1.5.6.2.1 Reciclado de papel y cartón.

Estos materiales son los de más amplio porcentaje de generación, generalmente la fabricación de cajas de cartón se realizan a partir de papel y cartón reciclado. El proceso de recolección es simple pero de alto costo para las empresas que lo requieren como materia prima (Sabata, *et al.*, 2005).

El reciclaje inicia con la separación en la fuente, aunque también la selección de materiales se los cumple en las estaciones de transferencia e incluso en el sitio de disposición final.

1.1.5.6.2.2 Reciclado de plásticos.

Los plásticos son productos cuyos materiales principales son resinas y polímeros de diferentes características, el reciclado de plásticos tienen varias aplicaciones, el segmento de botellas plásticas es el de mayor influencia, sobre todo para la industria textil y la fabricación de productos plásticos PET, tereftalato de polietileno (Gilbert y Wendell, 2008).

Al igual que el grupo anterior, el reciclaje de plásticos inicia con la separación en la fuente, aunque también la selección de materiales se los cumple en las estaciones de transferencia e incluso en el sitio de disposición final.

1.1.5.6.2.3 Reciclado de vidrio.

A nivel domiciliario e institucional el vidrio que se incorpora a los residuos sólidos generados proviene de botellas de cristal de diferentes usos, estos serán utilizados para la fabricación de nuevos envases de vidrio (Sabata, *et al.*, 2005).

Durante el proceso de separación de los residuos de este material, se requiere clasificarlo por colores, en aquellos casos donde se reciclan envases de vidrio de color; aunque el vidrio no presenta complicaciones técnicas para su reciclaje, si representa un riesgo para los operadores del servicio de recolección, sobre todo cuando se encuentran con vidrios rotos sin un almacenamiento adecuado (Gilbert y Wendell, 2008).

1.1.5.6.2.4 Reciclado de materiales varios.

Otros materiales comúnmente reciclados son las latas de hierro y aluminio que llegan a los hogares como envases de refrescos, cerveza y alimentos en general, ya que estos son 100% reciclables (Sabata, *et al.*, 2005). El reciclado de estos materiales ayudan a reducir las

demandas de vertederos y ahorran energía necesaria para su producción (Gilbert y Wendell, 2008).

Materiales como maquinaria en desuso, cables, aparatos electrónicos y varios con componentes férricos, también son reciclados, estos se pueden vender directamente o ser fundidos y usados como materia prima (Sabata, *et al.*, 2005).

1.1.5.7 Disposición final.

Los rellenos sanitarios son sistemas de disposición final de residuos sólidos en tierra, estas son instalaciones diseñadas para almacenar de forma definitiva los desechos, éstas varían de acuerdo al tipo de residuos y a la ubicación del relleno (Mihelcic y Zimmerman, 2011).

La técnica de las 4Rs (reducir, reutilizar, reciclar, recuperar) y la producción de energía a partir de residuos sólidos reducen el volumen de residuos que terminan en el relleno sanitario, esta etapa final es la que mayor énfasis tiene en cuanto a minimización de impactos ambientales, ya que estos están diseñados para que los residuos sólidos terminen enterrados limitando su exposición al aire y al agua (Mackenzie y Susan, 2005).

1.1.5.7.1 Generación de lixiviados.

La compactación a la que son sometidos los residuos sólidos al momento de ser enterrados en el relleno sanitario produce lixiviados, los cuales podrían convertirse en un problema al no ser considerados como parte del tratamiento, debido a que sus niveles de Demanda Bioquímica de Oxígeno sobrepasan los valores típicos registrados por aguas residuales de carácter industrial; claro que, estas concentraciones dependen del tipo de residuos (Mihelcic y Zimmerman, 2011).

Arellano y Guzmán (2011) relacionan esta problemática con aspectos físicos, químicos y biológicos, considerando también la descomposición de la materia orgánica por procesos aeróbicos y anaeróbicos para la producción de lixiviados y gases.

Para el control de lixiviados en un relleno sanitario, los autores suponen necesario considerar la cantidad y la calidad de éste; así también, se debe tener claro la ubicación y el tiempo de uso del relleno sanitario. Generalmente, los lixiviados se concentran en el centro del relleno sanitario, para luego filtrarse en forma vertical a través de los diferentes estratos del suelo, de ahí la importancia de su tratamiento.

Giraldo (2003) indica que las alternativas de tratamiento son diversas por las características que presentan los lixiviados y su poder contaminante y tóxico (Tabla 4).

Tabla 4. Alternativas de tratamiento para lixiviados

Tratamiento	Descripción
Procesos Anaerobios	Son procesos biológicos de tratamiento, sus principales ventajas son la mayor simplicidad en el sistema de tratamiento y la menor producción de lodos.
Procesos Aerobios	Se utilizan cuando se requiere obtener una baja concentración de DBO en los efluentes, los procesos van desde las tradicionales lagunas hasta sistemas sofisticados de reactores biológicos.
Sistemas Naturales	Lagunas y humedales artificiales son alternativas para el tratamiento de lixiviado, es de fácil operación y logra diferentes niveles de tratamiento: desde Pretratamiento, hasta un tratamiento terciario en caso de necesitarse.
Evaporación	Es una aplicación nueva, en ella se utiliza la energía que se tiene en el biogás del relleno sanitario en evaporar el lixiviado por calentamiento.
Recirculación	Al recircular los lixiviados se logra un aumento en la humedad de los residuos dispuestos, que a su vez genera un aumento de la tasa de producción de gas metano en el relleno, hay que tener en cuenta la seguridad de los sistemas de recirculación y la instrumentación geotécnica del relleno.
Membranas	Existen aplicaciones como la micro filtración, la ultra filtración, la nano filtración, la ósmosis inversa, la ósmosis directa e inclusive la evaporación al tratamiento de los lixiviados, bien sea de manera directa, o acoplada a otro tipo de proceso de tratamiento

Fuente: Giraldo (2003)

Elaborado por: Autor

1.1.5.7.2 *Biogás.*

El biogás es producido por la biodegradación de materia orgánica a través de la acción bacteriana por la ausencia de oxígeno, siendo una parte fundamental dentro del ciclo biogeoquímico del carbono (Colmenares y Santos, 2014)

Los principales gases generados por un relleno sanitario son el metano (CH₄), bióxido de carbono (CO), nitrógeno (N) y oxígeno (O), entre otros, los cuales son producto de la descomposición anaerobia de los residuos sólidos de carácter orgánico (Arellano y Guzmán,

2011). El metano producido por las bacterias es el último eslabón dentro de la cadena de microorganismos que degradan materia orgánica.

Los productos gaseosos pueden ser “considerados como un problema y como una oportunidad” (Mihelcic y Zimmerman, 2011, p.608). Entre las problemáticas causadas por los gases generados se destacan su explosividad al reaccionar con el oxígeno, también estos gases afectan directamente la salud humana, generan olores indeseables y en general aportan al incremento de las emisiones de gases de invernaderos.

La principal ventaja, destacan Mihelcic y Zimmerman (2011), es “que tiene el potencial de producir electricidad no derivada de combustible fósil” (p.608). Para controlar estos gases se construyen respiraderos, barreras de grava o sistemas de recuperación de gas.

1.1.5.8 Gestión de residuos provenientes de obra civil.

La obra civil es uno de los importantes pilares en el desarrollo económico y social de las ciudades; pero, se ha constituido también en un riesgo ambiental por el gran volumen de residuos sólidos que genera (UICN, 2011). Estos materiales están compuestos por concreto, asfalto, bloques, ladrillos, gravas, tierra, principalmente, aunque en menores cantidades se encuentra también maderas, metales, tuberías de PVC y componentes eléctricos.

La disposición final de estos residuos en rellenos sanitarios traería complicaciones desde el punto de vista económico y medio ambiental, en Penido (2006) se explica que los escombros son materiales inertes que pueden ser depositados en rellenos menos tecnificados y sencillos que abaraten el costo de este proceso. Así también, el autor indica que colocarlos en el relleno sanitario con los residuos sólidos domiciliarios, reducirían la vida útil del relleno. Sin embargo, este tipo de residuos podrían ser utilizados únicamente para estabilizar caminos internos y playas de descarga dentro de los rellenos sanitarios.

Un punto crítico dentro de este grupo de residuos son aquellos que podrían resultar peligrosos, como pinturas, asbestos y solventes; para el adecuado manejo de estos materiales, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) recomienda levantar información concreta sobre la cantidad y composición de éstos, de manera que se puedan plantear alternativas para su adecuado manejo (UICN, 2011).

Según Gilbert y Wendell (2008), el 95% de estos residuos pueden ser reciclados, pero su reutilización es escasa, teniendo en los últimos años un incremento por la propuesta de una industria constructora verde.

1.2 Marco jurídico

1.2.1 Constitución de la República de Ecuador.

La actual constitución de la República del Ecuador fue publicada en el Registro oficial el 20 de octubre del 2008, la nueva Carta Magna en su Capítulo Segundo: Derechos del Buen Vivir; sección segunda: Ambiente Sano; artículo 14, “reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad el buen vivir, Sumak kawsay”. En su artículo 15, la Constitución promueve el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas.

En su Sección Sexta: Hábitat y Vivienda, artículos 30 y 31 refieren el derecho de la población a un hábitat seguro y saludable, y del disfrute pleno de los espacios públicos de sus ciudades.

Esta Constitución Política es la primera en reconocer a la Naturaleza como sujeto de derecho, lo cual se enmarca en Capítulo Séptimo: Derechos de la Naturaleza, donde en sus artículos 71, 72, 73 y 74, reconoce a la naturaleza como el lugar donde se reproduce y realiza la vida, siendo indispensable el respeto integral de su existencia, manteniendo sus ciclos de vida, estructura, funciones y procesos evolutivos (Asamblea Nacional, 22/12/2014).

1.2.2 Ley de Gestión Ambiental.

Es un cuerpo legal referente a la protección ambiental en el Ecuador, se relaciona de forma directa con la prevención, control y sanción a las actividades contaminantes estableciendo obligaciones en los diferentes niveles (Larrea y Cortez, 2008).

Esta normativa en su Título I: Ámbito y Principios de la Gestión Ambiental; describe los niveles de participación de los sectores público y privado, manteniendo principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías sustentables, respeto a las culturas y prácticas tradicionales, entre otras.

En su Título II: Del Régimen Institucional de la Gestión Ambiental, Capítulo III: Del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental, la norma establece lineamientos para la coordinación transectorial, integración y cooperación entre los distintos ámbitos de la gestión ambiental

En el artículo 13, perteneciente al Capítulo IV: De la Participación de las Instituciones del Estado; la ley indica que “los consejos provinciales y municipios, dictarán políticas ambientales seleccionadas con sujeción a la Constitución Política de la Republica...”, respetando las regulaciones sobre el Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas para determinar los usos del suelo.

Además, incluye como instrumentos para la gestión ambiental a la planificación, la evaluación de impacto y control ambiental, los mecanismos de participación social, la capacitación y difusión y los instrumentos de aplicación de normas ambientales (MAE, 22/12/2014).

1.2.3 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y descentralización, COOTAD.

Este código desarrolla la organización territorial definida en la Constitución de la República, estableciendo niveles intermedios de gobierno a nivel provincial, cantonal y parroquial.

Este en su artículo 55: Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal, indica que entre las competencias de este nivel de gobierno está el prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos y actividades de saneamiento ambiental (COOTAD, 2011)

1.2.4 Ley Orgánica de Salud.

Esta ley establece en su Libro Segundo: Salud y Seguridad Ambiental; artículo 95 que: “la autoridad sanitaria nacional en coordinación con el Ministerio del Ambiente, establecerá las normas básicas para la preservación del ambiente en materias relacionadas con la salud humana...”.

En el Capítulo II: De los desechos comunes, infecciosos, especiales y de las radiaciones ionizantes y no ionizantes; hace referencia al manejo de los tipos de desechos descritos, siendo competencia del Ministerio de Salud Pública (autoridad sanitaria nacional), dictar la normativa para el manejo integral de todo tipo de desechos y residuos que afectan de forma directa a la salud humana (ARCSA, 22/12/2014).

1.2.5 Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, TULAS.

El TULAS es una herramienta normativa de la legislación del Ecuador que se relaciona en general a los temas ambientales y sus impactos en el régimen forestal, principalmente.

Este cuerpo legal en su Libro VI: De la Calidad Ambiental; Título II: Políticas Nacionales de Residuos Sólidos, se declara “como prioridad nacional la gestión integral de los residuos sólidos en el país”, determinándola como una responsabilidad compartida entre toda la sociedad.

Se establecen las políticas en los ámbitos de: salud y ambiente, social, económico-financiero, institucional, técnico y legal. También se detalla la responsabilidad de los Ministerios de Salud Pública, Ambiente y Desarrollo Urbano y Vivienda para crear mecanismos de infraestructura institucionales para la correcta gestión de residuos sólidos.

En el Título IV: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental; aquí se regula los “límites permisibles para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado; emisiones al aire incluyendo ruido, vibraciones y otras formas de energía; vertidos, aplicación o disposición de líquidos, sólidos o combinación, en el suelo”.

También se entiende la planificación de la gestión para la prevención y control de la contaminación ambiental desde tres niveles: específico, local/provincial/sectorial/recurso y nacional.

En el Anexo VI de este libro se establece los criterios para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos, desde su generación hasta su disposición final; así también, se establecen normas técnicas para el establecimiento de límites permisibles para la emisión, descargas y vertidos al ambiente (Quito Ambiente, 27/12/2014).

1.2.6 Ordenanzas Municipales.

La legislación local vigente en el Cantón Cuenca, se compone de cuatro ordenanzas que involucran la gestión de residuos sólidos, en estos cuerpos legales se crea la institución encargada del manejo de los desechos a nivel cantonal, regulan la gestión integral de estos incluyendo el tratamiento y disposición final (GAD Cuenca, 17/11/2014)

- **Ordenanza que regula la creación, organización y funcionamiento de la Empresa Pública de Aseo de Cuenca, EMAC EP.**

Esta ordenanza en su Título I: Denominación, Objeto, Domicilio y Fines; establece que EMAC EP tiene como objetivo “... la prestación de servicios públicos de barrido, limpieza, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos sólidos no peligrosos y peligrosos, así como del mantenimiento, recuperación, recaudación y administración de áreas verdes y parques en el Cantón Cuenca...”, así también se determina que el accionar de la empresa municipal debe estar enmarcado dentro de criterios de “eficiencia, racionalidad y rentabilidad social, preservando el ambiente, promoviendo el desarrollo sustentable...”.

- **Ordenanza que Regula la Gestión Integral de los Desechos y Residuos Sólidos en el Cantón Cuenca.**

Esta regula las competencias de la empresa EMAC EP en su Capítulo I: Ámbito de la Ordenanza y Competencias de la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca.

Este documento legislativo en su Capítulo II: De la Conducta General de los Ciudadanos, reitera el compromiso de los ciudadanos a contribuir con la limpieza de la ciudad y la

recolección de residuos sólidos, indicando que “es obligación de los ciudadanos clasificar los desechos para favorecer las actividades de reducción, recolección, tratamiento, reutilización y reciclaje de los desechos y residuos”.

En su Capítulo VII: Sistemas de Tratamiento y Reciclaje, la norma hace referencia a la recolección diferenciada de residuos sólidos de acuerdo a la planificación conveniente a los intereses de la comunidad.

Finalmente esta ordenanza establece los lineamientos jurídicos para la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos y desechos sólidos.

- **Ordenanza que establece los criterios para la determinación y recaudación de la tasa de recolección de basuras y aseo público.**

El objeto de esta tasa es fijar los costos para los servicios de barrido de calles, recolección, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos en el cantón Cuenca. Para efectos de cobro de esta tasa, el documento en su artículo 6 establece que “En razón del vínculo de la tasa de recolección de basuras y aseo público con el consumo de energía eléctrica, se constituye en agente de percepción a la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, o a las empresas que presten este servicio en el Cantón Cuenca”.

- **Ordenanza para la gestión de desechos sólidos infecciosos y especiales generados en el cantón Cuenca.**

Esta ordenanza municipal determina en su Capítulo II: Del almacenamiento de los desechos sólidos; que los residuos sólidos deberán ser clasificados en su punto de generación teniendo para el efecto tres diferentes colores para sus recipientes:

- a. Fundas de color rojo.- para desechos infecciosos, aquí se colocarán todos los objetos corto punzante, gasas, vendas y demás utilizados en casas de salud, hospitales, estaciones de enfermería, consultorios médicos y farmacias.
- b. Fundas de color negro.- para los desechos comunes, incluyendo el material orgánico.
- c. Fundas de color celeste.- para el material reciclable.

En el Capítulo III: De la gestión y manejo de los desechos sólidos infecciosos y especiales; indica que: “Los generadores de desechos infecciosos y especiales deberán obligatoriamente adoptar medidas de minimización...”. Así también se determina que “No se recolectarán desechos infecciosos o especiales que se encuentran almacenados de manera incorrecta...”. Obligando de esta forma a las partes generadoras a establecer planes y controles para el almacenamiento de este tipo de residuos.

**CAPITULO II:
METODOLOGÍA**

2.1 Materiales y métodos

2.1.1 Área de estudio.

Para selección de la parroquia rural Ricaurte, se consideró el número de habitantes y su importancia dentro del cantón Cuenca. Se consideró que en Ricaurte se emplazan centros educativos secundarios y superiores, entidades bancarias y financieras, tiene un alto crecimiento comercial y la gran concentración poblacional en su cabecera parroquial.

Ricaurte cuenta con un Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) en vigencia desde el 2011 y con proyección hacia el 2030, siendo una de las pocas parroquias rurales que lo han desarrollado.

Para definir las características generales de la zona de estudio se analizó el PDOT parroquial y cantonal, para el análisis de datos estadísticos relacionados con el crecimiento poblacional y económico de Ricaurte se visitó la página web oficial del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

También se desarrollaron visitas a diferentes sectores del área de estudio, donde se observaron las características del diario vivir en el sector y de su actual servicio de recolección y transporte de residuos sólidos.

2.1.1.1 Ubicación geográfica y descripción.

2.1.1.1.1 Límites.

La parroquia rural Ricaurte se ubica al noroeste de la ciudad de Cuenca, en la provincia del Azuay (Figura 6), siendo sus límites:

- Norte: Parroquia rural Sidcay
- Sur: Cuenca, sector urbano
- Este: Parroquia rural Llacao
- Oeste: Cuenca, sector urbano

En la Figura 7 se aprecia los límites parroquiales, detallando también las coordenadas geográficas de cuatro vértices que enmarcan a Ricaurte.

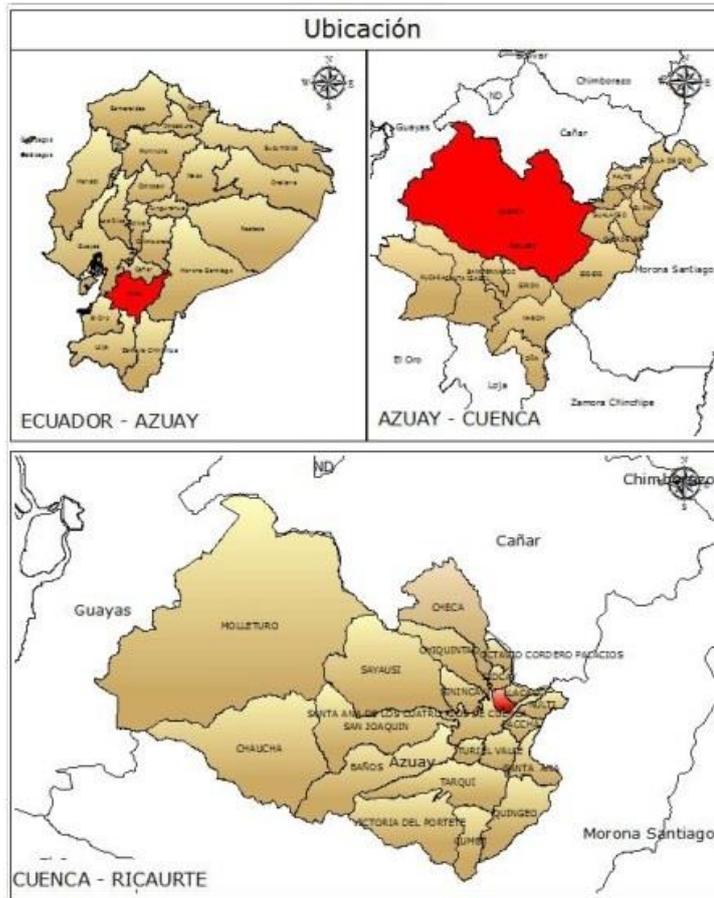


Figura 6. Ubicación de la parroquia rural Ricaurte.

Fuente: Tomado de GAD Ricaurte (2011)

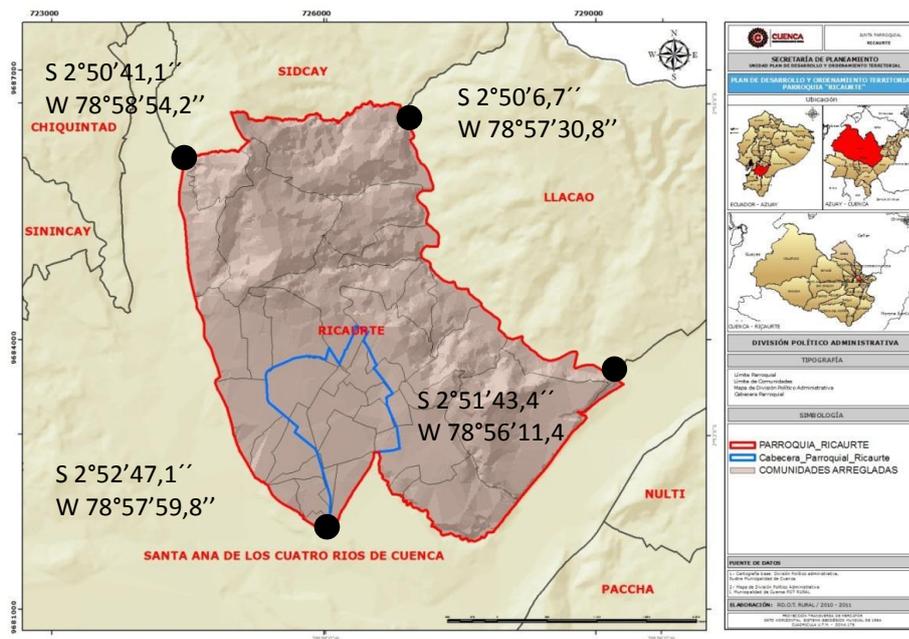


Figura 7. Límites de la parroquia Ricaurte.

Fuente: Tomado de GAD Ricaurte (2011)

La parroquia Ricaurte tiene dos vías de acceso: la Avenida 25 de Marzo y la Vía a Ricaurte, ambas vías son asfaltadas y de dos carriles, conectando la zona urbana del cantón Cuenca con el centro Parroquial de Ricaurte. La distancia entre el Parque Calderón (Parque central de Cuenca) y el Parque Central de Ricaurte es de 8,5 km, con un tiempo aproximado de llegada de 16 minutos. (Figura 8)

Ricaurte es una de las parroquias rurales con mayor crecimiento económico y poblacional dentro del cantón Cuenca, según datos del Censo Nacional de Población y Vivienda 2010, publicado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC.

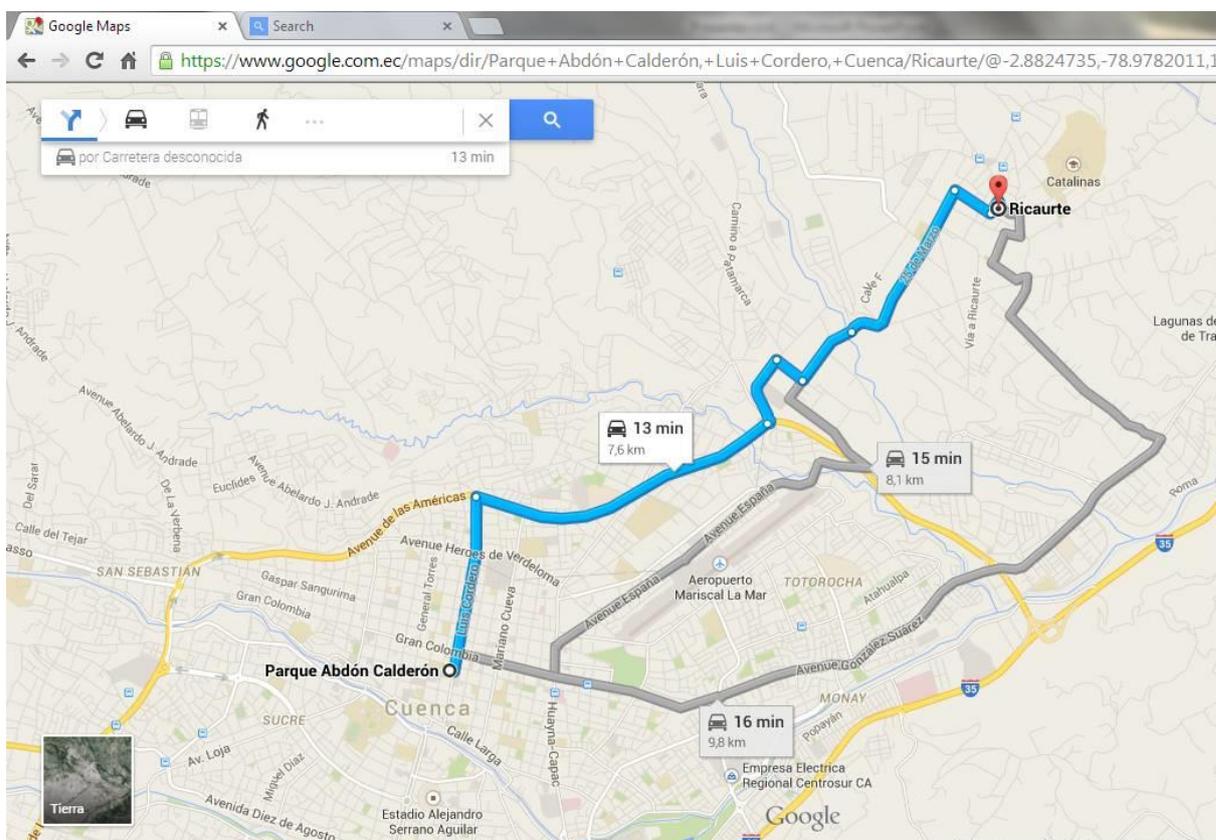


Figura 8. Vías de acceso a Ricaurte.

Fuente: Google Maps el 22/10/2014.

Elaborado por: Autor

2.1.1.2 Condiciones climáticas e hidrológicas.

2.1.1.2.1 Clima.

Para determinar los pisos climáticos se considera el rango altitudinal sobre el cual se emplaza la parroquia Ricaurte, este oscila entre los 2390 y 2780 msnm, de ahí que el área de estudio presenta dos pisos climáticos:

- Piso Subtropical interandino (en color café).

El rango altitudinal de este piso climático se distribuye entre los 1800 hasta los 2500 msnm, con una temperatura de entre 15 y 18 °C, éste piso se caracteriza por lluvias abundantes, especialmente durante la época invernal (MAE, *et al.*, 2003).

Como demuestra la figura 14, este piso climático se distribuye al noreste de Ricaurte, hacia el límite con la avenida Panamericana Norte y su intersección con el río Sidcay.

- Piso Templado Interandino (en color turquesa).

Este piso altitudinal se distribuye en un rango de entre los 2501 y 3500 msnm, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 15 °C, se caracteriza por épocas lluviosas templadas con frecuentes y suaves vientos, en temporadas secas se incrementa la fuerza del viento con la presencia de aire seco y cálido (MAE, *et al.*, 2003). Este piso climático predomina en la parroquia (Figura 9).

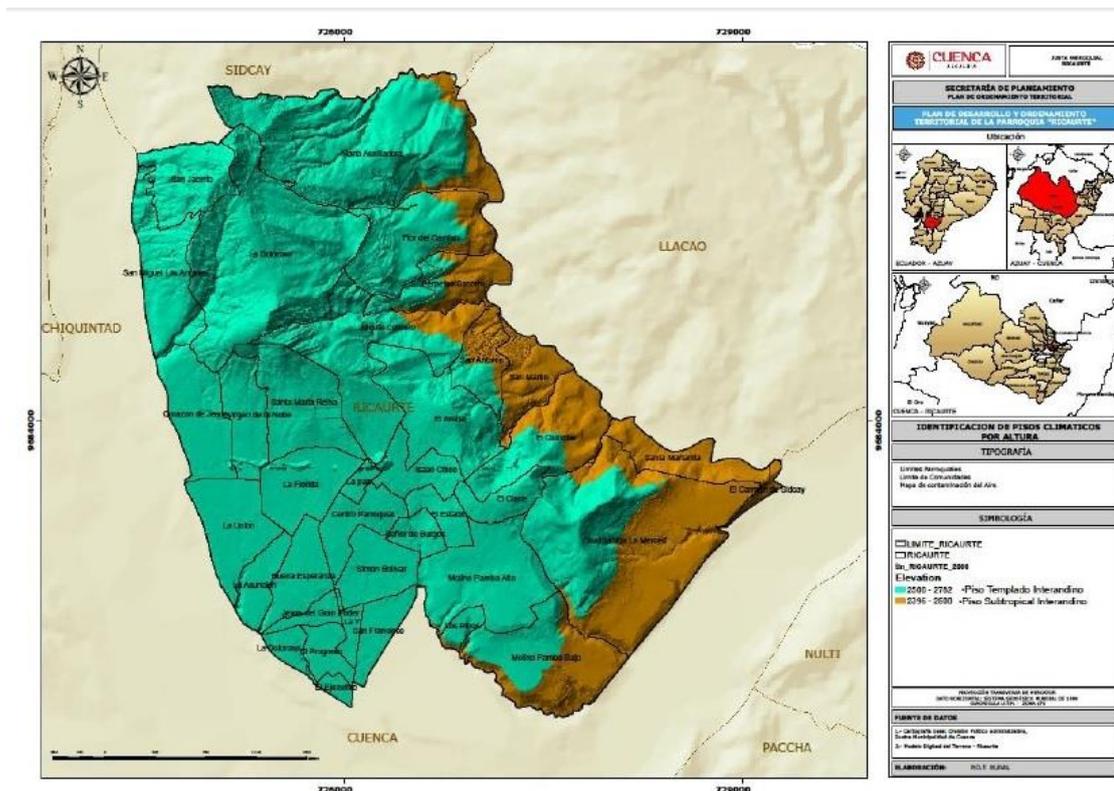


Figura 9. Pisos climáticos de la parroquia rural Ricaurte.

Fuente: Tomado de GAD Ricaurte (2011)

2.1.1.2.2 Temperatura.

La temperatura promedio en la parroquia oscila entre los 12 y 16 °C, teniendo dos gradientes definidas: al norte de la parroquia se mantienen temperaturas de entre los 12 y 14 °C, mientras que al sur del territorio parroquial la temperatura se incrementa y fluctúa entre los 14 y 16 °C (Figura 10).

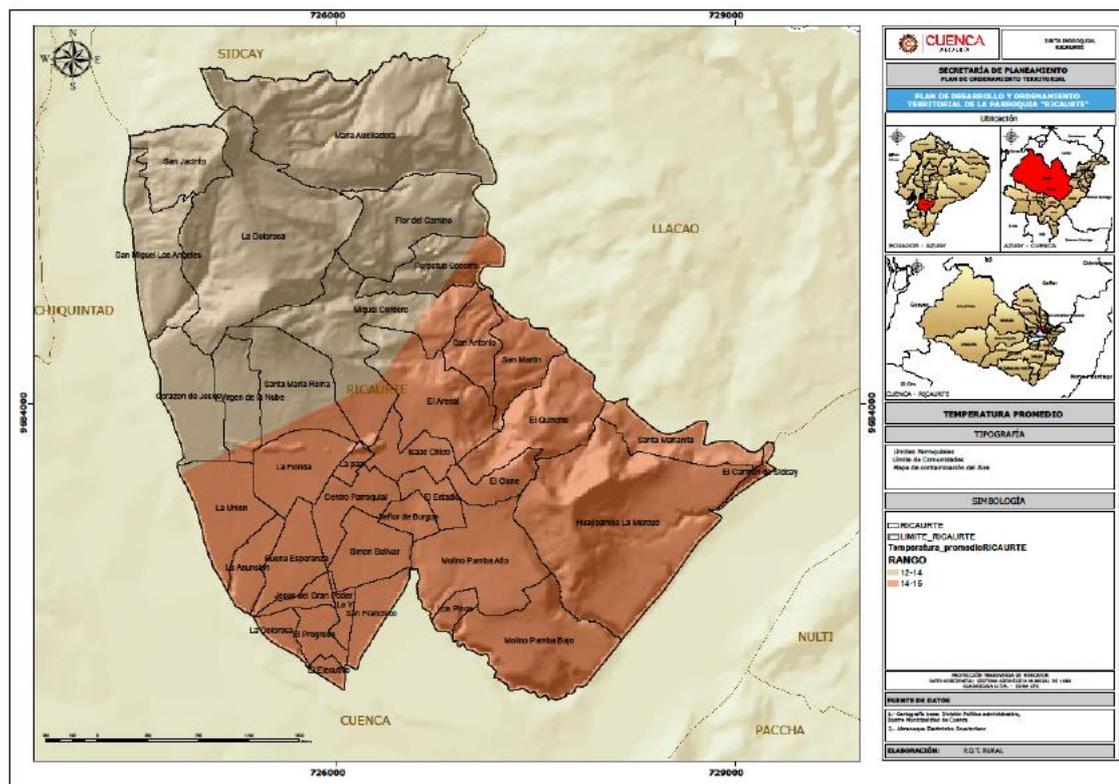


Figura 10. Rangos de temperatura en la parroquia rural Ricaurte.

Fuente: GAD Ricaurte (2011)

2.1.1.2.3 Hidrología.

El movimiento de agua se encuadra dentro de una cuenca hidrográfica la cual Muñoz (2011) la define como “el área donde se desarrolla el flujo hídrico”. (p.21). Ricaurte se emplaza dentro de la cuenca hidrográfica del río Paute, misma que forma parte de la Demarcación Hidrográfica Santiago. El territorio parroquial se distribuye entre las subcuentas de los ríos Machángara, Cuenca y Sidcay (Tabla 5).

Tabla 5. Distribución territorial de las subcuentas de la parroquia rural Ricaurte.

Subcuenca	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Río Cuenca	378,07	27,70
Río Machángara	377,17	27,64
Río Sidcay	609,49	44,66

Fuente: Adaptado de GAD Ricaurte (2011)

Elaborado por: Autor

2.1.1.2.4 Precipitación.

En Ricaurte el nivel de precipitaciones fluctúa entre los 801 y 1000 milímetros al año. La mayor parte del territorio, el 71,27%, recibe anualmente una precipitación de entre 801 y 900 mm

(Figura 11), mientras que, un rango de entre los 901 y 1000 mm lo recibe el 28,73 % del territorio ubicado al noroeste de la parroquia.

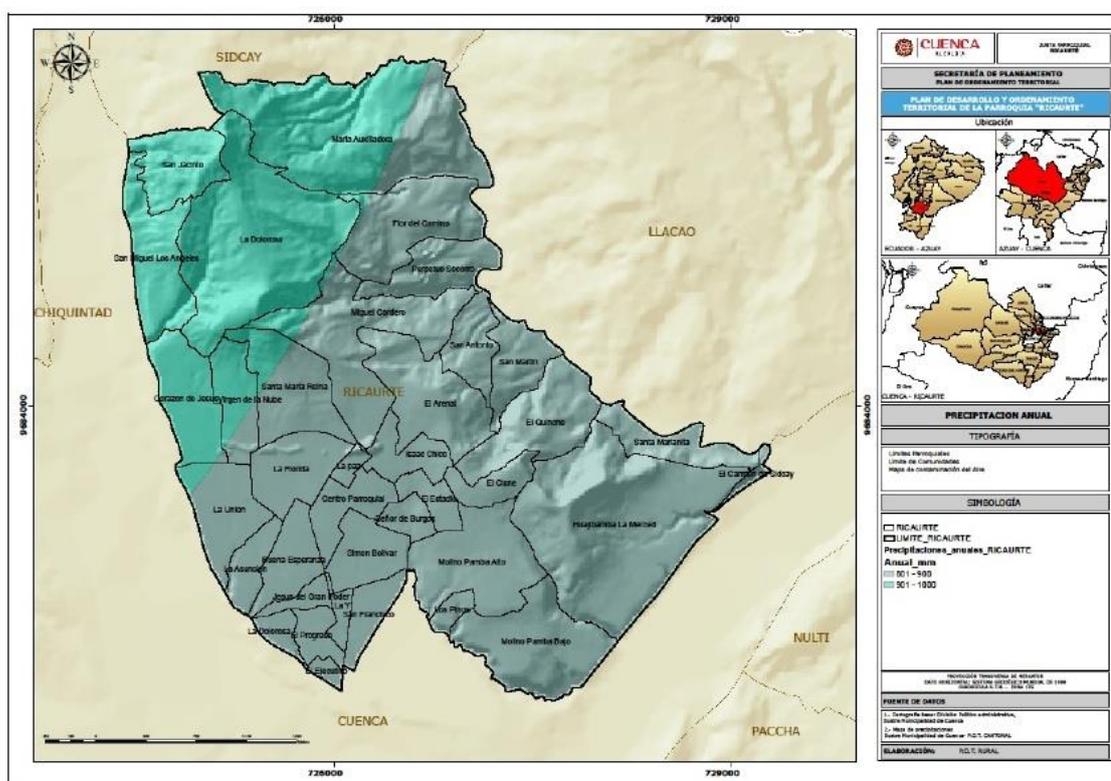


Figura 11. Precipitación en la parroquia Ricaurte.
Fuente: Tomado de GAD Ricaurte (2011)

2.1.1.3 Descripción socio – económica.

2.1.1.3.1 Población.

Ricaurte tiene una población total de 19.361 habitantes, que se distribuye en 37 barrios o comunidades, siendo la comunidad más poblada el centro parroquial con 2.581 que representa el 13,33% (INEC, 2010).

Del total de habitantes, el 52,24% son mujeres (Tabla 6), analizando el rango por edades se registra que la mayor densidad poblacional se encuentra en los 5 y 19 años de edad con un total de 6.122 habitantes correspondiente al 31,62%.

Tabla 6. Distribución de la población por edad y sexo en la parroquia rural Ricaurte

	HOMBRES		MUJERES		Total
	Población	%	Población	%	
De 0 a 4 años	968	10,47	967	9,56	1935
De 5 a 9 años	1057	11,43	1026	10,14	2083

De 10 a 14 años	1056	11,42	994	9,83	2050
De 15 a 19 años	1006	10,88	983	9,72	1989
De 20 a 24 años	917	9,92	994	9,83	1911
De 25 a 29 años	888	9,60	934	9,23	1822
De 30 a 34 años	642	6,94	823	8,14	1465
De 35 a 39 años	585	6,33	711	7,03	1296
De 40 a 44 años	468	5,06	605	5,98	1073
De 45 a 49 años	407	4,40	502	4,96	909
De 50 a 54 años	323	3,49	370	3,66	693
De 55 a 59 años	247	2,67	300	2,97	547
De 60 a 64 años	202	2,18	236	2,33	438
De 65 a 69 años	145	1,57	212	2,10	357
De 70 a 74 años	127	1,37	154	1,52	281
De 75 a 79 años	85	0,92	119	1,18	204
De 80 a 84 años	62	0,67	99	0,98	161
De 85 a 89 años	39	0,42	48	0,47	87
De 90 a 94 años	17	0,18	28	0,28	45
De 95 a 99 años	6	0,06	6	0,06	12
Más de 100 años	0	0,00	3	0,03	3
TOTAL	9247	100	10114	100	19361
Hombres	47,76	%			
Mujeres	52,24	%			

Fuente: INEC, 2010

Elaborado por: Autor

2.1.1.3.2 Vivienda.

Según datos de INEC (2010), en la parroquia existen 6.438 viviendas, de las cuales el 82,22% se encuentran ocupadas, el 11,45% están desocupadas y el 6,34% se encuentran en construcción.

2.1.1.3.3 Servicios básicos.

Ricaurte presenta una cobertura de servicio de agua potable del 94,20%, de acuerdo a datos de la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca (ETAPA EP), con una red de agua potable que cubre todas las comunidades de la zona (GAD Ricaurte, 2011).

En Cuanto a la cobertura de alcantarillado, ETAPA EP registra una cobertura del 66,25% del total de la parroquia, y el 100% de cobertura para telefonía fija y móvil, sobre todo con la oferta de tecnología CDMA por parte de la empresa municipal.

En cuanto al servicio de energía eléctrica, la parroquia registra una cobertura del 98,31%, según se detalla en el PDOT parroquial, este servicio lo entrega la Subestación Eléctrica de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur (EERCS)

Ricaurte tiene una cobertura en recolección de basura del 83,45%, el 14,11% de viviendas incineran sus residuos sólidos, y el 1,53% los deposita en algún terreno baldío, la recolección de basura está a cargo de la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca, EMAC EP.

2.2 Metodología

2.2.1 Revisión bibliográfica.

Se utilizaron las siguientes fuentes de consulta: biblioteca personal, bibliotecas universitarias, municipales, virtuales y navegación web, aquí se consolidó información pertinente al tema como: ordenanzas municipales, leyes de la República y más elementos legales que se enmarcan en el ámbito de acción del manejo y gestión de los residuos sólidos a nivel local y nacional.

2.2.2 Plan para la obtención de datos.

Según detalla Hernández, *et al.* (2006); “Recolectar datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir información con un propósito específico” (p. 274), este plan debe contener las fuentes de información, localización de dichas fuentes y medios de recolección.

El plan de obtención de datos propuesto se divide según el número de componentes del proyecto, los cuales se detallan en la tabla 7.

Para cumplir el propósito del proyecto: Diagnosticar y diseñar un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos para la cabecera parroquial de Ricaurte, mediante el cual se obtenga un manejo adecuado de desechos en la parroquia; se establecieron cinco componentes que aportarán al cumplimiento del mismo.

Tabla 7. Plan de recolección de datos.

Objetivo 1	
Diagnosticar el actual proceso de manejo de residuos sólidos, su función y gestión desde el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Ricaurte.	
Fuentes de información	Método de recolección de datos

Población de la cabecera parroquial de Ricaurte	Aplicación de encuestas a una muestra
Asesor Técnico del GAD Parroquial	Entrevista
Recolectores de EMAC EP	Entrevista a personal de recolección
Director Técnico de EMAC EP	Entrevista, visita al Relleno sanitario Pichacay.

Objetivo 2	
Determinar los principales factores que inciden negativamente en el manejo integral de residuos sólidos en la parroquia.	
Fuentes de información	Método de recolección de datos
Observación directa	Visita a la zona de estudio
Población de la cabecera parroquial	Aplicación de encuestas a una muestra
Asesor Técnico del GAD Parroquial	Entrevista
Director Técnico de EMAC EP	Entrevista

Objetivo 3	
Determinar la composición gravimétrica de los residuos sólidos generados en la cabecera de la parroquia Ricaurte	
Fuentes de información	Método de recolección de datos
Puntos de generación de residuos	Toma de muestra de residuos sólidos en puntos de generación, selección y separación manual
Caracterización de residuos sólidos por el método de cuarteo	Aplicación de técnicas y método de cuarteo.
Personal de recolección	Entrevista
Director Técnico de EMAC	Entrevista

Objetivo 4	
Determinar la producción per cápita de residuos sólidos.	
Fuentes de información	Método de recolección de datos
Bibliográfica	Aplicación de método matemáticos según el volumen de composición gravimétrica y población actual

Objetivo 5

Diseñar una propuesta del plan de gestión integral de residuos sólidos para la parroquia Ricaurte.	
Fuentes de información	Método de recolección de datos
Bibliográfica	Determinación de una matriz de evaluación de impactos
Observación directa	Recorridos y visualización de los procesos de recolección y transporte, aplicación de Matriz de Interacción de Leopold

Elaborado por: Autor

Fuente: Adaptado de: Hernández et al, (2006)

2.2.3 Diagnóstico del actual manejo de residuos sólidos en el canton Cuenca.

Para establecer la línea base para el planteamiento del PGIRS de Ricaurte, se visitó la zona de estudio, donde se observó el comportamiento de la población al momento de almacenar los residuos sólidos durante los días de recolección y el trabajo realizado por las empresas gestoras.

2.2.3.1 Generación.

La Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca (EMAC EP) reporta que a nivel cantonal se producen 486 toneladas (ver tabla 8) de residuos sólidos diariamente, con una producción per cápita de 0,523 kg/hab al día (EMAC, 20/01/2015).

Tabla 8. Producción diaria de residuos sólidos a nivel cantonal.

Tipo de residuo	Producción Diaria en Toneladas	%
Municipal	372	76,54
Industrial	25	5,14
Peligroso	14	2,88
De mercados	56	11,52
Rural	19	3,91
Total	486	

Fuente: Adaptado de www.emac.gob.ec

Elaborado por: Autor

EMAC registra que el mayor aporte en producción de residuos sólidos lo realizan: la zona urbana con el 76,5% y los mercados con el 11,5%; siendo, las 22 parroquias rurales responsables del 3,91% de la producción total (ver tabla 8), siendo esta una ponderación general.

2.2.3.2 Almacenamiento.

Esta fase del proceso la cumplen los cuencanos y cuencanas en cada uno de sus hogares y sitios de trabajo, mediante ordenanza municipal, el Concejo Cantonal determinó los lineamientos para el almacenamiento de los residuos sólidos previo a la etapa de recolección.

Para el almacenamiento de residuos sólidos en la fuente de generación de origen municipal, reciclables y peligrosos se utilizan bolsas y fundas plásticas, en la tabla 9 se describen los usos de acuerdo al color de la funda para almacenar los residuos sólidos a nivel cantonal.

Tabla 9. Tipos de fundas plásticas utilizadas para el almacenamiento de los residuos sólidos

Color de funda plástica	Uso
Negro	Residuos comunes
Celeste / Azul	Residuos reciclables
Rojo	Residuos Biopeligrosos
Verde	Residuos orgánicos
Blanca	Residuos de servicios higiénicos y cocina

Fuente: Adaptado de www.emac.gob.ec, Ordenanza Municipal

Elaborado por: Autor

Tanto a nivel urbano como rural, en viviendas unifamiliares colocan sus fundas de residuos en parrillas metálicas de plegado automático (Figura 12), medida que fue adoptada para mantener el aseo de las calles y evitar que los residuos sólidos se dispersen.

El sistema de plegado automático consiste en un resorte que hala la base de la parrilla hacia la pared, minimizando riesgos de accidentes para personal de recolección de EMAC EP y peatones en general.

Para domicilios multifamiliares, edificios y condominios, EMAC EP incorporó el almacenamiento de residuos en contenedores de 360 litros. Los generadores considerados grandes como, fabricas, instituciones educativas, centros comerciales, almacenan sus residuos en contenedores con capacidad de 3280 litros, en ambos casos se mantiene la codificación de colores según el tipo de residuo a almacenar (EMAC, 20/01/2015)



Figura 12. Sistema de plegado automático en parrillas de almacenamiento.
Fuente: Autor, 2015

En parques, plazas, calles y sitios de concentración, la empresa municipal ha dispuesto recipientes de almacenamiento fijados a la vereda, estos tienen una capacidad de 80 litros, estos envases y contenedores de fabricación nacional y para su elaboración se utiliza acero inoxidable (Figura 13).



Figura 13. Contenedor de almacenamiento de residuos.
Fuente: Autor, 2015

2.2.3.3 Recolección y Transporte.

Los diferentes procesos del sistema de gestión de residuos sólidos aplicados en el cantón Cuenca, EMAC EP los ejecuta bajo certificaciones internacionales que refrendan sus

procesos de gestión de calidad, ambiental y de seguridad y salud ocupacional; ISO 9001:2004, ISO 14001:2008 y OHSAS 18001:1999 respectivamente.

El sistema de recolección y transporte es realizado por 190 obreros distribuidos como se detallan en la tabla 10.

Tabla 10. Distribución de empleados destinados a la recolección.

Denominación	Personal asignado
Choferes	44
Personal de recolección	146
Total de trabajadores	190

Fuente: Adaptado de www.emac.gob.ec

Elaborado por: Autor

La empresa municipal ha establecido horarios y frecuencias de recolección los cuales se detallan en la tabla 11. La recolección de residuos se cumple de forma sectorizada; lunes, miércoles y viernes para la zona norte de la ciudad y martes, jueves y sábado para la zona sur de la urbe (EMAC, 20/01/2015).

Tabla 11. Horarios y frecuencias de recolección de residuos en el cantón Cuenca

Tipos de residuos	Frecuencia	Horarios		
		Primer turno	Segundo turno	Tercer turno
Domiciliaria (Urbano y Rural)	Lunes a Sábado	08:00 - 14:00	13:30 - 21:30	19:30 - 00:00
Residuos industriales	Lunes a Sábado	06:00 - 12:00	08:00 - 14:00	-----
Residuos en mercados	Lunes a Sábado	05:00 - 13:00	14:00 - 22:00	-----
Residuos Biopeligrosos	Lunes a Viernes	16:00 - 19:00	-----	-----

Fuente: EMAC, 20/01/2015

Elaborado por: Autor

El proceso de recolección se efectúan con una flota vehicular de 44 unidades, 34 de ellas son recolectores de carga superior, 6 recolectores de carga frontal, 2 volquetes de 12 m³ de capacidad, y dos camiones de reciclaje. Para las zonas rurales fuera del área consolidada, se alquilan camiones recolectores.

2.2.3.4 Tratamiento y disposición final de los residuos.

El Complejo de Desarrollo Humano y Ambiental Pichacay se ubica en la Parroquia Santa Ana a 21 kilómetros del casco urbano de Cuenca. Este sitio entró en funcionamiento el 3 de septiembre del 2001, recibiendo la licencia ambiental por parte del Ministerio del Ambiente el 14 de diciembre del 2002.

Este lugar funcionaba inicialmente como relleno sanitario solamente; en la actualidad, aquí se cumplen cinco procesos para el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos generados a nivel cantonal, estos son:

- Relleno Sanitario
- Reciclaje
- Compostaje
- Esterilización
- Confinamiento

Para cumplir con estos objetivos, el complejo por sus características técnicas, ambientales y de seguridad ocupacional, posee un sistema integrado de gestión conformado por certificaciones internacionales ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001.

2.2.3.4.1 *Relleno sanitario.*

El relleno sanitario se emplaza en un área total de 123 hectáreas, donde llegan 480 toneladas de residuos sólidos diariamente. Aquí el peso específico de los residuos compactados es de 0,90 toneladas por m³, teniendo una vida útil de 20 años.

El relleno sanitario fue diseñado con un sistema de impermeabilización mixta, cuya capa de arcilla tiene un espesor de 20 centímetros compactada; el ducto de gas fue construido con piedra y tubería perforada de polietileno de alta densidad. Los drenes de lixiviados son de piedra, con tuberías perforadas de 160 mm y geotextil no tejido de 0,25 mm y permeabilidad de 45x10⁻²cm/s, con una generación diaria de 100 m³ al día (EMAC, 19/01/2015).

La operación del relleno sanitario utiliza técnicas de relleno mecanizado teniendo una flota motriz compuesta por:

- Tractor Komatsu d65 190 hp 2007,
- Excavadora Caterpillar 320 cu 138 hp 2005
- Rodillo compactador Caterpillar 81612 232 hp 2010
- Dos tanqueros de 3500 galones (transporte de lixiviados)

El volumen de almacenamiento de lixiviados en su fase 1 tiene una capacidad total de 2550 m³, con cuatro tanques de ferrocemento y tres tanques de tormentas; en la fase 2 la capacidad total es de 2426 m³ con dos tanques de tormentas.

Por descomposición de los residuos, se generan 30 m³ de lixiviados los cuales ingresan a un proceso de recirculación hacia un sistema de terrazas, desde ahí son transportadas hacia la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba, la cual es operada por la Empresa

Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca, ETAPA EP (EMAC, 19/01/2015).

2.2.3.4.2 *Reciclaje.*

La separación y clasificación de los residuos sólidos inicia en el sitio de generación, por disposición de la empresa municipal los días miércoles y jueves la ciudadanía debe colocar en los sitios de almacenamiento debidamente separados en una funda de color celeste los residuos con características necesarias para ser parte del proceso de reciclaje, en la tabla 12 se detallan los materiales a ser reciclados en los puntos de generación (EMAC, 21/01/2015).

Tabla 12. Residuos sólidos reciclables

Tipo de residuos reciclable	Residuos reciclables
Plásticos rígidos y duros	Utensilios de cocina, tachos plásticos, armadores de ropa, restos de muebles, platos plásticos, jabas, juguetes, cajas de CD's y otros.
Envases plásticos y cubiertos	Botellas de gaseosas, envases de yogurt, envases de jugos, shampoo, cosméticos, cubiertos de plástico, botellones, tarrinas, piolas y otros.
Plásticos suaves	Fundas plásticas de halar, fundas de leche, fundas de alimentos, plásticos para empacar alimentos o bebidas, plásticos para envolver maletas y otros.
Papel y cartón	Cuadernos, libros, revistas periódicos, cajas, bandejas de huevos, fundas de cemento envases tetrapack papel picado y otros.
Chatarra y artículos electrónicos	Piezas de cobre, bronce o aluminio como: alambres, enseres metálicos de cocina, ollas, cucharas, electrodomésticos y otros.
Aluminios y latas	Envases de aerosol, envolturas papel aluminio, envases de alimentos, latas de bebidas, y otros.

Fuente: www.emac.gob.ec

Elaborado por: Autor

En promedio, mensualmente al relleno sanitario llegan entre 15 y 16 toneladas de residuos sólidos reciclables, los cuales son entregados a terceros para su separación, reutilización y comercialización.

2.2.3.4.3 *Esterilización.*

Parte de la recolección selectiva de residuos es la separación de los residuos sólidos infecciosos, los cuales son generados en clínicas, hospitales, farmacias, centros de salud, consultorios médicos, etc., este tipo de desperdicios tienen un tratamiento de esterilización, siendo las cenizas de estos materiales llevados al relleno sanitario de Pichacay.

Durante el año 2014, se recolectaron, neutralizaron y dispusieron 469,80 toneladas de residuos sólidos infecciosos, según se informa en la rendición de cuentas anual publicada por EMAC EP.

Actualmente este proceso se lo realiza en la Planta de Esterilización de GADERE en Nobol, provincia del Guayas. Aunque en el mes de abril del 2015 inició la fase de pruebas en la Planta de Esterilización ubicada en el Complejo de Desarrollo Humano y Ambiental Pichacay, cuya operación y funcionamiento será responsabilidad de EMAC EP.

2.2.3.4.4 *Confinamiento.*

Uno de los residuos que mayor daño causa al medio ambiente son las pilas y baterías usadas, que por sus características y composición presentan un alto grado de toxicidad, siendo residuos altamente contaminantes.

Las pilas comúnmente usadas en diferentes aparatos eléctricos y electrónicos tienen componentes como: Mercurio (Hg), Cadmio (Cd), Níquel (Ni), Litio (Li) y Plomo (Pb).

Estos efectos adversos se producen por que las pilas en desuso son desechadas junto con los residuos sólidos municipales, llegan a los rellenos sanitarios y depósitos de basura, un importante porcentaje llegan a cuerpos de agua, parques, vías, etc., al desprenderse su cubierta, el contenido toxico se emana al ambiente entrando en contacto con personas y medio ambiente en general (ETAPA, 27/01/2015).

En la actualidad, ETAPA EP lleva adelante el programa de recolección y disposición final de pilas usadas, cuyo objetivo es generar conciencia ambiental dentro de centros educativos y de la ciudadanía poniendo énfasis en la conservación de recursos hídricos con el fin de mejorar la calidad de vida de los cuencanos.



Figura 14. A) Punto de recolección de pilas usadas en el Centro Comercial Miraflores.
 B) Monumento ecológico de pilas en PTAR Ucubamba.

Fuente: Tomado de www.etapa.net.ec

La disposición final de estos materiales es en el interior de esculturas y monumentos ecológicos, fabricando figuras de hormigón dentro de las cuales se colocan botellas plásticas en cuyo interior se encuentran pilas colectadas en diferentes sitios de concentración en la ciudad de Cuenca (Figura 14).

2.2.3.4.5 Compostaje.

La planta de Compostaje de EMAC EP produce humus para la comercialización privada y el consumo propio en el mantenimiento de áreas verdes en la ciudad, esta planta se ubica a 11 kilómetros de la urbe en el Eco parque de El Valle.

A la planta llegan los residuos de los seis mercados de la ciudad para ser parte de un proceso que dura alrededor de seis meses, tiempo en el cual se clasifica minuciosamente los residuos que luego son triturados y mezclados con material de poda. Luego de 45 días se obtiene una masa de descomposición que es volteada cada ocho días y rociada con cal para reducir los malos olores, las bacterias obtenidas son sometidas a altas temperaturas para matarlas y conseguir el compost, el proceso continúa con la acción de la lombriz californiana (*Eisenia foetida*) que procesa el compost en su organismo produciendo humus.

Uno de los objetivos de esta planta es reducir la cantidad de residuos que llegan al relleno sanitario de Pichacay, reducir el consumo de fertilizantes químicos en el sector y proyectar una producción agrícola sustentable; este proceso, además de ser un proyecto socio ambiental, es fuente de empleo para muchas familias de las parroquias rurales de El Valle y Santa Ana (EMAC, 29/01/2015).

2.2.3.5 Manejo de escombros y residuos provenientes de la construcción.

Los escombros se definen como los desechos generados por las actividades de la construcción, tales como movimientos de tierras, demoliciones, excavaciones y restauraciones (EMAC, 22/02/2015).

La empresa municipal inició el sistema de operación de escombreras en el año 2003, ante la problemática presentada en orillas de ríos y quebradas, sitios preferidos por los ciudadanos para depositar este tipo de materiales.

En la actualidad funciona la escombrera de Pishiloma ubicada en el kilómetro 4,5 de la vía Monay – Bahuanchi, parroquia Paccha, hasta el lugar llegaron 334.242 m³ de material durante el año 2014, con un promedio de 150 volquetes diarios.

El costo por el desalojo de escombros es de 0,63 centavos de dólar por m³, y el servicio está disponible a la comunidad tras la presentación de una solicitud para el efecto.

2.2.3.6 Barrido, limpieza de veredas y áreas verdes

El barrido de aceras y calles se cumple con equipos de trabajo sectorizados y calendarizados, en total trabajan 252 obreros que diariamente limpian 760 km de calles en forma manual (Figura 15), mientras que mecánicamente se limpian 30 km, con la ayuda de una barredora mecánica y un tanque para baldeo.

La empresa realiza operativos especiales de limpieza para festividades como:

- Día de los inocentes
- Carnaval
- Viernes Santo
- Fiestas de Fundación de Cuenca
- Corpus Christi
- Día de los difuntos
- Fiestas de Independencia de Cuenca
- Mingas de limpieza en general



Figura 15. Obrero de EMAC EP cumpliendo el barrido de la ciclo vía en la Av. Solado, Cuenca.
Fuente: Tomado de EMAC (2015).

En lo referente al mantenimiento de áreas verdes, la empresa municipal realiza actividades de limpieza de parques y plazas del cantón Cuenca, completando su labor con la implementación de viveros para la posterior plantación en jardines en parques, plazas, redondeles, parterres, así también se cumplen campañas de arborización en orillas de ríos y espacios verdes, utilizando especies vegetales propias de la región (EMAC, 2015).

2.2.3.7 Análisis de la empresa encargada de residuos sólidos en Cuenca

La Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca, EMAC EP, fue creada mediante ordenanza municipal el 15 de diciembre de 1998; la empresa brinda servicios públicos de barrido, limpieza, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos sólidos; realiza el mantenimiento, recuperación, readecuación y administración de áreas verdes y parques en las zonas urbanas y rurales del cantón Cuenca.

Para cumplir sus objetivos en temas relacionados a la gestión de residuos sólidos y mantenimiento de áreas verdes, EMAC dispone de una Dirección Técnica a la cual están adscritos tres departamentos:

- Aseo, recolección y reciclaje.- se encarga de los procesos de recolección, transporte, barrido y reciclaje de residuos sólidos
- Disposición final y desechos sólidos.- se encarga del manejo del relleno sanitario Pichacay, la escombrera temporal Pishiloma y la planta de compostaje en el Eco parque de El Valle.
- Áreas verdes.- se encarga del mantenimiento y recuperación de áreas verdes.

En la figura 16 se muestra la distribución orgánica funcional de EMAC EP, la cual tiene como presidente de su directorio al Alcalde de Cuenca.

EMAC maneja un Sistema de Gestión Integral de Residuos, el cual inicia con la separación en la fuente de generación, de ahí los residuos municipales se dividen en:

- Residuos separados.- aquellos contenidos en funda o envase celeste, plásticos, cartón, papel.
- Residuos mezclados.- los contenidos en fundas negras.
- Orgánicos.- generados en mercados, podas, etc.

Los residuos sólidos siguen el proceso según el diagrama de la figura 17, según estos sean reciclables u orgánicos continúan al sitio de disposición final o a los procesos de recuperación de materiales.

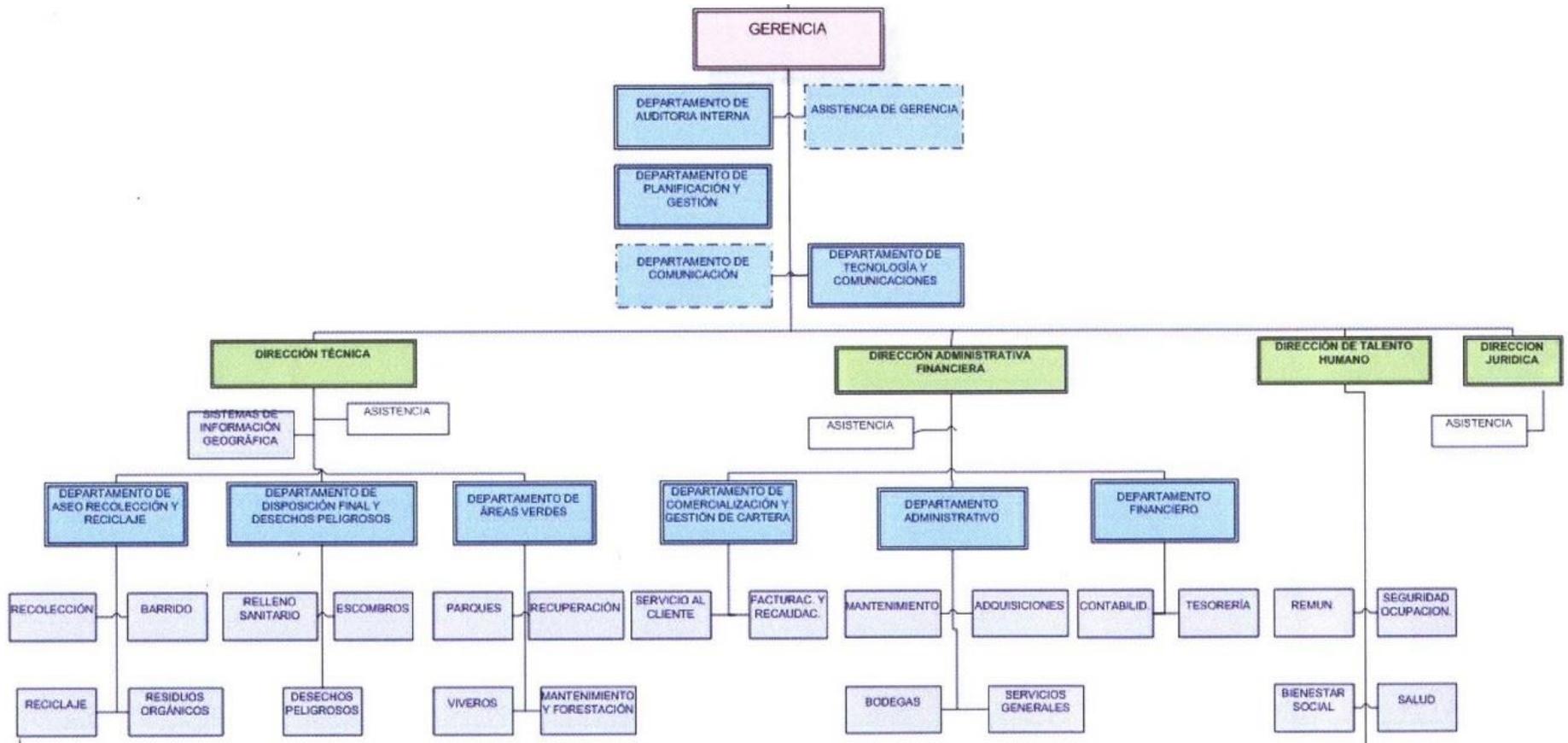


Figura 16. Orgánico funcional de EMAC EP.

Tomado de: <http://www.emac.gob.ec/sites/default/files/a.1.%20ESTRUCTURA%20ORGANICA.pdf>.

GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CUENCA

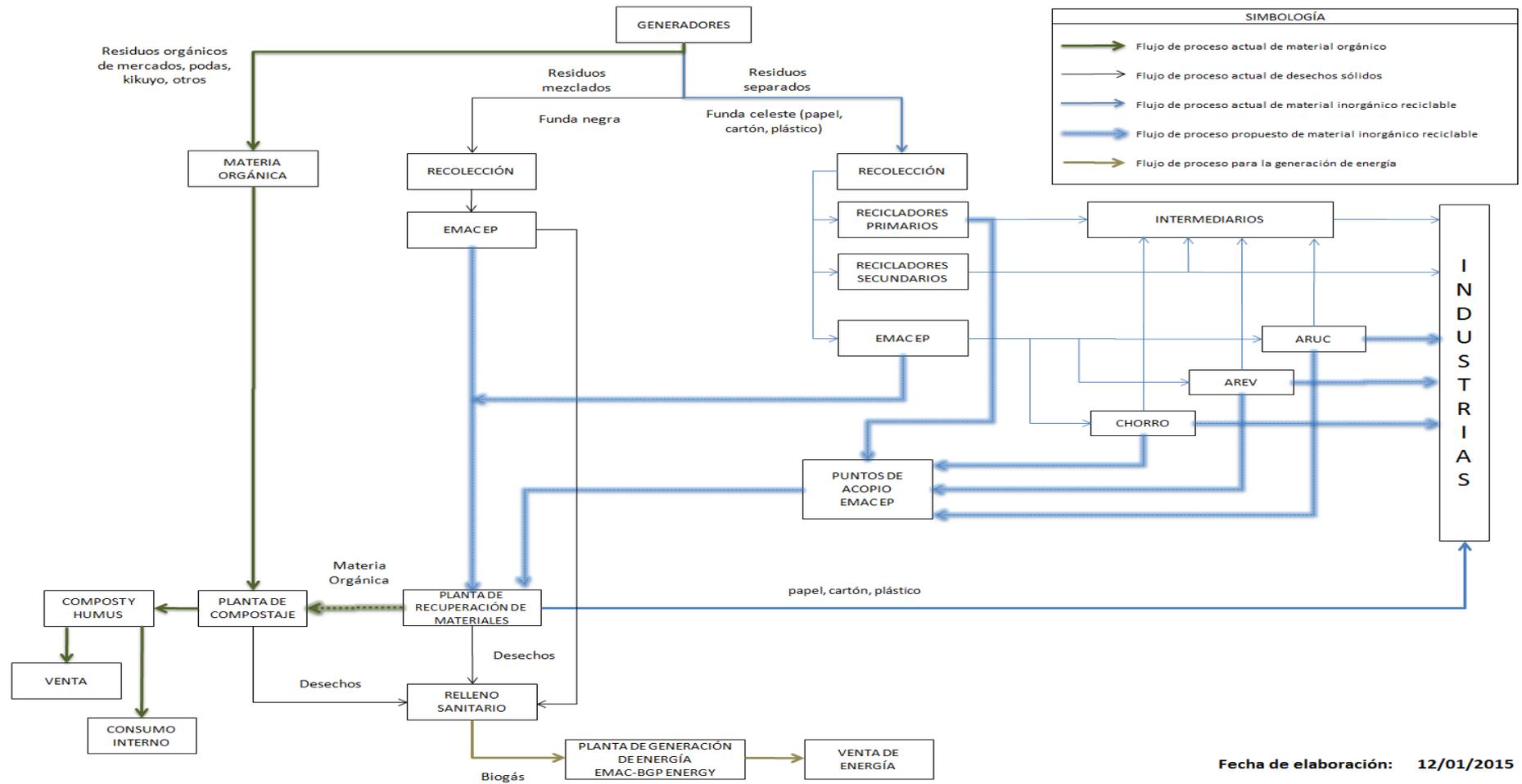


Figura 17. Sistema de gestión de residuos sólidos propuesta por EMAC EP.

Tomado de: Arteaga y Bermeo (2015)

EMAC EP aplica este modelo de gestión con el respaldo de un sistema integrado de normas internacionales (Tabla 13), las cuales fueron otorgadas por sus características técnicas, ambientales y de seguridad y salud ocupacional aplicadas en sus procesos de gestión.

Tabla 13. Sistema integrado de gestión de EMAC EP

Sistema de gestión		Procesos al que aplica
ISO 9001	Sistema de Gestión de Calidad	Todos los servicios que ofrece EMAC EP
ISO 14001	Sistema de Gestión Ambiental	Disposición final de residuos sólidos no peligrosos en el relleno sanitario de Pichacay
OHSAS 18001	Sistema de Gestión de Salud y Seguridad Ocupacional	

Fuente: Arteaga y Romero (2015).

Elaborado por: Autor

2.2.3.7.1 *Proyectos.*

Como parte de la mejora continua dentro de los procesos y como aporte al medio ambiente, EMAC emprendió el proyecto Biogás, constituyendo, en diciembre del 2012, la empresa EMAC-BGP Energy, de economía mixta, donde EMAC EP invirtió el 51% del total del capital con el aporte del 49% de la empresa BGP Holanda.

Este proyecto se encuentra en su fase de obra civil, se emplaza dentro del Complejo de Desarrollo Humano y Ambiental Pichacay y se estima producir 2Mw de energía que abastecerán de electricidad a 8.000 familias.

Este proyecto aprovecha las características físicas y químicas del gas metano, principal componente del biogás que generan los residuos sólidos tras aproximadamente 5 años de descomposición.

En abril del 2015, EMAC EP inició la etapa de pruebas en la Planta de Esterilización de Residuos Sólidos Infecciosos, cuyo objetivo es dar el tratamiento de esterilización a los aproximadamente 28.000 kg de residuos sólidos infecciosos recolectados en el cantón Cuenca, integrando además a servicios de Spas y gabinetes de belleza que pudieran producir residuos de este tipo.

La planta tiene dos autoclaves de 2500 litros de capacidad: ahí el incremento de presión y temperatura eliminan los patógenos contenidos en esta clase de residuos (figura 18).



Figura 18. Autoclaves de esterilización para el tratamiento de residuos sólidos infecciosos a ser instalados en la planta de esterilización de EMAC EP.
Fuente: Autor, 2015

La puesta en marcha de la planta de esterilización minimizaría el riesgo generado por el transporte de residuos sólidos infecciosos para su esterilización en el cantón Nobol en la provincia de Guayas, sitio donde se ubica la empresa GADERE, actual prestador de este servicio.

2.2.4 Cálculo de muestra de la población.

Para calcular el número de encuestas a aplicar se debe establecer la población futura proyectada al número de años que tendría de vigencia el proyecto. Para determinar este parámetro se partió de la población que la parroquia Ricaurte registró en el Censo de Población y Vivienda 2010.

Se tomaron como base tres métodos de estimación de población futura: método geométrico, exponencial y el de Wappaus (Salazar, 2012), cuyas fórmulas se observan en la tabla 14.

Tabla 14. Métodos aplicados para la estimación de población futura

Método geométrico	Método exponencial	Método de Wappaus
$pf = Pa\left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$	$pf = Pa e^{\frac{i(t)}{100}}$	$pf = Pa \left(\frac{200 + i(t)}{200 - i(t)}\right)$
<p>pf = Población futura Pa = Población actual r = Índice de crecimiento n = Periodo de vida útil</p>	<p>pf = Población futura Pa = Población actual i = Índice de crecimiento t = Periodo de vida útil</p>	<p>pf = Población futura Pa = Población actual i = Índice de crecimiento t = Periodo de vida útil</p>

	$e = \text{Constante de Épsilon}$ (2,7182818)	
--	--	--

Fuente: Adaptado de Salazar (2012)

Elaborado por: Autor

En el censo de población y vivienda 2010 se registró que en Ricaurte habitaban 19.361 personas, siendo 7.111 habitantes asentados en los nueve barrios que forman parte de la cabecera parroquial, objeto de este estudio.

La tasa de crecimiento se estableció de acuerdo a la estimación de INEC, que para el año 2014 fue de 1,52%, el período de vida útil del proyecto se estableció en 15 años, tiempo de vigencia del PDOT parroquial; se tomó como referencia la información base (año 2010) para estimar la población al 2015, año de elaboración del presente plan, y al año 2030, año hasta el cual estará en vigencia este PGIRS. En la tabla 15 se muestra los cálculos de población futura, obteniendo una estimación promedio de 9638 habitantes en la cabecera parroquial de Ricaurte al año 2030.

Tabla 15. Estimación de población futura la cabecera parroquial de Ricaurte al año 2030

Método geométrico	Método exponencial	Método de Wappaus
$pf = Pa(1 + \frac{r}{100})^n$	$pf = Pa e^{\frac{i(t)}{100}}$	$pf = Pa (\frac{200 + i(t)}{200 - i(t)})$
$pf = 7111(1 + \frac{1,52}{100})^{20}$	$pf = 7111 * 2,718282^{\frac{1,52(20)}{100}}$	$pf = 7111 (\frac{200 + 1,52(20)}{200 - 1,52(20)})$
$pf = 9615 hb$	$pf = 9637 hb$	$pf = 9660 hb$

Fuente: Adaptado de Salazar (2012)

Elaborado por: Autor

Una vez proyectado el valor de la población futura se calcula el número de encuestas a realizar para el análisis del actual servicio y el conocimiento de la población en respecto del manejo de residuos sólidos, hay que considerar que el tamaño de la muestra determina el grado de credibilidad de los resultados obtenidos; de ahí, la ecuación utilizada fue:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

n = Encuestas a realizar

Z = Nivel de confianza

N = Población futura

e = Margen de error aceptado

p = Probabilidad de ser escogido

q = Probabilidad de ocurrencia

El valor de Z , nivel de confianza, indica la probabilidad de que los resultados del muestreo sean ciertos, entendiendo el término nivel de confianza como la probabilidad de que el valor verdadero este contenido dentro de la muestra (Blair y Richard, 2008). El valor de e indica el posible margen de error que se obtendría al aplicar una muestra de la población con respecto al universo total, en la tabla 16 se muestran los valores aceptados como nivel de confianza y su correspondiente margen de error. Los valores de p y q se establecen en 0,5 como valores medios como opción más segura.

Tabla 16. Nivel de confianza para el diseño del tamaño de una muestra poblacional

K	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2	2,58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	95,5%	99%
e	25%	20%	15%	10%	5%	4,5%	1%

Fuente: Blair y Richard (2008)

Elaborado por: Autor.

Con estas consideraciones se determinó el número de muestras a aplicar en el área de estudio, considerando un nivel del confianza del 90% y un posible error de 10%, de la siguiente manera:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + Z^2 * p * q}$$
$$n = \frac{1,65^2 * 0,5 * 0,5 * 9638}{(10^2 * (9638 - 1)) + 1,65^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 68 \text{ encuestas}$$

2.2.5 Selección de personas encuestar.

Para seleccionar las personas a encuestar se analizó el mapa de recolección de residuos sólidos establecido por EMAC EP, de ahí se consideró el sentido de las vías y la accesibilidad.

Se encuestó en total a 206 personas, una por vivienda unifamiliar o local comercial, en el caso de viviendas multifamiliares se encuestó a dos personas escogidas al azar; en cada cuadra o entre intersecciones de calles se escogió entre tres y ocho viviendas de acuerdo a la longitud del segmento de carretera a recorrer.

Dentro de la cabecera parroquial se emplaza la Unidad Educativa Sudamericana y el Colegio Técnico Ricaurte donde se aplicaron 50 encuestas, entre ellos a autoridades, personal docente, padres de familia y estudiantes, el modelo de la encuesta aplicada se presenta en el anexo 1.

2.2.6 Caracterización de residuos sólidos.

2.2.6.1 Muestreo.

Para la caracterización de los residuos sólidos se registró el número total de viviendas, el cual, según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia es de 6.438, el detalle de las categorías de ocupación de viviendas se muestra en la tabla 17.

Tabla 17. Número de viviendas por categoría de ocupación

Categoría	Casos	%
Ocupada con personas presentes	4847,00	75,29
Ocupada con personas ausentes	446,00	6,93
Desocupada	737,00	11,45
En Construcción	408,00	6,34
Total de viviendas	6438,00	100,00

Fuente: GAD Ricaurte (2011)

Elaborado por: Autor.

Para calcular el número de viviendas a muestrear, se aplica la ecuación, donde ahora el valor de N es el total de viviendas, el nivel de confianza y el valor considerado como posible error se mantienen al utilizado anteriormente, así tenemos:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + Z^2 * p * q}$$

$$n = \frac{1,65^2 * 0,5 * 0,5 * 6438}{(10^2 * (6438 - 1)) + 1,65^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 67 \text{ viviendas}$$

Una vez determinada el número de viviendas a ser consideradas para la recepción de muestras se visitó la zona para comprometer a las familias a entregar diariamente sus

residuos sólidos. El sistema de selección de viviendas a visitar fue similar al método utilizado para la aplicación de encuestas.

En cada vivienda se pesó cada recipiente de residuos sólidos colectados, luego se registró el peso total de todas las viviendas, y el número de personas que habita por vivienda, los datos obtenidos se registraron en los formularios contemplados en el anexo 2 y se muestran en la tabla 18.

Tabla 18. Numero de muestras, población y generación diaria durante los 11 días de muestreo.

Días de Muestreo	Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Prom.
Muestras diarias	41	41	41	41	39	42	41	41	41	40	35	40,27
Personas por día	157	157	157	157	154	152	157	157	157	152	137	154,00
Total (kg)	66	61	41	38	42	55	60	56	51	41	45	50,53

Fuente: Muestreo Diario

Elaborado por: Autor.

2.2.6.2 Generación per cápita.

La generación per cápita hace referencia a la cantidad de residuos sólidos generados por cada habitante diariamente, para determinar este parámetro se aplica la siguiente ecuación:

$$GPC = \frac{wt}{nt}$$

Donde:

GPC = Generación per cápita

wt = Peso total de residuos colectados por día (kg)

nt = Número total de personas en la muestra de vivienda (hab)

De esta forma se obtuvo la generación per cápita de la siguiente forma:

$$GPC = \frac{wt}{nt}$$

$$GPC = \frac{50,53 \text{ kg}}{154 \text{ hab}}$$

$$GPC = 0,328 \text{ Kg/hab}$$

La generación per cápita diaria sirve para luego determinar la generación total diaria de residuos en la zona de estudio, para ello se utiliza la ecuación obteniendo el valor total de kg de residuos sólidos producidos diariamente.

$$GTDR = GPC \times Nt$$

Donde:

$GTDR$ = Generación total diaria de residuos

GPC = Generación per cápita (kg / hab)

Nt = Universo total de habitantes (hab)

$$GTDR = GPC \times Nt$$

$$GTDR = 0,328 \frac{kg}{hab} \times 7.668 hab$$

$$GTDR = 2515 kg$$

2.2.6.3 Densidad.

Otro parámetro de análisis es la densidad de los residuos que es la relación entre el peso total de los residuos sólidos y el volumen total de éstos. Para determinar el volumen de los residuos generados se utilizó un recipiente plástico con un volumen conocido de 20 litros, ahí se colocaron los residuos recolectados, sin hacer presión y con movimiento continuo para llenar todos los espacios vacíos, este procedimiento se repitió hasta obtener el volumen total de los residuos generados diariamente.

Para obtener la densidad de los residuos sólidos generados se utilizó la siguiente ecuación:

$$DR = \frac{wt}{Vt}$$

Donde:

DR = Densidad de los residuos

wt = Peso total de los residuos (kg)

Vt = Volumen total de los residuos (m³)

$$DR = \frac{wt}{Vt}$$

$$DR = \frac{50,53 kg}{283,35 l}$$

$$DR = 0,178 \text{ kg/l}$$

2.2.6.3.1 Composición de los residuos.

Para determinar la composición de los residuos se utilizó la muestra diaria durante siete días en todos los sitios de muestreo (viviendas comprometidas a entregar sus residuos), lo recolectado diariamente se homogenizó sobre una superficie cubierta con plástico grueso.

Una vez homogenizados los residuos fueron colocados y esparcidos formando un círculo, según el Método de Cuarteo (Figura 19), luego este círculo fue dividido en cuatro partes iguales, de ahí se seleccionaron los dos lados opuestos para repetir el proceso (Figura 20), hasta obtener una muestra de 50 kg homogenizados para el proceso de separación y caracterización final.

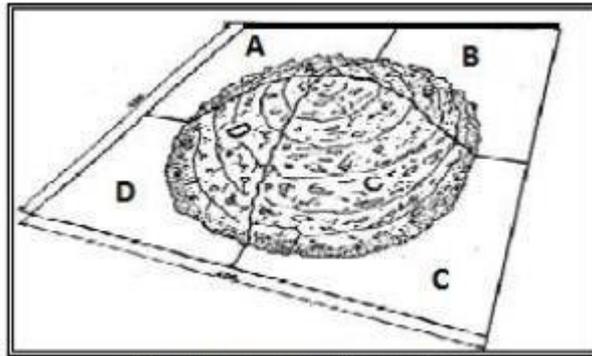


Figura 19. Aplicación del Método de Cuarteo para caracterización de residuos sólidos.

Fuente: Tomado de Ibarra (2011)

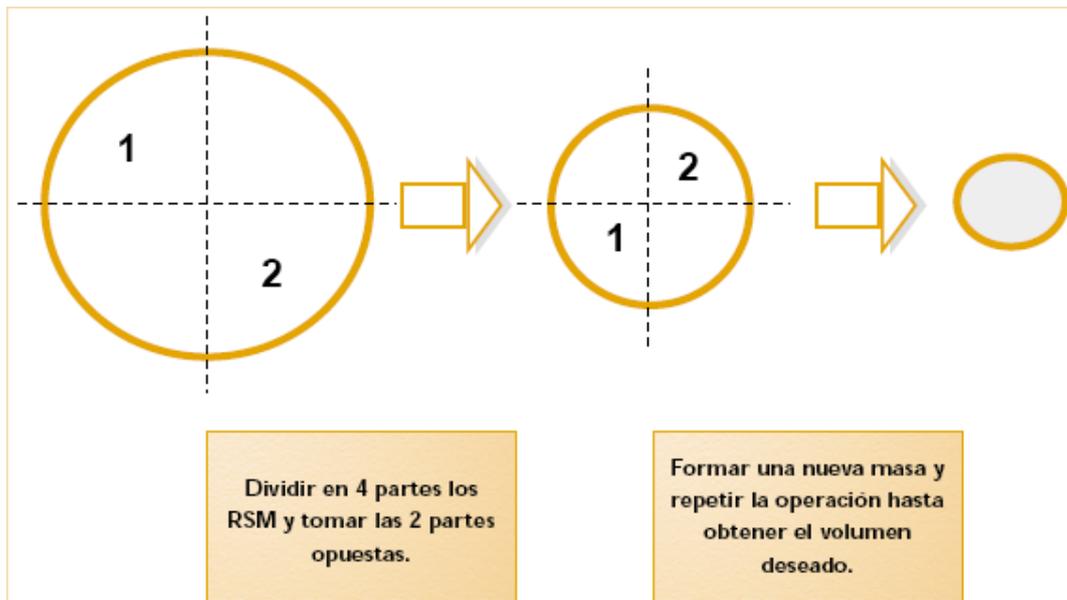


Figura 20. Aplicación del método de muestreo.

Fuente: OPS & OMS (13/11/2014)

Del montón final se separaron los componentes según su naturaleza:

- Restos de alimentos
- Papel y cartón
- Plásticos
- Textiles
- Madera
- Metales
- Vidrio
- Caucho

Con la separación de cada componente se consiguió el peso y volumen por categoría para determinar la densidad de cada una, entendiendo la densidad como la relación entre el peso o volumen de un componente y el peso o volumen total de la muestra analizada y representada en la ecuación:

$$dc = \frac{wc}{wt} * 100$$

Donde:

dc = Densidad del componente

wc = Peso o volumen del componente (kg)

wt = Peso o volumen total de la muestra (kg)

100 = Constante para obtener porcentajes

De esta forma obtenemos que el 71,937% del total de residuos generados están formados por materia orgánica, calculados de la siguiente forma:

$$dc = \frac{wc}{wt} * 100$$

$$dc = \frac{36,347 \text{ kg}}{50,937 \text{ kg}} * 100$$

$$\mathbf{dc = 71,937 \%}$$

Este procedimiento se repitió para cada componente y durante los siete días de muestreo, al final se estimó un promedio para cada uno de los datos analizados. El cálculo del promedio por componente implica la sumatoria de todos los valores diarios, divididos para el número de días de muestreo.

2.2.7 Materiales utilizados para el trabajo de campo en la investigación.

Se trabajó en cinco actividades dedicadas a la recolección de información base y secundaria para la elaboración del PGIRS de Ricaurte. En la tabla 19 se detallan los materiales utilizados en cada una de ellas.

2.2.7.1 Materiales generales.

- Computador portátil HP Pavilion dv4.
- Impresora Canon MP 190.
- Vehículo propiedad del investigador.

Tabla 19. Materiales utilizados durante el trabajo de campo.

Actividad a desarrollar	Materiales
Entrevistas a funcionarios de EMAC EP	Oficio para solicitar entrevista
	Cuaderno de apuntes
	Lápiz
	Cámara fotográfica
	Grabadora de voz
Aplicación de encuestas a una muestra de la población	68 copias de las encuestas
	Lápiz
	Borrador
	Tablero plástico
	Cámara fotográfica
Muestreo de residuos sólidos a familias	300 fundas negras
	100 fundas celestes
	Guantes Quirúrgicos
	Guantes de caucho
	Mascarillas
	Tablero plástico
	Balanza tarada a 50kg
	Plásticos
	Palas
	Cámara fotográfica
	Botas de caucho
Traje impermeable	
	Oficio para solicitar entrevista

Visita a relleno sanitario Pichacay	Cuaderno de apuntes
	Lápiz
	Cámara fotográfica
	Grabadora de voz
Observación directa en la zona de estudio	Cuaderno de apuntes
	Lápiz
	Cámara fotográfica

Elaborado por: Autor

2.2.8 Elaboración del PGIRS.

La gestión integral de residuos sólidos implica una interacción entre ciudadanía y autoridades municipales, que permita la generación de políticas que generen conciencia ciudadana respecto a la problemática del manejo de residuos sólidos.

Este plan analiza y propone acciones para la mejora de la gestión de residuos sólidos en Ricaurte, pudiendo esta ser proyectada a nivel cantonal. El análisis se extiende hacia características poblacionales, sociales, económicas y ambientales de la zona de estudio, así como a los aspectos administrativos y técnicos de la empresa municipal de aseo, EMAC EP, para garantizar el cumplimiento de los objetivos propuestos.

2.2.9 Evaluación de impactos.

Para la identificación de los impactos provocados por los diferentes procesos de la gestión de residuos sólidos se aplicó una Matriz Sucesiva de Causa Efecto adaptada de Leopold, la cual aportó a la evaluación de impactos al referirse a los diferentes factores ambientales y sus relaciones de causa directa con las acciones provocadas por los procesos de la gestión de residuos (Garmendia, *et al.*, 2005).

2.2.9.1 Valoración de impactos.

Este método de interacción causa efecto permitió cruzar los procesos de la gestión de residuos con factores ambientales cuyo resultado fue una lista de impactos ambientales que fue valorada según la metodología Fórmula 1 o Valoración Cualitativa Simple, considerando la importancia del impacto de acuerdo a cuatro categorías:

- Impacto compatible.- su recuperación es inmediata al terminar la actividad que lo produce.
- Impacto moderado.- su recuperación no necesita actividades correctoras, solamente requiere un lapso corto de tiempo.

- Impacto severo.- su recuperación requiere actividades correctoras y un tiempo de acción medio o largo.
- Impacto crítico.- su recuperación no es posible, incluso con la aplicación de medidas correctoras.

Para la valoración se analizaron las cualidades que presentaron cada uno de los impactos encontrados tras la aplicación de la matriz sucesiva de Leopold, según los criterios de calidad presentados por Garmendia *et al.* (2005) y mostrados en la tabla 20.

Tabla 20. Criterios de calidad para la valoración de impactos ambientales

Criterio de calidad	Valoración		Definición
Signo	+	Positivo	Condición positiva o negativa del impacto
	-	Negativo	
Extensión	1	Puntual	Área de influencia del impacto
	2	Parcial	
	3	Extenso	
Persistencia	1	Temporal	Tiempo de permanencia del impacto
	3	Permanente	
Recuperabilidad	1	Recuperable	Nivel de Recuperabilidad del impacto
	3	Irrecuperable	
Acumulación	1	Simple	Si el impacto afecta a un solo componente o actúa progresivamente a dos o más componentes
	3	Acumulable	
	5	Sinérgico	
Intensidad	1	Baja	Nivel de afección o destrucción del impacto
	4	Media	
	8	Alta	
Reversibilidad	1	Reversible	Nivel de recuperación de condiciones iniciales
	3	Irreversible	

Fuente: Garmendia, *et al.* (2005)

Elaborado por: Autor.

Para la valoración de impactos ambientales según el método cualitativo se aplicó la fórmula:

$$Im = \pm(A + E + In + P + Rv + Rc)$$

Dónde:

Im = Valor del impacto

± = Indica si el impacto es positivo o negativo

A = Acumulación

E = Extensión

In = Intensidad

P = Persistencia

Rv = Reversibilidad

Rc = Recuperabilidad

Esta fórmula entrega una valoración del impacto con un rango de entre 6 y 25 puntos, con el cual no se puede interpretar la real importancia del impacto; por ello es necesario normalizar este valor para obtener un rango entre 0 y 1, el cual es aplicable a los criterios de importancia de impactos. La fórmula para la normalización es:

$$In1 = \frac{Im - \text{mínimo}}{\text{máximo} - \text{mínimo}}$$

En donde:

In1 = Valoración normalizada del impacto

Im = Valor del impacto

mínimo = mínimo valor posible (6)

máximo = Máximo valor posible (25)

Una vez normalizado el valor del impacto ambiental encontrado, este es clasificado de acuerdo a los criterios por su importancia (ver tabla 21).

Tabla 21. Importancia de impactos ambientales

Rango	Importancia
0 - 3	Compatible
4 - 6	Moderado
7 - 9	Severo
> 10	Crítico

Fuente: Adaptado de Garmendia et al., (2005)

Elaborado por: Autor.

2.2.9.2 Programas a desarrollar.

La propuesta del plan de gestión integral de residuos sólidos permitirá la consecución de objetivos enfocados en mejorar los procesos desde el punto de generación hasta la disposición final, esto mediante la aplicación de técnicas, tecnologías y programas de gestión

idóneas. Los programas que formarán el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos para la cabecera parroquial de Ricaurte, se enmarcan dentro de cuatro líneas estratégicas:

- a) Línea estratégica de Cultura Ciudadana:
 - Programa de concientización ambiental de la población
 - Programa de capacitación a la población
 - Programa de educación ambiental en instituciones educativas de la cabecera parroquial de Ricaurte
- b) Línea estratégica de producción limpia de residuos sólidos:
 - Programa de manejo de residuos resultantes de construcciones, demoliciones, movimientos de tierras.
 - Programa de mejoras para el manejo de residuos sólidos en el mercado mayorista
- c) Línea estratégica de control y mitigación de impactos ambientales
 - Programa de control y mitigación de impactos ambientales
 - Programa de control a los procesos de almacenamiento, recolección y transporte de residuos sólidos
- d) Línea estratégica de disposición final adecuada
 - Programa para el cierre y abandono del relleno sanitario Pichacay Fase II.

**CAPÍTULO III:
RESULTADOS**

3.1 Gestión de residuos sólidos

3.1.1 Generación y caracterización.

La generación diaria de residuos sólidos dentro de la cabecera parroquial de Ricaurte es de 2515,82 Kg/día, con una generación per cápita de 0,328 kg/hab/día. Datos que fueron obtenidos tras once días de muestreo con un total de 443 muestras a 1694 personas de la cabecera parroquial de Ricaurte.

Durante los días de muestreo se mantuvo un promedio de 40 viviendas, sin embargo, existieron días en los cuales este número de muestras se incrementó o se redujo, por lo que fue necesario estimar un promedio para la mejor interpretación de la información, según se indica en la tabla 22.

Tabla 22. Número de muestras y población durante el trabajo de campo en la parroquia Ricaurte

	Días de muestreo											Total	Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Nro. de Muestras	41	41	41	41	39	42	41	41	41	40	35	443	40
Nro. de personas	157	157	157	157	154	152	157	157	157	152	137	1694	154
Total de residuos (kg)	65,8	61,4	41,1	37,9	41,8	54,6	60,3	55,9	50,7	40,9	45,5	556	50,5

Fuente: Muestreo Diario.

Elaborado por: Autor.

La caracterización de los residuos se detallan en la tabla 23, ahí también se muestran: volumen, densidad y generación per cápita de cada uno de los segmentos de residuos encontrados, mientras que en la figura 21 se indica parte del proceso de caracterización.

Tabla 23. Generación de residuos sólidos en la parroquia Ricaurte.

	Peso (kg)		Volumen (l)		Densidad (kg/m ³)	Generación per cápita (kg/hab/día)
	Total	%	Total	%		
Restos de alimentos	36,347	71,937	128,682	45,414	0,282	0,236
Papel y cartón	2,067	4,091	41,345	14,591	0,050	0,013
Plásticos	2,671	5,286	37,136	13,106	0,072	0,017
Textiles	0,760	1,504	10,836	3,824	0,070	0,005

Madera	1,520	3,008	6,973	2,461	0,218	0,010
Metales (latas, aluminio)	2,038	4,034	22,864	8,069	0,089	0,013
Vidrio	1,072	2,121	5,950	2,100	0,180	0,007
Caucho	1,955	3,868	9,768	3,447	0,200	0,013
Jardinería y podas	2,096	4,149	19,800	6,988	0,106	0,014
TOTAL	50,526	100,000	283,355	100,000	0,178	0,328

Fuente: Muestreo Diario.

Elaborado por: Autor.



Figura 21. Residuos sólidos caracterizados en la parroquia Ricaurte.

Fuente: Autor, 2015

En los gráficos de las figuras 22 y 23 se muestra la participación de cada uno de los segmentos caracterizados, ahí se identifica una clara diferencia entre el peso y el volumen debido a la variación del peso específico de los componentes por sus propias características.

Durante el trabajo de campo se evidenció que la generación de residuos se incrementa durante los fines de semana debido a la activación turística en la zona.

En el gráfico de la figura 24 se muestra el comportamiento de la generación de residuos entre el domingo 8 y el miércoles 18 de febrero del 2015, donde se evidencia este incremento durante los fines de semana.

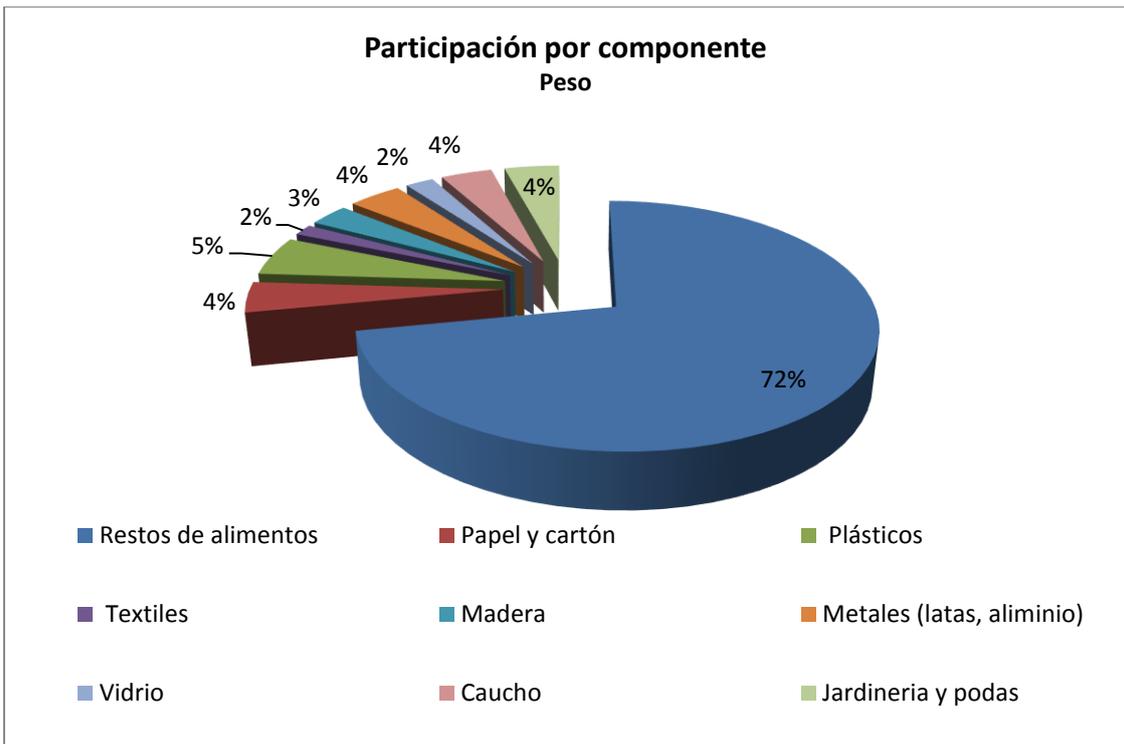


Figura 22. Caracterización de residuos sólidos, representados en peso (kg).

Fuente: muestreo diario durante trabajo de campo.

Elaborado por: Autor

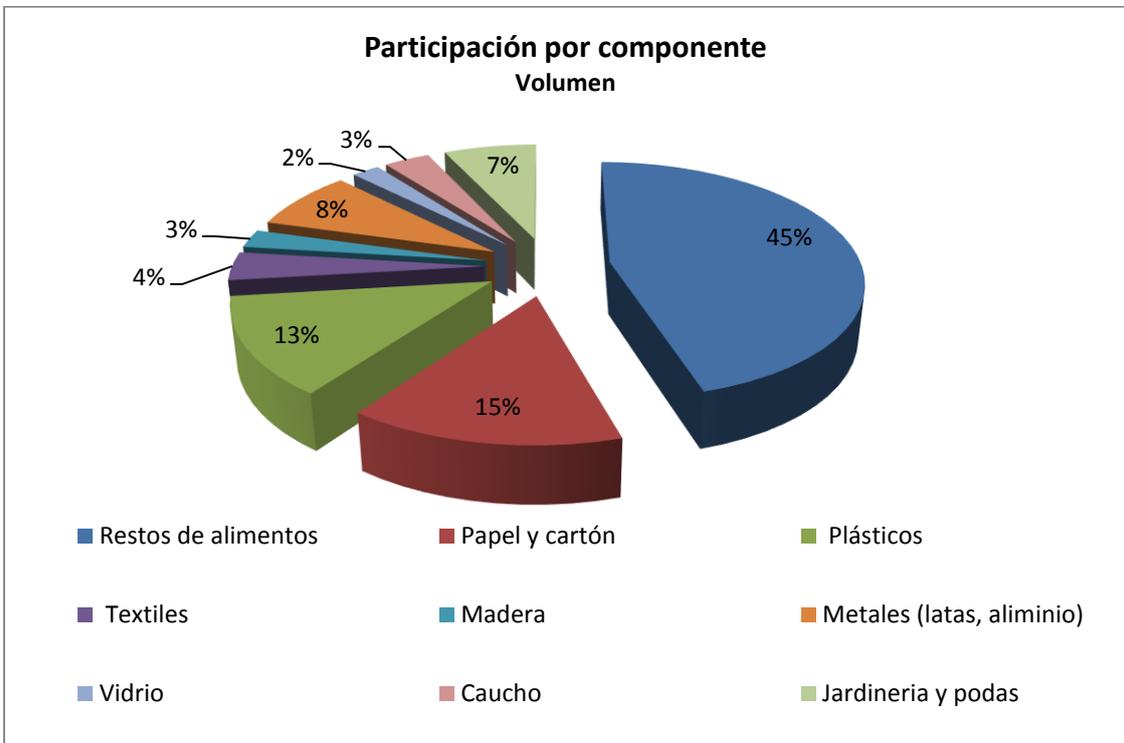


Figura 23. Caracterización de residuos sólidos, representados en volumen (l).

Fuente: muestreo diario durante trabajo de campo.

Elaborado por: Autor

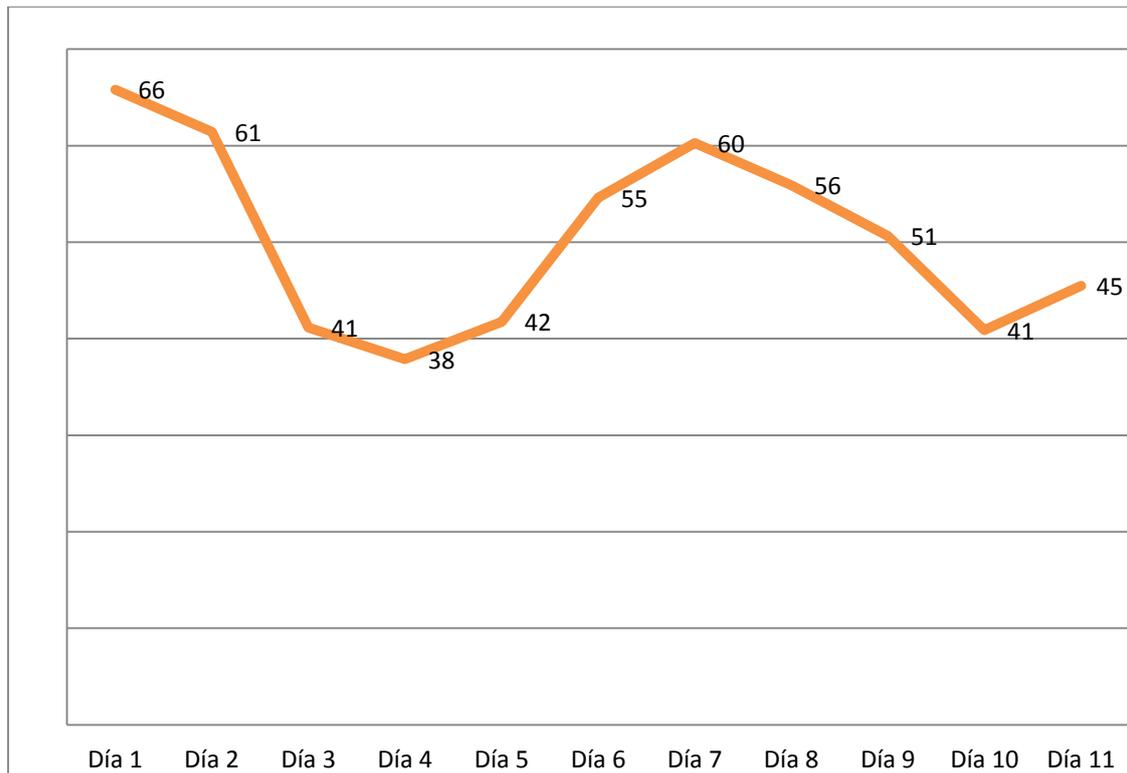


Figura 24. Comportamiento en la generación de residuos sólidos en once días de muestreo.

Fuente: muestreo diario durante trabajo de campo.

Elaborado por: Autor

En relación a datos proporcionados por el Departamento Técnico de EMAC EP, este comportamiento se extiende a las 22 parroquias rurales del cantón Cuenca, teniendo en general una producción de residuos sólidos de 185 toneladas como promedio del año 2014, con una producción per cápita de 0,398 kg/hab/día; siendo, además la materia orgánica representada por el 67% del total, datos muy cercanos a los obtenidos en la presente investigación y presentados en la tabla 27 (EMAC, 2015).

3.1.2 Almacenamiento.

En los días de recolección se colocan los residuos sólidos en veredas o se acumulan en las esquinas; existen varios sectores donde se carece de selección previa, los residuos son colocados en diferentes recipientes (figura 25) entre los cuales se encontraron:

- Fundas y recipientes plásticos de varios colores.
- Recipientes metálicos.
- Sacos de yute.
- Cajas de cartón.



Figura 25. Tipos de recipientes utilizados para el almacenamiento en zonas periféricas de Ricaurte.

Fuente: Autor, 2015

Esta práctica para el almacenamiento es común en barrios periféricos como: Isaac Chico, La Florida, Señor de Burgos, principalmente. Existen sectores donde se almacenan los residuos en veredas y esquinas desde tempranas la mañana, siendo en algunos casos desparramada por perros y roedores, alterando el aseo del sector (figura 26).



Figura 26. Almacenamiento de residuos en zonas periféricas

Fuente: Autor, 2015

En el barrio Centro Parroquial la realidad no es diferente en cuanto al tipo de envases para el almacenamiento; aunque, la separación en la fuente se cumple de mejor forma con la utilización de fundas plásticas para clasificarlos.

El 52,91% de la población asegura que utiliza fundas plásticas para almacenar sus residuos, mientras que el 23,30% lo hace en tachos plásticos; el 65% de la población no separa sus residuos; sin embargo, el 98% de los encuestados aseguran estar dispuestos a hacerlo. El

gráfico de la figura 27 muestra los envases utilizados para el almacenamiento de residuos sólidos.

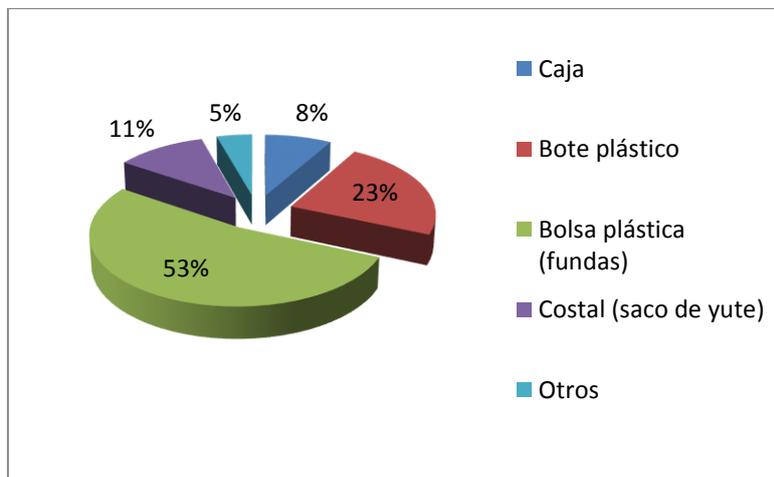


Figura 27. Utilización de envases para el almacenamiento de residuos.

Fuente: muestreo diario durante trabajo de campo.

Elaborador por: Autor.

En cuanto a la ubicación de recipientes dentro de casa, la totalidad de la población asegura tener un recipiente en la cocina, el 96% tiene un recipiente en el baño. En la tabla 24 se muestra porcentualmente la ubicación de los recipientes de almacenamiento de residuos dentro de casa.

Tabla 24. Ubicación de envases utilizados para el almacenamiento de residuos sólidos.

Ubicación	%
Cocina	100,00
Sala	21,36
Comedor	31,55
Habitación	82,52
Patio	65,53
Baño	96,12

Fuente: Encuestas aplicadas durante el trabajo de campo.

Elaborado por: Autor

El 85,92% de los envases tienen un tiempo de llenado de entre 2 y 3 días (tabla 25) que coincide con la frecuencia de recolección de EMAC EP, que recolecta en la zona los días: Martes, Jueves y Sábado.

Tabla 25. Tiempo en el cual se llena el recipiente en las casas.

Tiempo de llenado del recipiente	Casos	
	Cantidad	%
En 1 día	8	3,88
En 2 días	98	47,57
En 3 días	79	38,35
Más de 3 días	21	10,19

Fuente: Encuestas aplicadas durante el trabajo de campo.

Elaborado por: Autor

A nivel habitacional los residuos sólidos se almacenan en parrillas metálicas (figura 28) que protegen los residuos sólidos hasta la hora de recolección. Esta parrilla en muchos casos tiene un sistema de pliegue automático para evitar accidentes en los sitios de almacenamiento.



Figura 28. Parrilla de almacenamiento utilizada para residuos sólidos.

Fuente: Autor, 2015

Alrededor del parque central, existen comercios dedicados a la venta de abarrotes y tiendas, la mayoría de estos han dispuesto en sus veredas basureros para el depósito de residuos orgánicos y reciclables por separado (figura 29). Esta iniciativa aporta al aseo en sectores de alta concurrencia.

En centros educativos los residuos se colocan en contenedores tipo Iglú con capacidades de entre 0,28 y 0,5 m³. En el mercado 4 de noviembre se almacenan los residuos sólidos en cuatro contenedores de 0,22 m³, dispuestos en cada una de las esquinas (figura 30).



Figura 29. Envases de almacenamiento de residuos sólidos en comercios de la parroquia.

Fuente: Autor, 2015



Figura 30. Contenedor de almacenamiento en mercado 4 de noviembre.

Fuente: Autor, 2015

3.1.3 Recolección y transporte.

EMAC EP brinda el servicio de recolección de residuos con el 97% de cobertura a nivel cantonal, el departamento técnico detalla que la cobertura en el sector urbano es del 100% y en las 22 parroquias rurales este servicio es del 92%.

Para garantizar la cobertura, el Departamento de Aseo, Recolección y Reciclaje de EMAC dividió al cantón Cuenca en dos zonas:

- Zona consolidada
- Zona periférica

Dentro de la zona consolidada se incluye la cabecera parroquial de Ricaurte, así como parroquia rurales como: Sayausí, Sinicay, San Joaquín, Baños, Turi, El Valle, Paccha y Nulí (figura 31). Aquí la empresa presta sus servicios con su flota vehicular y personal propios, la zona periférica es servida con camiones contratos dividiendo esta extensa área territorial en 24 sectores.

En la cabecera parroquial de Ricaurte la cobertura es del 100%, con una frecuencia de recolección y horarios presentados en la tabla 26, en ella se entiende como barrios de sectores periféricos a aquellos que se ubican fuera de la cabecera parroquial de Ricaurte.

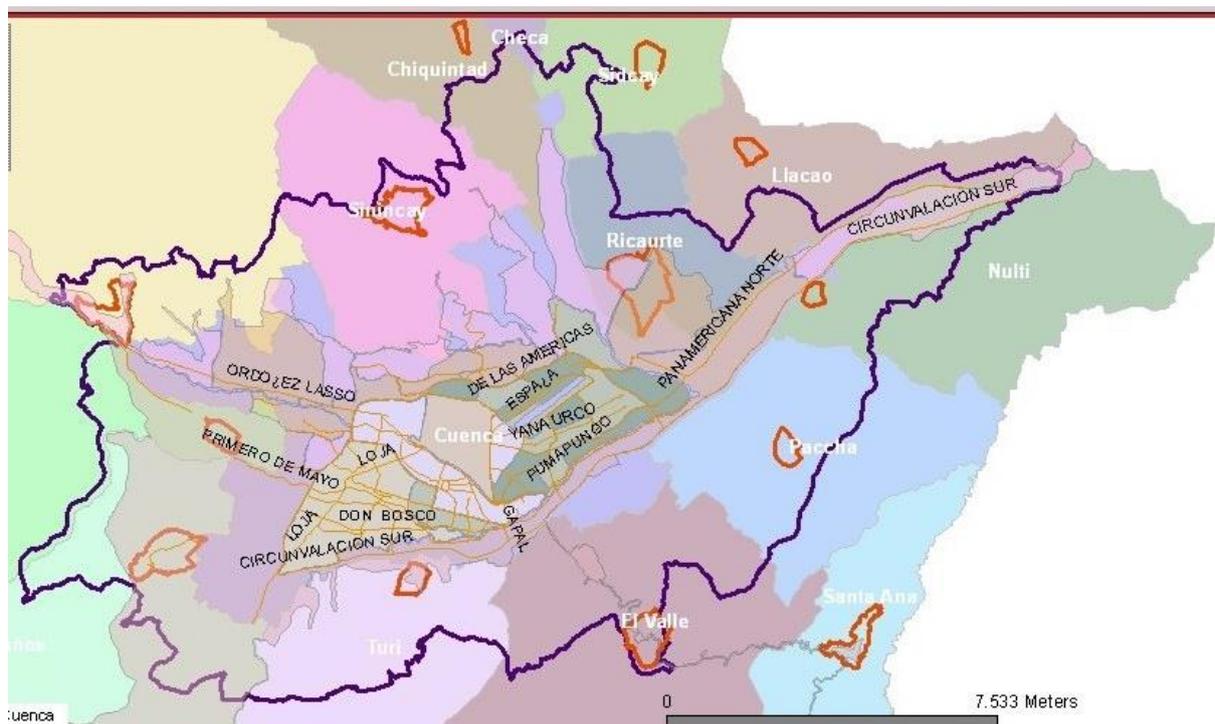


Figura 31. Delimitación de la zona de consolidación incluidas ocho cabeceras parroquiales.
Fuente: <http://digital.cuenca.gov.ec/inicio/>

Tabla 26. Frecuencias y horarios de recolección en la zona

Frecuencia de recolección	Turnos de recolección por barrios	
	13:00 – 17:00	08:00 - 12:00
Martes - Jueves - Sábado	Buena Esperanza	Centro Parroquial
	La Florida	Señor de Burgos
	Santa María Reina	San Francisco

		La Paz
	Barrios de sectores periféricos	Simón Bolívar
		La Y
		Isaac Chico
		Barrios de sectores periféricos
Martes - Viernes	Sectores comprendidos fuera de la zona de consolidación	

Fuente: EMAC (2015)
Elaborado por: Autor

Para cubrir estos horarios y frecuencias se utilizan dos vehículos recolectores de carga posterior con una capacidad de 20 yardas cúbicas (yd³) cada uno, estos vehículos son operados por una cuadrilla, la que está integrada por un chofer y cuatro obreros, al llenarse el vehículo recolector se dirige al relleno sanitario de Pichacay, ahí se cambia de vehículo recolector para continuar con la ruta de recolección (figura 32).



Figura 32. Vehículo recolector de carga posterior utilizado en Ricaurte.
Fuente: Autor, 2015

Ricaurte es parte del sector de recolección denominado P2 el cual se divide en dos sub zonas 5.1 y 5.2 (figura 33), donde se recolectan 23,16 toneladas diariamente. En la tabla 27 se muestran algunos parámetros referentes a la eficacia y eficiencia de la recolección en el sector P2 del cual forma parte la cabecera parroquial de Ricaurte.

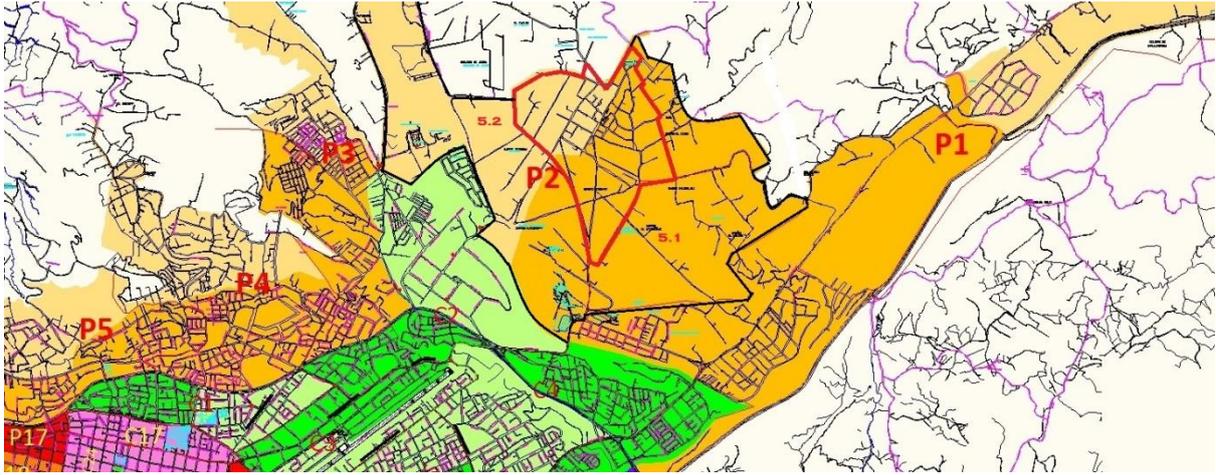


Figura 33. Delimitación de sector de recolección P2, donde se incluye la cabecera parroquial de Ricaurte.
Fuente: <http://digital.cuenca.gov.ec/inicio/>

Tabla 27. Tiempos y movimientos del servicio de recolección domiciliaria.

FRECUENCIA: MARTES, JUEVES Y SÁBADOS							
Sector	Tiempo efectivo de Recol. (h)	Distancia total efectiva de Recol. (Km)	Peso Total Recolectado (Kg)	Rendimiento (Kg/obr/hora)	Densidad R.S. (Kg/Km)	Tiempo total en labores (h)	Velocidad de Recolección (Km/h)
P1	9,28	76,0	21.530	464	283	10:14	8,19
P2	7,33	37,7	23.160	632	615	7:58	5,14
P3	7,23	38,0	22.370	619	589	7:42	5,25
P4	6,80	35,0	23.657	696	676	7:31	5,15
P5	6,15	29,0	20.687	673	713	6:56	4,72
P6	6,90	31,3	22.303	646	712	8:26	4,54
P7	9,10	39,5	29.233	642	740	11:24	4,34
P8	6,28	22,3	24.590	783	1.101	7:39	3,55
Prom.:	7,39	38,6	23.441	644	679	8:29	5,11

Fuente: Emac EP, entrevista al director de Aseo, Recolección y Reciclaje Ing. Wilfrido Bermeo.

Elaborado por: Autor

En la cabecera parroquial de Ricaurte se recolectan 2,5 de residuos sólidos por día, los materiales reciclables son recolectados los días jueves, en fundas plásticas de color celeste, estas son colocadas en la parte superior del vehículo recolector (figura 34).



Figura 34. Vehículo recolector de carga posterior con canasta para reciclaje.
Fuente: Autor, 2015

En total en el sector P2 se recolectan entre 250 y 300 kg de residuos reciclables, considerando que en la zona existen recicladores informales que retiran parte de los residuos del sitio de almacenamiento (figura 35), éstos no se consideran dentro de esta estadística.



Figura 35. Recicladores informales en la cabecera parroquial de Ricaurte.
Fuente: Autor, 2015

En lo referente a residuos sólidos infecciosos, EMAC sirve a 1500 establecimientos de salud, las cuales generan 800 kg de residuos infecciosos diariamente. A nivel cantonal se recolectan 28.000 kg al mes, los cuales son transportados e integrados al Sistema de Esterilización de Desechos Biodegradables de la empresa GADERE S.A. en el cantón Nobol, provincia del Guayas. Una vez esterilizados, estos residuos retornan para su disposición final en el relleno sanitario Pichacay.

La operación de la Planta de Esterilización de residuos sólidos infecciosos minimizará el riesgo durante la transportación de éstos, reduciendo también los costos del tratamiento y disposición final de este tipo de residuos, también esta planta ampliará el nivel de cobertura en este servicio para toda la región austral beneficiando de forma directa a la población rural del cantón Cuenca.

Los obreros de recolección de residuos sólidos infecciosos utilizan trajes esterilizados con costuras reforzadas, mascarillas de medio rostro y gafas de impermeabilización (figura 36). Los guantes son de caucho y se encuentran pegados a las mangas del traje.



Figura 36. Personal capacitado presta el servicio de recolección de residuos infecciosos.

Fuente: Tomado de Arteaga y Bermeo (2015)

3.1.4 Tratamiento y disposición final.

3.1.4.1 Peso de los vehículos recolectores.

Los vehículos recolectores ingresan a la báscula para determinar el peso de los residuos a compactar (figura 37), el componente orgánico se lo transporta hasta el sector norte 2, sitio disposición final.

Este relleno sanitario se ubica dentro del Complejo de Desarrollo Humano y Ambiental Pichacay, en la actualidad en el sector norte 1 se han enterrado 800.000 toneladas de residuos sólidos en ocho años de funcionamiento, estas fueron distribuidas en 9 terrazas.



Figura 37. Báscula de ingreso al relleno sanitario Pichacay.
Fuente: Autor, 2015

3.1.4.2 Procesos de impermeabilización.

El sector norte 2 está recibiendo en la actualidad las 480 toneladas diarias de residuos sólidos generados en el cantón Cuenca. Aquí se cumplieron inicialmente procesos de impermeabilización del suelo donde se colocó una capa de arcilla y geomembrana de polietileno de alta densidad para evitar que los lixiviados se filtren y contaminen las aguas subterráneas o superficiales.

Se construyeron drenes que permiten la captación y la conducción de los lixiviados hacia los tanques de almacenamiento. Estos son de piedra y geotextil para evitar su taponamiento, diariamente se recolectan 100m³ de lixiviados, los cuales son transportados hasta la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba.

3.1.4.2.1 Compactación y entierro de residuos.

Para la disposición final, los vehículos recolectores ingresan hasta el sector norte 2, ahí descargan su contenido (figura 38), los residuos se disponen en celdas de compactación para luego ser cubierto con tierra, evitando de esta forma los malos olores y la proliferación de roedores (figura 39).

La densidad de compactación para la disposición final de residuos sólidos en el relleno sanitario Pichacay es de 1 tonelada por m³, generando movimiento de tierras que asciende a los 80.000 m³ durante su etapa de funcionamiento.



Figura 38. Descarga de residuos sólidos en el relleno sanitario.
Fuente: Autor, 2015



Figura 39. Disposición en celdas de compactación y entierro final de residuos.
Fuente: Autor, 2015

3.1.4.3 Reciclaje.

Los materiales como cartones, papeles, plásticos y metales son almacenados por separado para luego ser entregados a las Asociaciones de Recicladores para su acondicionamiento y posterior comercialización (figura 40).



Figura 40. Almacenamiento de materiales reciclables a ser entregados a la Asociación de Recicladores.

Fuente: Autor, 2015

3.1.4.4 Compostaje.

En los mercados se generan 15 toneladas diarias de residuos sólidos orgánicos, estos son transportados hasta el Eco parque El Valle (figura 41), donde se aprovechan las propiedades químicas y bacteriológicas de los residuos sólidos para producir compost y humus que son utilizados por EMAC EP para el mantenimiento de parques y áreas verdes a nivel cantonal, otra parte de este producto rico en materia orgánica es entregado a agricultores de la zona como aporte al desarrollo económico local.



Figura 41. Proceso de compostaje.

Fuente: Tomado de EMAC, 2015

3.1.5 Proyección anual de generación de residuos sólidos.

El crecimiento poblacional incrementa también la producción total de residuos sólidos, siendo esta consideración fundamental para la planificación de un sistema de gestión de residuos en cualquier comunidad.

Tomando en cuenta el crecimiento de la población en Ricaurte, se determinó que para el año 2020 en la cabecera parroquial de Ricaurte se producirán 2,7 toneladas diarias de residuos sólidos, y para el 2030 se generaran 3,1 toneladas (Tabla 28), con un crecimiento del 20% del total de la producción.

Tabla 28. Proyección anual de generación de residuos sólidos en la cabecera parroquial de Ricaurte.

Año	Población	Producción de residuos sólidos (kg/día)
2015	7668	2515,82
2016	7785	2554,06
2017	7903	2592,88
2018	8023	2632,29
2019	8145	2672,30
2020	8269	2712,92
2021	8394	2754,16
2022	8522	2796,02
2023	8652	2838,52
2024	8783	2881,67
2025	8917	2925,47
2026	9052	2969,94
2027	9190	3015,08
2028	9329	3060,91
2029	9471	3107,43
2030	9615	3154,67

Elaborado por: Autor.

3.1.6 Manejo y disposición final de escombros y residuos de construcción.

Durante los últimos años en la parroquia Ricaurte se han proyectado complejos habitacionales de toda índole, sobre todo en las periferias de la cabecera parroquial. Este incremento en el sector de la construcción ha potenciado también la producción de escombros.

Seis complejos habitacionales consultados para esta investigación confirman tener un adecuado sistema de evacuación de estos materiales, enviando hasta el 80% de sus residuos sólidos a la escombrera de Pishiloma, el 20% restante lo reutilizan para la compactación de vías y terrenos en caso de necesitarlo. El mejoramiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado son también potenciales generadores de escombros, teniendo también un adecuado manejo y disposición final.

A pesar de lo expuesto anteriormente, a nivel parroquial es común ver paisajes como el presentado en la figura 42, donde los escombros son depositados a la orilla del carretero. Una de las principales causas para esta problemática es la falta de volquetes para el transporte y el bajo conocimiento de la normativa por parte de dueños de las construcciones.



Figura 42. Escombros depositados a la intemperie en las zonas periféricas.
Fuente: Autor, 2015

Generalmente los pobladores de la zona botan sus escombros en terrenos baldíos o a las orillas de quebradas y carretas provocando daños al paisaje y al ambiente.

El 54% de las personas encuestadas asegura que en caso de ser generadores de escombros los depositarían en algún terreno baldío, el 32% lo almacenarían con los residuos sólidos comunes y el 14% indicó que los enviarían a la escombrera (figura 43).

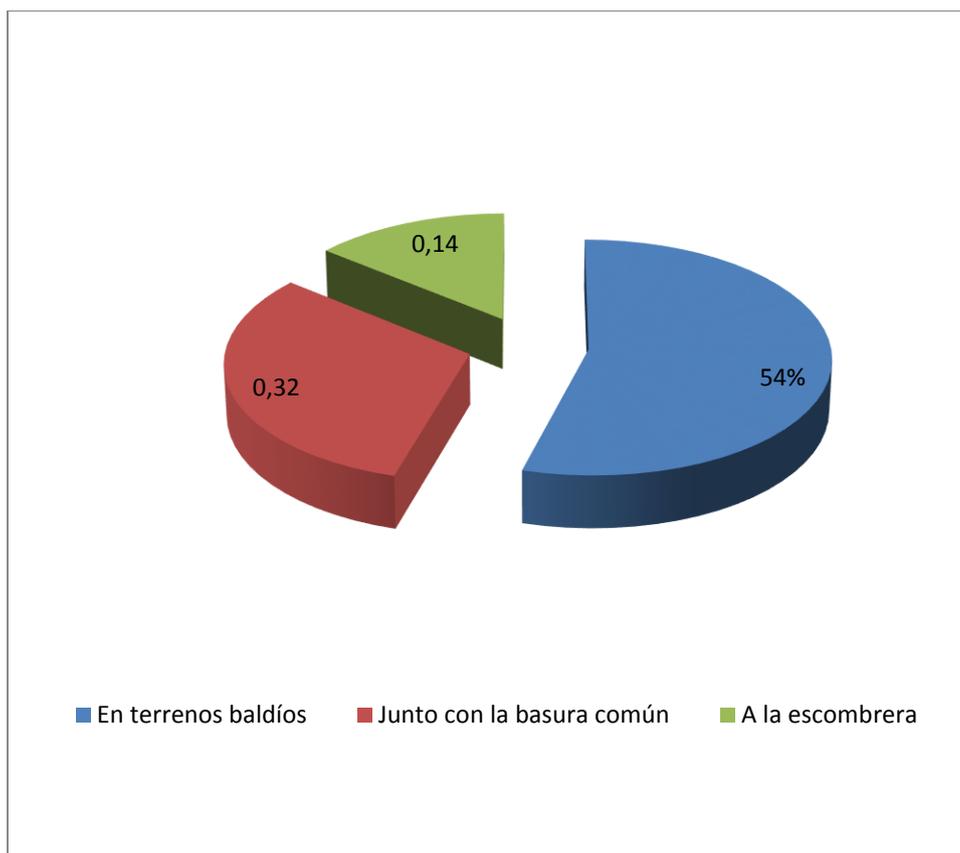


Figura 43. Sitios donde los pobladores depositarían sus escombros

Fuente: Encuestas aplicadas a una muestra de la población durante el trabajo de campo

Elaborado por: Autor

La disposición de la población a depositar este tipo de residuos sólidos en terrenos abandonados obedece a que el 44% de ellos desconoce el servicio de desalojo con el que cuenta la empresa municipal (Tabla 29).

Tabla 29. Conocimiento de la población sobre el servicio de desalojo de escombros

Conoce del programa de desalojo de EMAC EP	Casos	
	Cantidad	%
Conoce	67	32,52
Desconoce	91	44,17
No contesta	48	23,30

Fuente: Encuestas aplicadas a una muestra de la población durante el trabajo de campo

Elaborado por: Autor

En 10 construcciones o remodelaciones consultadas para esta investigación, las ocho aseguraron evitar lo trámites adicionales y el costo de este servicio, que según el reglamento

de EMAC EP, es de 63 centavos de dólar por m³. Un dueño de construcción aseguró pagar a una volqueta para que se lleve este material, desconociendo el lugar de disposición final.

Con estos antecedentes, no es fácil obtener información acerca de la producción de escombros en la zona, aunque según estudios ejecutados para la construcción de la urbanización Condominio Buenaventura (figura 44) que está en fase de construcción, cada vivienda construida genera en 1,5 m³ de escombros por día, estimación hecha para todo el proceso de construcción entre el movimiento inicial de tierras y los terminados.



Figura 44. Construcción del condominio buenaventura, ubicado en la zona periférica de Ricaurte.

Fuente: Autor, 2015

3.2 Evaluación de impactos ambientales.

La aplicación de la Matriz Sucesiva de Causa Efecto Adaptada de Leopold arrojó 115 posibles impactos ambientales (tabla 30) de ellos 48 son positivos y 67 son negativos, no aparecieron impactos críticos; así también, se determinaron 14 impactos categorizados como Severo, nueve de ellos positivos; dentro de la categoría Moderado se registraron 80 impactos, 29 de ellos positivos; Finalmente, se encontraron 20 impactos compatibles, 10 de ellos valorados como positivos.

Las tablas 31, 32, 33 y 34 muestran la valoración cualitativa simple, mediante la cual se determinó la importancia de cada impacto encontrado.

Así, el cálculo de la columna de Valoración de Impactos se lo efectuó de la siguiente manera:

$$Im = \pm(A + E + In + P + Rv + Rc)$$

$$Im = -(3 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1)$$

$$Im = -(11)$$

Se tomó como ejemplo la valoración de impactos de la fila: Disminución de la calidad del suelo, en la actividad: Separación en la fuente (Tabla 31). Al valor obtenido (11) se lo normalizó así:

$$In1 = \frac{Im - \text{minimo}}{\text{maximo} - \text{minimo}}$$

$$In1 = \frac{11 - 6}{25 - 6}$$

$$In = 0,2631$$

A este valor se lo multiplico por diez y se lo redujo a un solo digito entero según las reglas para el redondeo numérico y cifras significativas planteadas en Burns (2011), donde se indica que para eliminar el digito de la derecha, se considera si este es mayor que 5, se incrementa el digito a su inmediato superior.

Con este antecedente se consideró la valoración del impacto en 3, valor al cual se le agregó el signo menos (-) por ser un impacto negativo, aplicando este valor a la tabla de importancia de impactos, se lo catalogó como compatible negativo (-3). Este procedimiento se repitió para cada una de los 115 impactos detectados, información que se registra en las tablas 31, 32, 33 y 34.

Tabla 30. Matriz de identificación de impactos ambientales.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA <i>La universidad Católica de Loja.</i>			Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales - Matriz Sucesiva de Causa Efecto, Adaptación de Leopold TFT: "Propuesta de Plan de Gestión Integral de residuos Sólidos para la parroquia rural Ricaurte" Evaluador: Juan Pablo Ávila Carrasco																								
Componente	Sub componente	Factor	Almacenamiento				Recolección				Transporte				Tratamiento y disposición final						Número total de impactos según filas						
			Separación en la fuente	En parrillas metálicas	En la vía pública	Residuos infecciosos	Personal de recolección	Movimiento de vehículos recolectores	Socialización de frecuencias y horarios	En rutas de recolección	Recolección de residuos infecciosos	Movimiento de vehículos recolectores	Personal de transporte	Descarga de residuos	Traslado de residuos infecciosos (Cuenca - Nobol - Cuenca)	Transferencia y descarga de residuos	Clasificación de residuos	Maquinaria utilizada en relleno sanitario	Compactación y entierro de residuos	Compostaje		Recuperación de energía y generación de biogás	Procesos de reciclaje	Colocación de capas de impermeabilización	Generación de lixiviados	Trasporte de lixiviados	
Abiótico	Aire	Calidad de aire			-				-			-			-											9	
	Suelo	Calidad del suelo	-	-	-				-			-			-											14	
		Geomorfología										-			-												5
	Agua	Aguas subterráneas			-									-													9
		Aguas superficiales			-										-												8
Biótico	Flora	Especies vegetales																								1	
	Fauna	Especies animales																								2	
Relación Ecológica		Vectores e insectos	-	-	-	-			-	-			-	-	-	-										15	
		Crecimiento de maleza			-																					1	
Social, Económico y Cultural	Uso territorial	Agricultura																								1	
	Estética e interés humano	Paisajes	-	-	-																					9	
		Calidad de vida	-	-	-	-																					15
		Salud y seguridad	-	-	-	-																					21
	Generación de empleo		-																							5	
Número total de impactos según columnas			5	6	9	3	3	5	4	4	2	7	2	8	3	8	5	5	9	3	6	3	4	7	4	115	

Elaborado por: Autor

Fuente: Adaptado de Garmendia *et al* (2006)

Tabla 31. Matriz de valoración de impactos ambientales en el proceso de almacenamiento de residuos

Proceso	Impactos	Signos	Extensión	Persistencia	Recuperabilidad	Acumulación	Intensidad	Reversibilidad	Valoración de impactos	Valoración normalizada	
ALMACENAMIENTO	Carencia de separación en la fuente										
	Disminución de calidad del suelo	-	1	1	1	3	4	1	11	-3	
	Aparición de vectores e insectos	-	2	3	1	5	4	1	16	-5	
	Deterioro del paisaje	-	1	1	1	5	1	1	10	-2	
	Disminución de la calidad de vida	-	1	3	1	5	4	1	15	-5	
	Incremento de enfermedades	-	2	3	1	5	4	1	16	-5	
	Utilización de parrillas metálicas										
	Protección del suelo	+	1	3	1	3	4	1	13	+4	
	Control de vectores e insectos	+	2	3	1	3	4	1	14	+4	
	Protección del paisaje	+	1	3	1	3	1	1	10	+2	
	Mejoramiento de la calidad de vida	+	1	3	1	5	4	1	15	+5	
	Control de afecciones a la salud	+	2	3	1	5	4	1	16	+5	
	Generación de fuentes de empleo	+	3	3	1	5	4	1	17	+6	
	Mala disposición de residuos en la vía pública										
	Generación de los olores	-	2	1	1	3	8	1	16	-5	
	Disminución de calidad del suelo	-	2	1	1	5	4	1	14	-4	
	Contaminación de aguas superficiales	-	1	1	1	5	4	1	13	-4	
	Contaminación de aguas subterráneas	-	1	1	1	5	4	1	13	-4	
	Proliferación de vectores e insectos	-	2	3	1	3	8	1	18	-6	
	Aparición de fauna riesgosa	-	2	1	1	3	8	1	16	-5	
	Deterioro del paisaje	-	2	1	1	5	4	1	14	-4	
	Disminución de la calidad de vida	-	2	1	1	5	4	1	14	-4	
	Afecciones a la salud pública	-	2	1	1	5	8	1	18	-6	
	Mal manejo de los residuos infecciosos										
	Proliferación de vectores e insectos	-	2	3	1	3	4	1	14	-4	
	Reducción de la calidad de vida	-	2	3	1	3	4	1	14	-4	
	Afecciones a la salud pública	-	2	3	1	3	4	1	14	-4	

Elaborado por: Autor

Fuente: Adaptado de Garmendia *et al* (2006)

Tabla 32. Matriz de valoración de impactos ambientales en el proceso de recolección de residuos

Proceso	Impactos	Signos	Extensión	Persistencia	Recuperabilidad	Acumulación	Intensidad	Reversibilidad	Valoración de impactos	Valoración normalizada	
RECOLECCIÓN	Al personal de recolección										
	Disminución de la calidad de vida	-	2	3	1	3	4	1	14	-4	
	Deterioro de la salud personal	-	2	3	1	5	4	1	16	-5	
	Generación de fuentes de empleo	+	2	3	1	3	4	1	14	+4	
	Tráfico de vehículos recolectores										
	Deterioro de la calidad del aire	-	3	3	1	5	1	1	14	-4	
	Disminución de calidad del suelo	-	3	3	1	5	1	1	14	-4	
	Proliferación de vectores e insectos	-	3	3	1	3	4	1	15	-5	
	Disminución de la calidad de vida	-	2	3	1	5	4	1	16	-5	
	Afecciones a la salud pública	-	2	3	1	5	4	1	16	-5	
	Socialización de frecuencias y horarios de recolección										
	Control de la proliferación de vectores e insectos	+	3	1	1	5	8	1	19	+7	
	Mejoramiento del paisaje	+	3	1	1	5	4	1	15	+5	
	Mejoramiento de la calidad de vida	+	3	3	1	5	4	1	17	+6	
	Protección de la salud pública	+	3	3	1	5	4	1	17	+6	
	Incremento de tráfico en rutas de recolección										
	Deterioro de la calidad del aire	-	3	3	1	3	4	1	15	-5	
	Deterioro de la calidad del suelo	-	3	3	1	3	4	1	15	-5	
	Disminución de la calidad de vida	-	2	3	1	5	4	1	16	-5	
	Afecciones a la salud pública	-	2	3	1	5	4	1	16	-5	
	Recolección de residuos infecciosos										
	Control de virus infecciosos	+	2	3	1	5	8	1	20	+7	
	Control de proliferación de enfermedades	+	2	3	1	5	8	1	20	+7	

Elaborado por: Autor

Fuente: Adaptado de Garmendia *et al* (2006)

Tabla 33. Matriz de valoración de impactos ambientales durante el proceso de transporte de residuos

Proceso	Impactos	Signos	Extensión	Persistencia	Recuperabilidad	Acumulación	Intensidad	Reversibilidad	Valoración de impactos	Valoración normalizada	
TRANSPORTE	Movimiento de vehículos recolectores										
	Deterioro de la calidad del aire	-	3	1	1	3	4	1	13	-4	
	Deterioro de la calidad del suelo	-	3	1	1	3	4	1	13	-4	
	Afecciones geomorfológicas	-	2	1	1	3	4	1	12	-3	
	Proliferación de vectores e insectos	-	3	3	1	5	8	1	21	-8	
	Afecciones paisajísticas	-	3	1	1	5	1	1	12	-3	
	Disminución de la calidad de vida	-	3	3	1	5	4	1	17	-6	
	Afecciones a la salud pública	-	3	3	1	5	4	1	17	-6	
	Uso de Equipos de Protección Personal										
	Mejoramiento de la calidad de vida	+	1	3	1	5	8	1	19	+7	
	Protección de la salud pública	+	1	3	1	5	8	1	19	+7	
	Descarga de residuos										
	Deterioro de la calidad del aire	-	1	3	1	3	8	1	17	-6	
	Deterioro de la calidad del suelo	-	1	3	1	3	8	1	17	-6	
	Afecciones geomorfológicas	-	1	3	1	3	4	1	13	-4	
	Contaminación de aguas superficiales	-	3	3	1	5	4	1	17	-6	
	Contaminación de aguas subterráneas	-	3	3	1	5	4	1	17	-6	
	Aparición de vectores e insectos	-	2	3	1	5	8	1	20	-7	
	Afectación paisajística	-	1	3	1	5	4	1	15	-5	
	Afectaciones a la salud y seguridad	-	2	3	1	5	8	1	20	-7	
	Traslado de residuos infecciosos (Cuenca - Nobol - Cuenca)										
	Control de proliferación de vectores e insectos	+	3	1	1	3	8	1	17	+6	
	Mejoramiento de la calidad de vida	+	3	3	1	3	4	1	15	+5	
	Protección de la salud pública	+	3	3	1	3	8	1	19	+7	

Elaborado por: Autor

Fuente: Adaptado de Garmendia *et al* (2006)

Tabla 34. Matriz de valoración de impactos ambientales durante el proceso de tratamiento y disposición final de residuos

Proceso	Impactos	Signos	Extensión	Persistencia	Recuperabilidad	Acumulación	Intensidad	Reversibilidad	Valoración de impactos	Valoración normalizada	
TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL	Descarga de residuos										
	Deterioro de la calidad del aire	-	2	3	1	3	8	1	18	-6	
	Deterioro de la calidad del suelo	-	2	3	1	3	4	1	14	-4	
	Afecciones geomorfológicas	-	2	3	1	3	1	1	11	-3	
	Contaminación de aguas superficiales	-	3	3	1	3	4	1	15	-5	
	Contaminación de aguas subterráneas	-	3	3	1	3	4	1	15	-5	
	Aparición de vectores e insectos	-	2	3	1	5	8	1	20	-7	
	Afectación paisajística	-	1	3	1	5	4	1	15	-5	
	Afectaciones a la salud y seguridad	-	2	3	1	5	8	1	20	-7	
	Clasificación de residuos										
	Control de vectores e insectos	+	1	3	1	5	4	1	15	+5	
	Mejoramiento del paisaje	+	1	3	1	5	4	1	15	+5	
	Mejoramiento de la calidad de vida	+	2	3	1	5	4	1	16	+5	
	Protección de la salud pública	+	2	3	1	5	1	1	13	+4	
	Generación de fuentes de empleo	+	2	3	1	5	1	1	13	+4	
	Utilización de maquinaria en relleno sanitario										
	Deterioro de la calidad del aire	-	1	1	1	3	8	1	15	-5	
	Deterioro de la calidad del suelo	-	2	1	1	3	4	1	12	-3	
	Afecciones geomorfológicas	-	2	1	1	1	1	1	7	-1	
	Contaminación de aguas superficiales	-	2	3	1	3	4	1	14	-4	
	Contaminación de aguas subterráneas	-	2	3	1	3	4	1	14	-4	
	Compactación y disposición final de residuos										
	Control de la calidad del aire	+	2	3	1	3	8	1	18	+6	
	Control de la calidad del suelo	+	2	3	1	3	8	1	18	+6	
	Afecciones geomorfológicas	-	2	3	1	3	1	1	11	-3	
	Contaminación de aguas superficiales	-	1	1	1	5	4	1	13	-4	
	Contaminación de aguas subterráneas	-	1	1	1	5	4	1	13	-4	
	Aparición de vectores e insectos	-	2	1	1	5	4	1	14	-4	
	Conservación del paisaje	+	1	3	1	5	8	1	19	+7	
	Mejoramiento de la calidad de vida	+	2	3	1	5	8	1	20	+7	
	Protección de la salud pública	+	2	3	1	5	8	1	20	+7	
	Proceso de compostaje										
	Protección de la calidad del suelo	+	2	1	1	3	4	1	12	+3	
	Reducción de habitats área vectores e insectos	+	1	1	1	3	8	1	15	+5	
	Nuevas alternativas para producción agrícola	+	2	1	1	3	8	1	16	+5	
	Aprovechamiento de energía y producción de biogás										
	Protección de calidad del aire	+	2	3	1	3	8	1	18	+6	
	Protección de aguas superficiales	+	2	3	1	3	8	1	18	+6	
	Protección de aguas subterráneas	+	2	3	1	3	8	1	18	+6	
	Mejoramiento de la calidad de vida	+	3	3	1	5	4	1	17	+6	
Prevención de la salud pública	+	3	3	1	5	4	1	17	+6		
Generación de fuentes de empleo	+	2	3	1	3	1	1	11	+3		

TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL	Procesos de reciclaje									
	Mejoramiento de la calidad de vida	+	2	3	1	3	4	1	14	+ 4
	Prevención de la salud pública	+	2	3	1	5	4	1	16	+ 5
	Generación de fuentes de empleo	+	2	3	1	3	1	1	11	+ 3
	Colocación de capas de impermeabilización									
	Protección de la calidad del suelo	+	1	1	1	3	4	1	11	+ 3
	Protección de aguas superficiales	+	1	1	1	3	4	1	11	+ 3
	Protección de aguas subterráneas	+	1	1	1	3	4	1	11	+ 3
	Prevención de la salud pública	+	1	1	1	3	4	1	11	+ 3
	Generación de lixiviados									
	Deterioro de la calidad del suelo	-	2	1	1	3	4	1	12	- 3
	Contaminación de aguas superficiales	-	2	1	1	5	4	1	14	- 4
	Contaminación de aguas subterráneas	-	2	1	1	5	8	1	18	- 6
	Afecciones a especies vegetales	-	1	1	1	5	4	1	13	- 4
	Afecciones a especies animales	-	1	1	1	5	4	1	13	- 4
	Aparición de vectores e insectos	-	2	1	1	5	8	1	18	- 6
	Afecciones a la salud pública	-	2	1	1	5	4	1	14	- 4
	Transporte de lixiviados									
	Deterioro de la calidad del suelo	-	3	1	1	3	4	1	13	- 4
	Contaminación de aguas superficiales	-	2	1	1	3	4	1	12	- 3
	Contaminación de aguas subterráneas	-	2	1	1	3	8	1	16	- 5
	Afecciones a la salud pública	-	2	1	1	3	4	1	12	- 3

Elaborado por: Autor

Fuente: Adaptado de Garmendia *et al* (2006)

En la tabla 35 se muestra el diagrama general de la valoración de impactos, de la cual se despliega la tabla 36, donde se contabiliza el número de impactos por cada una de las categorías de importancia: Compatible, Moderado, Severo y Crítico.

De los 67 impactos negativos encontrados, el 76% (51) son moderados, lo que significa que su recuperación requiere poco tiempo y no es necesario tomar medidas correctoras de forma intensa.

Se encontraron seis impactos negativos catalogados como severos, éstos requieren acciones correctivas y un tiempo de recuperación más extenso, sin embargo, éste tipo de impactos no afecta la calidad ambiental de la zona de estudio respecto a la gestión de residuos sólidos.

Tabla 35. Matriz de evaluación de impactos ambientales

 UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA <i>La universidad Católica de Loja.</i>		Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales - Matriz Sucesiva de Causa Efecto, Adaptación de Leopold																								
		TFT: "Propuesta de Plan de Gestión Integral de residuos Sólidos para la parroquia rural Ricaurte"															Evaluador: Juan Pablo Ávila Carrasco									
Componente	Subcomponente	Factor	Almacenamiento				Recolección				Transporte				Tratamiento y disposición final								Número total de impactos según filas			
			Separación en la fuente	En parrillas metálicas	En la vía pública	Residuos infecciosos	Personal de recolección	Movimiento de vehículos recolectores	Socialización de frecuencias y horarios	En rutas de recolección	Recolección de residuos infecciosos	Movimiento de vehículos recolectores	Personal de transporte	Descarga de residuos	Traslado de residuos infecciosos (Cuenca - Nobol - Cuenca)	Transferencia y descarga de residuos	Clasificación de residuos	Maquinaria utilizada en relleno sanitario	Compactación	Compostaje	Recuperación de energía	Procesos de reciclaje		Colocación de capas de impermeabilización	Generación de lixiviados	Trasporte de lixiviados
Abiótico	Aire	Calidad de aire			-5		-4		-5		-4		-6		-6		-5	6		6						9
	Suelo	Calidad del suelo	-3	4	-4		-4		-5		-4		-6		-4		-3	6	3				3	-3	-4	14
		Geomorfología									-3		-4		-3		-1	-3								5
	Agua	Aguas subterráneas			-4								-6		-5		-4	-4		6			3	-4	-3	9
		Aguas superficiales			-4										-5		-4	-4		6			3	-6	-5	8
Biótico	Flora	Especies vegetales																						-4	1	
	Fauna	Especies animales											-6											-4	2	
Relación Ecológica		Vectores e insectos	-5	4	-6	-4		-5	7		7	-8		-7	6	-7	5		-4	5				-6	15	
		Crecimiento de maleza			-5																				1	
Social, Económico y Cultural	Uso territorial	Agricultura																	5						1	
	Estética e interés humano	Paisajes	-2	2	-4				5		-3		-5		-5	5		7								9
		Calidad de vida	-5	5	-4	-4	-4	-5	6	-5		-6	7		5		5		7		6	4				15
		Salud	-5	5	-6	-4	-5	-5	6	-5	7	-8	7	-7	7	-7	4		7		6	5	3	-4	-3	21
		Generación de empleo		6			4									4					3	3				5
Número total de impactos según columnas			5	6	9	3	3	5	4	4	2	7	2	8	3	8	5	5	9	3	6	3	4	7	4	115

Elaborado por: Autor

Fuente: Adaptado de Garmendia *et al* (2006)

Tabla 36. Matriz de resultados de evaluación de impactos ambientales

 UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA <i>La universidad Católica de Loja.</i>	Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales - Matriz Sucesiva de Causa Efecto, Adaptación de Leopold																						
	TFT: "Propuesta de Plan de Gestión Integral de residuos Sólidos para la parroquia rural Ricaurte"															Evaluador: Juan Pablo Ávila Carrasco							
Categorías de Importancia de Impactos registrados	Almacenamiento				Recolección					Transporte				Tratamiento y disposición final							Número total de impactos por categoría		
	Separación en la fuente	En parrillas metálicas	En la vía pública	Residuos infecciosos	Personal de recolección	Movimiento de vehículos recolectores	Socialización de frecuencias y horarios	En rutas de recolección	Recolección de residuos infecciosos	Movimiento de vehículos recolectores	Personal de transporte	Descarga de residuos	Traslado de residuos infecciosos (Cuenca - Nobol - Cuenca)	Transferencia y descarga de residuos	Clasificación de residuos	Maquinaria utilizada en relleno sanitario	Compactación	Compostaje	Recuperación de energía	Procesos de reciclaje		Colocación de capas de impermeabilización	Generación de lixiviados
Impactos Positivos																							
Compatible		1														2	1	1	1	4			10
Moderado		5			1		3					2		5		4	2	5	2				29
Severo							1		2		2		1			3							9
Critico																							0
Total																						48	
Impactos Negativos																							
Compatible	2									2			1		2						1	2	10
Moderado	3		9	3	2	5		4		3		6	5		3						6	2	51
Severo										2		2	2										6
Critico																							0
Total																						67	

Elaborado por: Autor

Fuente: Adaptado de Garmendia *et al* (2006)

3.3 Plan de gestión integral de residuos sólidos para la cabecera parroquial de Ricaurte

El plan propuesto tienen una vigencia de 15 años y se enmarca en cuatro líneas estratégicas: Cultura ciudadana, Producción limpia de residuos sólidos, Control y mitigación de impactos y Disposición final de residuos sólidos, dentro de éstos se han definido ocho programas los cuales se cumplirán de acuerdo al cronograma presentado en la tabla 37.

Tabla 37. Cronograma de aplicación de los programas propuestos en 15 años

Programas / Tiempo de aplicación	Años														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Programa de concientización ambiental de la población	■	■				■	■				■	■			
Programa de capacitación a la población	■			■					■					■	
Programa de educación ambiental en instituciones educativas		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Programa de manejo de residuos sólidos resultantes de construcciones, demoliciones, movimientos de tierras.		■	■				■	■				■	■		
Programa de mejoras para el manejo de residuos sólidos en el mercado 4 de Noviembre				■	■				■	■				■	■
Programa de control y mitigación de impactos ambientales	■	■					■	■				■	■		
Programa de control a los procesos de almacenamiento, recolección y transporte		■	■					■	■				■	■	
Programa para el cierre y abandono del relleno sanitario Pichacay Fase II.									■	■					

Elaborado por: Autor

Los programas se distribuyen de forma continua durante el tiempo de vigencia del PIRS de Ricaurte, siendo el Programa de educación ambiental el de mayor continuidad, este arranca desde el segundo año de presencia y se cumple de forma continua durante 14 años, de esta

forma se abarca a dos generaciones de niños en edad escolar, tomando en cuenta que esta plan se aplica a estudiantes de séptimo año de educación básica.

Durante el primer año se capacita y concientiza a la población y se inicia con el control de impactos ambientales encontrados; Una vez arrancado el proceso de generación de conciencia ciudadana, se refuerza durante el segundo año con el inicio de los programas de educación ambiental en instituciones educativas y los programas de control a los procesos que se ejecutan en la zona de estudio, incluyendo el manejo de escombros.

En lo referente a las mejoras de la gestión en el mercado 4 de noviembre, estas se iniciaran a partir de cuarto año, estos para tener una población con conocimiento y conciencia ambiental para emprender nuevos proyectos de aprovechamiento de los residuos sólidos.

Este ciclo de cumplimiento de siete programas se repite de forma periódica a partir del sexto y onceavo años; siendo, durante los años nueve y diez aplicado el programa de abandono y cierre del actual relleno sanitario, esto debido a que coincide con el cierre del actual sitio de disposición final planificado por EMAC EP. Esta secuencia de aplicación de los programas se definió por el incremento poblacional en Ricaurte hacia los años 2020 y 2025. Así también, se consideró que los programas tengan reforzamiento continuo a través de la educación ambiental y su interacción con la población, comerciantes y autoridades de la parroquia Ricaurte.

En la tabla 38 se presenta el presupuesto total de la aplicación del presente plan aplicándolo de forma cíclica como lo anotado anteriormente.

Tabla 38. Costo total de la aplicación del PGIR de Ricaurte.

Programa	Costo
Línea estratégica de Cultura Ciudadana	
Programa de Concientización ambiental	31.500
Programa de capacitación a la población	34.500
Programa de educación ambiental	42.800
Línea estratégica de producción limpia de residuos sólidos	
Programa de manejo de residuos resultantes de construcciones y demoliciones	21.000
Programa de mejoras para el mercado 4 de noviembre	24.850
Línea estratégica de control y mitigación de impactos ambientales	

Programa de control y mitigación de impactos ambientales	35.500
Programa de control a los procesos de almacenamiento, recolección y transporte	38.000
Línea estratégica de disposición final adecuada	
Programa de cierre y abandono del relleno sanitario Pichacay Fase II	114.900
Total de la aplicación del PGIRS de Ricaurte	343.050

Elaborado por: Autor

3.3.1 Línea estratégica de cultura ciudadana.

Esta línea estratégica permitirá minimizar impactos ambientales, mejorar los procesos de separación en la fuente, reutilización y reciclaje; y salvaguardar la salud de los obreros de recolección; mediante la instalación de talleres, mesas de diálogo y campañas de socialización, integrando a dueños de negocios, personal de instituciones de comercio, financieras, públicas y privadas, educativas y GAD parroquial.

3.3.1.1 Programa de concientización ambiental de la población.

Objetivos del Programa:

- Generar en la población de la cabecera parroquial de Ricaurte una conciencia ambiental dirigida a mantener limpio el espacio público y privado, respetar horarios de recolección y cuidar sus residuos sólidos durante la etapa de almacenamiento.

Responsables del programa:

- Asesor técnico del GAD Ricaurte
- Asesor ambiental del GAD Ricaurte
- Creación y operatividad de la comisión de ambiente y salud del Gobierno Autónomo Descentralizado parroquial de Ricaurte.

Dirigido a:

- Comerciantes del sector
- Amas de casa
- Personal de recolección de EMAC EP
- Pobladores de los nueve barrios de la cabecera parroquial

Plan de actividades del programa:

Planificación y seguimiento del programa

- Convocatoria a reuniones de planificación y seguimiento del programa.
- Determinar temáticas de talleres o charlas a ofertar a la sociedad.
- Determinar los segmentos de la población a trabajar.
- Determinar días, horarios y sitios para cada una de los segmentos de la población a beneficiar.
- Establecer convenios de participación interinstitucional entre GAD Parroquial y EMAC EP.
- Establecer convenios de participación interinstitucional con Radio Comunitaria Activa de Ricaurte.
- Definir medios de sociabilización del programa.
- Definir indicadores de avance del programa y forma de comprobación

Ejecución del programa:

- Socialización del programa por diferentes medios alternativos: Hojas volantes, radio comunitaria, utilización de espacios disponibles en paradas de buses.
- Establecer convenios de cooperación entre el GAD Cantonal de Cuenca y el GAD parroquial de Ricaurte.
- Diseñar estrategias de comunicación y educación dirigidas a generadores de residuos en hogares e instituciones
- Charlas y talleres dirigidos a la población en general
- Ejecutar plan de socialización del trabajo ejecutado por EMAC EP, rutas, frecuencias y horarios de recolección en cada barrio y comunidad.
- Difundir la normativa vigente en materia de manejo de residuos sólidos

Cierre y evaluación

- Reunión con líderes barriales, comunitarios, representantes de instituciones y organizaciones.
- Evaluación de los resultados obtenidos en cada comunidad, barrio, institución u organización.
- Elaboración de plan de mejoras para próximas aplicaciones del programa

Indicadores:

- En un lapso de seis meses deben haber participado en los talleres de concientización ambiental al menos 200 personas.
- En un lapso de seis meses se debe evidenciarse una mejora en el proceso de almacenaje de residuos, reduciéndose los residuos almacenados en horas inadecuadas en un 30% de la cabecera parroquial.
- Al final del primer año, ambos parámetros deben mostrar un incremento del 80% en sus respectivos indicadores

Presupuesto:

Actividad	Inversión
Planificación y seguimiento del programa	
Convocatoria a reuniones de planificación y seguimiento del programa.	1000,00
Determinar temáticas de talleres o charlas a ofertar a la sociedad.	250,00
Determinar los segmentos de la población a trabajar.	250,00
Determinar días, horarios y sitios para cada una de los segmentos de la población a beneficiar.	250,00
Establecer convenios de participación interinstitucional entre GAD Parroquial y EMAC EP.	250,00
Establecer convenios de participación interinstitucional con Radio Comunitaria Activa de Ricaurte.	250,00
Definir medios de sociabilización del programa.	250,00
Definir indicadores de avance del programa y forma de comprobación	250,00
Ejecución del programa	
Socialización del programa por diferentes medios alternativos	2000,00
Establecer convenios de cooperación entre el GAD Cantonal de Cuenca y el GAD parroquial de Ricaurte.	250,00
Diseñar estrategias de comunicación y educación dirigidas a generadores de residuos en hogares e instituciones	2000,00
Charlas y talleres dirigidos a la población en general	12000,00
Ejecutar plan de socialización del trabajo ejecutado por EMAC EP, rutas, frecuencias y horarios de recolección en cada barrio y comunidad.	5000,00
Difundir la normativa vigente en materia de manejo de residuos sólidos	3000,00
Evaluación y cierre del programa	

Reunión con líderes barriales, comunitarios, representantes de instituciones y organizaciones.	1000,00
Evaluación de los resultados obtenidos en cada comunidad, barrio, institución u organización.	2500,00
Elaboración de plan de mejoras para próximas aplicaciones del programa	1000,00
Inversión total para aplicación del programa	31500,00

Cronograma:

Programas / Tiempo de aplicación	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Convocatoria a reuniones de planificación y seguimiento del programa.												
Determinar temáticas de talleres o charlas a ofertar a la sociedad.												
Determinar los segmentos de la población a trabajar.												
Determinar días, horarios y sitios para cada una de los segmentos de la población a beneficiar.												
Establecer convenios de participación interinstitucional entre GAD Parroquial y EMAC EP.												
Establecer convenios de participación interinstitucional con Radio Comunitaria Activa de Ricaurte.												
Definir medios de sociabilización del programa.												
Definir indicadores de avance del programa y forma de comprobación												
Socialización del programa por diferentes medios alternativos												

Establecer convenios de cooperación entre el GAD Cantonal de Cuenca y el GAD parroquial de Ricaurte																				
Diseñar estrategias de comunicación y educación dirigidas a generadores de residuos en hogares e instituciones																				
Charlas y talleres dirigidos a la población en general																				
Ejecutar plan de socialización del trabajo ejecutado por EMAC EP																				
Difundir la normativa vigente en materia de manejo de residuos sólidos																				
Reunión con líderes barriales, comunitarios, representantes de instituciones y organizaciones.																				
Evaluación de los resultados obtenidos en cada comunidad, barrio, institución u organización.																				
Elaboración de plan de mejoras para próximas aplicaciones del programa																				

3.3.1.2 Programa de capacitación a la población.

Objetivos del Programa:

- Fortalecer los conocimientos de la población en temas relacionados al manejo de residuos sólidos, incentivando el reciclaje y reutilización de residuos.
- Mejorar los procesos de almacenamiento, recolección y transporte de residuos en la zona de estudio

Responsables del programa:

- Asesor técnico del GAD Ricaurte
- Asesor ambiental del GAD Ricaurte
- Creación y operatividad de una comisión de medio ambiente y salud del GAD Ricaurte

Colaboración:

- Personal técnico de EMAC EP

Dirigido a:

- Amas de casa y padres de familia.
- Dueños de negocios.
- Representantes de instituciones educativas de la cabecera parroquial.
- Trabajadores de recolección y transporte de EMAC EP.

Plan de actividades del programa:

Planificación y seguimiento del programa

- Convocatoria a reuniones de planificación y seguimiento.
- Determinar temas para charlas y talleres a ejecutar.
- Establecer convenios de participación interinstitucional entre GAD Parroquial, GAD Cantonal y EMAC EP.
- Establecer convenios de participación interinstitucional con entidades públicas y privadas emplazadas dentro del área de influencia del plan.
- Definir medios de sociabilización del programa

Ejecución del programa:

- Socialización del programa por diferentes medios alternativos.
- Capacitación bajo la temática: Reducción en la fuente.
- Capacitación bajo la temática: Reciclaje y realización de residuos sólidos.
- Capacitación bajo la temática: Residuos sólidos peligrosos y especiales
- Capacitación bajo la temática: Difusión de frecuencias y horarios de recolección de residuos sólidos.
- Capacitación bajo la temática: Salud y seguridad ocupacional en el puesto de trabajo.
- Capacitación bajo la temática: Normativa legal vigente a nivel cantonal.
- Capacitación bajo la temática: Alternativas limpias en el manejo de residuos sólidos.
- Capacitación bajo la temática: Manejo de residuos sólidos infecciosos
- Capacitación bajo la temática: Que hacer con los materiales reutilizables en casa

Cierre y evaluación

- Evaluación de los resultados obtenidos en cada comunidad, barrio, institución u organización.

- Elaboración de plan de mejoras para próximas aplicaciones del plan.

Indicadores:

- A los seis meses de aplicación del programa se deben haber dictado cinco talleres en diferentes temáticas.
- A los seis meses de aplicación del programa se debe evidenciar en el centro parroquial una presencia de residuos previamente separados de al menos el 30%.
- Al término del primer año se deben cumplir los nueve talleres de capacitación planificados, beneficiando a al menos 250 personas, el nivel de presencia de residuos previamente separados debe incrementarse al 60%.

Presupuesto:

Actividad	Inversión
Planificación y seguimiento del programa	
Convocatoria a reuniones de planificación y seguimiento del programa.	1000,00
Determinar temáticas de talleres o charlas a ofertar a la sociedad.	250,00
Establecer convenios de participación interinstitucional entre GAD Parroquial y EMAC EP.	250,00
Establecer convenios de participación interinstitucional con entidades públicas y privadas emplazadas dentro del área de influencia del plan.	250,00
Definir medios de sociabilización del programa.	250,00
Ejecución del programa	
Socialización del programa por diferentes medios alternativos.	2000,00
Capacitación bajo la temática: Reducción en la fuente.	3000,00
Capacitación bajo la temática: Reciclaje y realización de residuos sólidos.	3000,00
Capacitación bajo la temática: Residuos sólidos peligrosos y especiales	3000,00
Capacitación bajo la temática: Difusión de frecuencias y horarios de recolección de residuos sólidos.	3000,00
Capacitación bajo la temática: Salud y seguridad ocupacional en el puesto de trabajo.	3000,00
Capacitación bajo la temática: Normativa legal vigente a nivel cantonal.	3000,00
Capacitación bajo la temática: Alternativas limpias en el manejo de residuos sólidos.	3000,00
Capacitación bajo la temática: Manejo de residuos sólidos infecciosos	3000,00

Capacitación bajo la temática: Que hacer con los materiales reutilizables en casa	3000,00
Evaluación y cierre del programa	
Evaluación de los resultados obtenidos en cada comunidad, barrio, institución u organización.	2500,00
Elaboración de plan de mejoras para próximas aplicaciones del programa	1000,00
Inversión total para aplicación del programa	34500,00

Cronograma:

Programas / Tiempo de aplicación	Meses												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Convocatoria a reuniones de planificación y seguimiento del programa.													
Determinar temáticas de talleres o charlas a ofertar a la sociedad.													
Establecer convenios de participación interinstitucional entre GAD Parroquial y EMAC EP.													
Establecer convenios de participación interinstitucional con entidades públicas y privadas emplazadas dentro del área.													
Definir medios de sociabilización del programa.													
Socialización del programa por diferentes medios alternativos													
Capacitación bajo la temática: Reducción en la fuente.													
Capacitación bajo la temática: Reciclaje y realización de residuos sólidos.													
Capacitación bajo la temática: Residuos sólidos peligrosos y especiales													

- Representantes del Ministerio de Educación

Dirigido a:

- Niños y jóvenes de las instituciones educativas.
- Personal docente de instituciones educativas públicas y privadas.

Plan de actividades del programa:

Planificación y seguimiento del programa

- Convocatoria a reuniones de planificación y seguimiento
- Elaboración del proyecto “Integración del manejo integral de residuos sólidos en el séptimo grado de educación básica en instituciones educativas emplazados en la cabecera parroquial de Ricaurte”
- Presentación del proyecto en centros educativos y Ministerio de Educación.
- Calendarización y definición de cronograma de actividades.
- Establecer convenios de participación interinstitucional entre GAD Parroquial, GAD Cantonal, EMAC EP y Ministerio de Educación.
- Reunión con personal docente de séptimo de básica de las siete instituciones educativas de la cabecera parroquial.
- Transversalización del programa de educación ambiental dentro del plan académico del séptimo año de educación básica.
- Definición de áreas académicas a integrar.

Ejecución del programa:

- Socialización del programa por diferentes medios alternativos.
- Elaboración de material didáctico a entregar en instituciones educativas.
- Determinación de horarios a trabajar en cada institución educativa
- Talleres de formación a docentes de las instituciones participantes.
- Desarrollo de talleres teóricos y prácticos con estudiantes de las instituciones educativas participantes.
- Desarrollo de talleres de elaboración de manualidades con materiales reutilizables.
- Capacitar al personal docente en implementación de técnicas de la 4Rs dentro de las instituciones educativas.
- Capacitar a estudiantes de séptimo año de educación básica en implementación de técnicas de la 4Rs dentro de las instituciones educativas y transferirlas al hogar.
- Incluir en los planes de capacitación a padres de familia.

- Ejecutar campañas informativas con los alumnos para incentivar la utilización de botaderos ubicados en la vía pública y áreas verdes.

Cierre y evaluación

- Evaluación general del proceso al término de cada año de aplicación
- Elaboración de plan de mejoras para próximas aplicaciones del plan.

Indicadores:

- Durante cada año de aplicación del plan se debe incluir a tres instituciones educativas de la cabecera parroquial.
- Durante cada año de aplicación del plan se debe tener tres actividades de información a la población por parte de los estudiantes participantes.
- Conseguir la reutilización y reciclaje de materiales utilizados dentro de las instituciones educativas participantes en el proceso.

Presupuesto:

Actividad	Inversión
Planificación y seguimiento del programa	
Convocatoria a reuniones de planificación y seguimiento del programa.	1000,00
Elaboración del proyecto "Integración del manejo integral de residuos sólidos en el séptimo grado de educación básica en instituciones educativas emplazados en la cabecera parroquial de Ricaurte"	1500,00
Establecer convenios de participación interinstitucional entre GAD Parroquial, EMAC EP y Ministerio de Educación.	250,00
Presentación del proyecto en centros educativos y Ministerio de Educación.	600,00
Calendarización y definición de cronograma de actividades.	600,00
Reunión con personal docente de séptimo de básica de las siete instituciones educativas de la cabecera parroquial.	250,00
Transversalización del programa de educación ambiental dentro del plan académico del séptimo año de educación básica.	600,00
Definir medios de áreas académicas a integrar.	250,00
Ejecución del programa	
Socialización del programa por diferentes medios alternativos.	2000,00
Elaboración de material didáctico a entregar en instituciones educativas.	5000,00

Determinación de horarios a trabajar en cada institución educativa	250,00
Talleres de formación a docentes de las instituciones participantes.	3000,00
Desarrollo de talleres teóricos y prácticos con estudiantes de las instituciones educativas participantes.	5000,00
Desarrollo de talleres de elaboración de manualidades con materiales reutilizables.	5000,00
Capacitar al personal docente en implementación de técnicas de la 4Rs dentro de las instituciones educativas.	3000,00
Capacitar a estudiantes de séptimo año de educación básica en implementación de técnicas de la 4Rs dentro de las instituciones educativas y transferirlas al hogar.	3000,00
Incluir en los planes de capacitación a padres de familia.	3000,00
Ejecutar campañas informativas con los alumnos para incentivar la utilización de botaderos ubicados en la vía pública y áreas verdes.	5000,00
Evaluación y cierre del programa	
Evaluación general del proceso al término de cada año de aplicación	2500,00
Elaboración de plan de mejoras para próximas aplicaciones del plan.	1000,00
Inversión total para aplicación del programa	42800,00

Cronograma:

Programas / Tiempo de aplicación	Meses												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Convocatoria a reuniones de planificación y seguimiento del programa.													
Elaboración del proyecto Integración del manejo integral de residuos sólidos en el séptimo grado de educación básica en instituciones educativas emplazados en la cabecera parroquial de Ricaurte													
Establecer convenios de participación interinstitucional entre GAD Parroquial, EMAC EP y Ministerio de Educación.													
Presentación del proyecto en centros educativos y Ministerio de Educación.													

Calendarización y definición de cronograma de actividades.																				
Reunión con personal docente de séptimo de básica de las siete instituciones educativas de la cabecera parroquial.																				
Transversalización del programa de educación ambiental dentro del plan académico del séptimo año de educación básica.																				
Definir medios de áreas académicas a integrar..																				
Socialización del programa por diferentes medios alternativos.																				
Elaboración de material didáctico a entregar en instituciones educativas.																				
Determinación de horarios a trabajar en cada institución educativa																				
Talleres de formación a docentes de las instituciones participantes.																				
Desarrollo de talleres teóricos y prácticos con estudiantes de las instituciones educativas participantes.																				
Desarrollo de talleres de elaboración de manualidades con materiales reutilizables.																				
Capacitar al personal docente en implementación de técnicas de la 4Rs dentro de las instituciones educativas.																				
Capacitar a estudiantes de séptimo año de educación básica en implementación de técnicas de la 4Rs dentro de las instituciones educativas y transferirlas al hogar.																				

Planificación y seguimiento del programa

- Convocatoria a reuniones de planificación y seguimiento
- Calendarización y definición de cronograma de actividades.
- Establecer convenios de participación interinstitucional entre GAD Parroquial, GAD Cantonal y EMAC EP.
- Diseño y elaboración de material informativo

Ejecución del programa:

- Identificar y clasificar los residuos sólidos resultantes de construcciones, demoliciones, movimientos de tierras, desde su punto de generación.
- Definir la producción per cápita de generación de escombros en la cabecera parroquial de Ricaurte
- Investigar y aplicar técnicas para el correcto manejo de estos residuos
- Capacitar a la población en temas relacionados al manejo de escombros.
- Proponer la adecuación de sitios de almacenamiento para escombros.
- Generar sistemas de recolección para escombros.
- Diseñar programas de asesoramiento para personas e instituciones generadoras de este tipo de residuos sólidos.
- Implementar un plan de control para los procesos que comprende el manejo adecuado de escombros y materiales provenientes de construcción y obras civiles en general.

Cierre y evaluación

- Evaluación general del proceso
- Elaboración de plan de mejoras para próximas aplicaciones del plan.

Indicadores:

- Durante el primer semestre de aplicación del programa se deben identificar, clasificar y los escombros generados en la cabecera parroquial
- Al término del primer año se debe verificar la reducción del volumen de escombros depositados en terrenos baldíos y orillas de carreteras
- Al término del primer año, el GAD parroquial debe tener un primer borrador para la implementación de un sistema de control para el manejo de escombros en la parroquia.

Presupuesto:

Actividad	Inversión
Planificación y seguimiento del programa	
Convocatoria a reuniones de planificación y seguimiento del programa.	1000,00
Calendarización y definición de cronograma de actividades.	500,00
Establecer convenios de participación interinstitucional entre GAD Parroquial, EMAC EP.	250,00
Diseño y elaboración de material informativo	600,00
Ejecución del programa	
Socialización del programa por diferentes medios alternativos.	2000,00
Identificar y clasificar los residuos sólidos resultantes de construcciones, demoliciones, movimientos de tierras, desde su punto de generación.	1200,00
Investigar y aplicar técnicas para el correcto manejo de estos residuos	250,00
Definir la producción per cápita escombros en la cabecera parroquial de Ricaurte	500,00
Capacitar a la población en temas relacionados al manejo de escombros.	3000,00
Proponer la adecuación de sitios de almacenamiento para escombros.	2000,00
Generar sistemas de recolección para escombros.	2000,00
Diseñar programas de asesoramiento para personas e instituciones generadoras de este tipo de residuos sólidos.	1200,00
Implementar un plan de control para los procesos que comprende el manejo adecuado de escombros y materiales provenientes de construcción y obras civiles en general.	3000,00
Evaluación y cierre del programa	
Evaluación general del proceso.	2500,00
Elaboración de plan de mejoras para próximas aplicaciones del plan.	1000,00
Inversión total para aplicación del programa	21000,00

Cronograma:

Programas / Tiempo de aplicación	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Convocatoria a reuniones de planificación y seguimiento del programa.	■											
Calendarización y definición de cronograma de actividades.	■											
Establecer convenios de participación interinstitucional entre GAD Parroquial, EMAC EP.	■	■										
Diseño y elaboración de material informativo	■	■										
Socialización del programa por diferentes medios alternativos.	■	■										
Identificar y clasificar los residuos sólidos resultantes de construcciones, demoliciones, movimientos de tierras, desde su punto de generación.			■	■	■							
Definir la producción per cápita de escombros en la cabecera parroquial de Ricaurte			■	■	■							
Investigar y aplicar técnicas para el correcto manejo de estos residuos			■	■	■	■	■					
Capacitar a la población en temas relacionados al manejo de escombros.			■	■	■	■	■					
Proponer la adecuación de sitios de almacenamiento para escombros.						■	■	■	■	■		
Generar sistemas de recolección para escombros.								■	■	■	■	

- Convocatoria a reuniones de planificación y seguimiento
- Calendarización y definición de cronograma de actividades.
- Establecer convenios de participación interinstitucional entre GAD Parroquial, GAD Cantonal y EMAC EP.

Ejecución del programa

- Socialización del programa en diferentes medios alternativos.
- Definir políticas a nivel parroquial que garanticen la mejora continua en el manejo de residuos sólidos en el mercado 4 de Noviembre de Ricaurte.
- Generar mecanismos para la clasificación previa de residuos sólidos en el mercado.
- Elaborar el proyecto para el aprovechamiento biológico de residuos sólidos orgánicos en sistemas de compostaje en la parroquia.
- Promover la generación de una planta de compostaje para el aprovechamiento biológico de residuos sólidos orgánicos en la parroquia.
- Establecer horarios especiales de recolección de residuos orgánicos en el mercado \$ de Noviembre.
- Establecer estaciones de almacenamiento de residuos orgánicos su
- Establecer una ruta de recolección de residuos orgánicos en la cabecera parroquial para incrementar el volumen de materia orgánica que ingrese a la planta de compostaje.
- Generar una lista de productores agrícolas a beneficiar con la producción de compost.
- Generar un sistema de estímulos para la utilización de compost generado en la parroquia.

Cierre y evaluación

- Evaluación general del proceso
- Elaboración de plan de mejoras para próximas aplicaciones del plan.

Indicadores:

- Durante el primer semestre de debe tener proyectada al menos dos políticas que garanticen la sostenibilidad y continuidad del proyecto.
- Durante el primer semestre de aplicación de plan se debe tener listo el proyecto de implementación del sistema de compostaje para la parroquia.
- Al término de un año se debe tener identificados y capacitados a al menos 50 beneficiarios directos para el compost producido.

Presupuesto:

Actividad	Inversión
Planificación y seguimiento del programa	
Convocatoria a reuniones de planificación y seguimiento del programa.	1000,00
Calendarización y definición de cronograma de actividades.	500,00
Establecer convenios de participación interinstitucional entre GAD Parroquial, EMAC EP.	250,00
Ejecución del programa	
Socialización del programa por diferentes medios alternativos.	2000,00
Definir políticas a nivel parroquial que garanticen la mejora continua en el manejo de residuos sólidos en el mercado.	1000,00
Generar mecanismos para la clasificación previa de residuos sólidos en el mercado.	1200,00
Elaborar el proyecto para el aprovechamiento biológico de residuos sólidos orgánicos en sistemas de compostaje en la parroquia.	3000,00
Promover la generación de una planta para el aprovechamiento biológico de residuos sólidos en la parroquia.	3000,00
Establecer horarios especiales de recolección de residuos orgánicos en el mercado.	600,00
Establecer sistemas de estaciones de almacenamiento de residuos orgánicos su transferencia	3000,00
Establecer una ruta de recolección de residuos orgánicos en la cabecera parroquial para incrementar el volumen de materia orgánica que ingrese a la planta de compostaje.	3000,00
Generar una lista de productores agrícolas a beneficiar con la producción de compost.	800,00
Generar un sistema de estímulos para la utilización de compost generado en la parroquia.	2000,00
Evaluación y cierre del programa	
Evaluación general del proceso.	2500,00
Elaboración de plan de mejoras para próximas aplicaciones del plan.	1000,00
Inversión total para aplicación del programa	24850,00

Cronograma:

Programas / Tiempo de aplicación	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Convocatoria a reuniones de planificación y seguimiento del programa.	■											
Calendarización y definición de cronograma de actividades.	■											
Establecer convenios de participación interinstitucional entre GAD Parroquial, Cantonal y EMAC EP.	■	■										
Socialización del programa por diferentes medios alternativos.	■	■	■									
Definir políticas a nivel parroquial que garanticen la mejora continua en el manejo de residuos sólidos en el mercado.			■									
Generar mecanismos para la clasificación previa de residuos sólidos en el mercado.		■	■	■								
Elaborar el proyecto para el aprovechamiento biológico de residuos sólidos orgánicos en sistemas de compostaje en la parroquia.	■	■	■	■								
Promover la generación de una planta para el aprovechamiento biológico de residuos sólidos en la parroquia.	■	■	■	■	■	■						
Establecer horarios especiales de recolección de residuos orgánicos en el mercado.				■	■	■						
Establecer sistemas de estaciones de almacenamiento de residuos orgánicos para su transferencia						■	■	■				
Establecer una ruta de recolección de residuos orgánicos en la cabecera parroquial para incrementar el volumen de materia orgánica que ingrese a la planta de compostaje								■	■			

Generar una lista de productores agrícolas a beneficiar con la producción de compost.																				
Generar un sistema de estímulos para la utilización de compost generado en la parroquia.																				
Evaluación general del proceso.																				
Elaboración de plan de mejoras para próximas aplicaciones del plan.																				

3.3.3 Línea estratégica de control y mitigación de impactos ambientales.

Esta línea estratégica busca controlar los procesos que se desarrollan dentro de la cabecera parroquial de Ricaurte, con el objetivo de minimizar y mitigar los impactos que estos producen sobre la salud humana y el medio ambiente, también se pretende mantener levantada información que permita medir el grado de mejora continua que ofrece la aplicación de este Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

3.3.3.1 Programa de control y mitigación de impactos ambientales.

Objetivos del Programa:

- Determinar mecanismos y acciones de control en los diferentes impactos negativos analizados en el presente estudio, que afectan a los procesos de almacenamiento, recolección, transporte y disposición final del manejo de residuos sólidos.

Responsables del programa:

- Asesor técnico del GAD Ricaurte
- Asesor ambiental del GAD Ricaurte

Colaboración:

- Personal técnico de EMAC EP

Dirigido a:

- Población de la cabecera parroquial de Ricaurte

Plan de actividades del programa:

Planificación y seguimiento del programa

- Convocatoria a reuniones de planificación y seguimiento.
- Analizar las falencias encontradas en los procesos del actual sistema de gestión de residuos sólidos, las cuales provocan impactos ambientales negativos.
- Planificar visitas a hogares y recorridos de recolección.
- Planificar acompañamientos a los vehículos recolectores hasta el relleno sanitario.
- Planificar visitas de control al relleno sanitario.

Ejecución del programa:

- Inventariar y analizar las condiciones de los recipientes instalados en la vía pública y áreas verdes de la cabecera parroquial.
- Solicitar a EMAC EP la reparación o reposición de recipientes deteriorados, en caso de encontrarlos en mal estado.
- Solicitar a EMAC EP la instalación de nuevos recipientes en sitios que carecen de ellos.
- Inventariar y analizar las condiciones de parrillas de almacenamiento existentes en las viviendas; aquellas viviendas que carezcan de parrillas deberán ser notificadas como incumplimiento a la ordenanza vigente y solicitar su instalación en un tiempo determinado
- Cumplir una campaña de difusión de recipientes para el adecuado almacenamiento de residuos sólidos según su tipo: Orgánicos, reciclables, corto punzantes.
- Cumplir una campaña de difusión de fundas plásticas para cada tipo de residuo sólido generado, según la ordenanza vigente a nivel cantonal.
- Hacer de los planes de educación ambiental y capacitación a instituciones educativas secundarias una herramienta para la difusión mediante recorridos como parte de los talleres planteados en programas de capacitación.
- Entregar volantes que indiquen los impactos ambientales negativos provocados en los diferentes procesos.
- Difusión de frecuencias, rutas y horarios de recolección.
- Verificar el cumplimiento de normas de seguridad y salud ocupacional por parte de los trabajadores de EMAC EP que prestan el servicio en la cabecera parroquial.

Cierre y evaluación

- Evaluación general del proceso al término de cada año de aplicación.
- Elaboración de plan de mejoras para próximas aplicaciones del plan.

Indicadores:

- Al término del primer año de aplicación del plan se debe tener inventariado los recipientes de almacenamiento instalados por EMAC, y las parrillas instaladas en cada domicilio de la cabecera parroquial.
- Al finalizar el primer año se debe terminar la difusión de los tipos de recipientes para el correcto almacenamiento, teniendo presente la separación en la fuente generadora.
- Al terminar cada año de aplicación del plan se debe cumplir una nueva evaluación de impactos y confirmar las mejoras en los procesos afectados.

Presupuesto:

Actividad	Inversión
Planificación y seguimiento del programa	
Convocatoria a reuniones de planificación y seguimiento	1000,00
Analizar las falencias encontradas en los procesos del actual sistema de gestión de residuos sólidos, las cuales provocan impactos ambientales negativos.	2000,00
Planificar visitas a hogares y recorridos de recolección.	500,00
Planificar acompañamientos a los vehículos recolectores hasta el relleno sanitario.	500,00
Planificar visitas de control al relleno sanitario	500,00
Ejecución	
Inventariar y analizar las condiciones de los recipientes instalados en la vía pública y áreas verdes de la cabecera parroquial.	2000,00
Solicitar a EMAC EP la reparación o reposición de recipientes deteriorados, en caso de encontrarlos en mal estado.	500,00
Solicitar a EMAC EP la instalación de nuevos recipientes en sitios que carecen de ellos.	500,00
Inventariar y analizar las condiciones de parrillas de almacenamiento existentes en las viviendas	2000,00
Cumplir una campaña de difusión de recipientes para el adecuado almacenamiento de residuos sólidos según su tipo: Orgánicos, reciclables, corto punzantes.	5000,00
Cumplir una campaña de difusión de fundas plásticas para cada tipo de residuo sólido generado, según la ordenanza vigente a nivel cantonal.	5000,00
Hacer de los planes de educación ambiental y capacitación a instituciones educativas secundarias una herramienta para la difusión mediante recorridos como parte de los talleres.	5000,00

Entregar volantes que indiquen los impactos ambientales negativos provocados en los diferentes procesos.	3000,00
Difusión de frecuencias, rutas y horarios de recolección.	2500,00
Verificar el cumplimiento de normas de seguridad y salud ocupacional por parte de los trabajadores de EMAC EP que prestan el servicio en la cabecera parroquial.	1500,00
Cierre y evaluación	
Evaluación general del proceso al término de cada año de aplicación.	2000,00
Elaboración de plan de mejoras para próximas aplicaciones del plan.	2000,00
Inversión total para aplicación del programa	35500,00

Cronograma:

Actividad / Tiempo de aplicación	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Convocatoria a reuniones de planificación y seguimiento												
Analizar las falencias encontradas en los procesos del actual sistema de gestión de residuos sólidos, las cuales provocan impactos ambientales negativos.												
Planificar visitas a hogares y recorridos de recolección.												
Planificar acompañamientos a los vehículos recolectores hasta el relleno sanitario.												
Planificar visitas de control al relleno sanitario												
Inventariar y analizar las condiciones de los recipientes instalados en la vía pública y áreas verdes de la cabecera parroquial.												
Solicitar a EMAC EP la reparación o reposición de recipientes deteriorados, en caso de encontrarlos en mal estado.												

Solicitar a EMAC EP la instalación de nuevos recipientes en sitios que carecen de ellos.																				
Inventariar y analizar las condiciones de parrillas de almacenamiento existentes en las viviendas																				
Cumplir una campaña de difusión de recipientes para el adecuado almacenamiento de residuos sólidos según su tipo: Orgánicos, reciclables, corto punzantes.																				
Cumplir una campaña de difusión de fundas plásticas para cada tipo de residuo sólido generado, según la ordenanza vigente a nivel cantonal.																				
Hacer de los planes de educación ambiental y capacitación a instituciones educativas secundarias una herramienta para la difusión mediante recorridos como parte de los talleres.																				
Entregar volantes que indiquen los impactos ambientales negativos provocados en los diferentes procesos.																				
Difusión de frecuencias, rutas y horarios de recolección.																				
Verificar el cumplimiento de normas de seguridad y salud ocupacional por parte de los trabajadores de EMAC EP que prestan el servicio en la cabecera parroquial.																				
Evaluación general del proceso al término de cada año de aplicación.																				
Elaboración de plan de mejoras para próximas aplicaciones del plan.																				

3.3.3.2 Programa de control a los procesos de almacenamiento, recolección y transporte de residuos sólidos.

Objetivos del Programa:

- Determinar mecanismos y acciones de control en los procesos de almacenamiento, recolección y transporte de residuos sólidos.
- Minimizar los impactos ambientales negativos producidos durante el proceso.
- Mejorar es aspecto paisajístico en barrios de la cabecera parroquial de Ricaurte.

Responsables del programa:

- Asesor técnico del GAD Ricaurte
- Asesor ambiental del GAD Ricaurte
- Crear la comisión de ambiente y salud del GAD parroquial de Ricaurte.

Colaboración:

- Personal técnico de EMAC EP

Dirigido a:

- Población de la cabecera parroquial de Ricaurte

Plan de actividades del programa:

Planificación y seguimiento del programa

- Convocatoria a reuniones de planificación y seguimiento.
- Analizar las falencias encontradas en los procesos de almacenamiento, recolección y transporte del actual sistema de gestión de residuos sólidos.
- Planificar recorridos en rutas de recolección.
- Planificar acompañamientos a los vehículos recolectores hasta el relleno sanitario.

Ejecución del programa:

- Diseñar y aplicar un sistema de vigilancia comunitaria para la revisión de los procesos de almacenamiento, recolección y transporte de residuos sólidos.
- Definir y adecuar sitios de almacenamiento masivo que permita reducir el tiempo de recolección y agilizar el servicio.
- Definir y difundir mecanismos de separación de residuos durante el almacenamiento, para residuos orgánicos y reciclables.
- Cumplir campañas de difusión de frecuencias, horarios y rutas de recolección de residuos sólidos.

- Fomentar la creación de una asociación de recicladores de Ricaurte que se integre a la asociación urbana, generando actividades económicas para sectores de la población.

Cierre y evaluación

- Evaluación general del proceso al término de cada año de aplicación.
- Elaboración de plan de mejoras para próximas aplicaciones del plan.

Indicadores:

- Al final de un año de aplicación del plan se debe definir al menos cuatro sitios de almacenamiento masivo de residuos sólidos, estos deben tener un plan de adecuación y aprobación por parte de EMAC EP.
- Calificar a al menos 15 personas para formar la asociación de recicladores de la parroquia Ricaurte.
- En seis meses de aplicación del programa se debe evidenciar una mejora paisajística en la zona de estudio.

Presupuesto:

Actividad	Costo
Planificación y seguimiento del programa	
Convocatoria a reuniones de planificación y seguimiento	1000,00
Analizar las falencias encontradas en los procesos de almacenamiento, recolección y transporte del actual sistema de gestión de residuos sólidos.	2000,00
Planificar recorridos en rutas de recolección.	500,00
Planificar acompañamientos a los vehículos recolectores hasta el relleno sanitario	500,00
Ejecución	
Diseñar y aplicar un sistema de vigilancia comunitaria para la revisión de los procesos de almacenamiento, recolección y transporte de residuos sólidos.	12000,00
Definir y adecuar sitios de almacenamiento masivo que permita reducir el tiempo de recolección y agilizar el servicio.	10000,00
Definir y difundir mecanismos de separación de residuos durante el almacenamiento, para residuos orgánicos y reciclables.	3000,00
Cumplir campañas de difusión de frecuencias, horarios y rutas de recolección de residuos.	2000,00

Fomentar la creación de una asociación de recicladores de Ricaurte que se integre a la asociación urbana, generando actividades económicas para sectores de la población.	3000,00
Cierre y evaluación	
Evaluación general del proceso al término de cada año de aplicación.	2000,00
Elaboración de plan de mejoras para próximas aplicaciones del plan.	2000,00
Inversión total para aplicación del programa	38000,00

Cronograma:

Actividad / Tiempo de aplicación	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Convocatoria a reuniones de planificación y seguimiento												
Analizar las falencias encontradas en los procesos de almacenamiento, recolección y transporte del actual sistema de gestión de residuos sólidos.												
Planificar recorridos en rutas de recolección.												
Planificar acompañamientos a los vehículos recolectores hasta el relleno sanitario												
Diseñar y aplicar un sistema de vigilancia comunitaria para la revisión de los procesos de almacenamiento, recolección y transporte de residuos sólidos.												
Definir y adecuar sitios de almacenamiento masivo que permita reducir el tiempo de recolección y agilizar el servicio.												
Definir y difundir mecanismos de separación de residuos durante el almacenamiento, para residuos orgánicos y reciclables.												

Cumplir campañas de difusión de frecuencias, horarios y rutas de recolección de residuos.												
Fomentar la creación de una asociación de recicladores de Ricaurte que se integre a la asociación urbana, generando actividades económicas para sectores de la población.												
Evaluación general del proceso al término de cada año de aplicación												

3.3.4 Línea estratégica de disposición final adecuada.

Esta línea estratégica busca determinar las acciones necesarias para el correcto cierre y posteriores actividades dentro del relleno sanitario Pichacay fase II, así como establecer medidas de control para la extracción de Biogás y manejo de lixiviados a futuro.

3.3.4.1 Programa para el cierre y abandono del relleno sanitario Pichacay fase II.

Objetivos del Programa:

- Determinar directrices para el correcto cierre y abandono de la actual etapa de funcionamiento del relleno sanitario.
- Definir estrategias para la puesta en marcha de la fase III del relleno sanitario Pichacay.

Responsables del programa:

- Funcionarios de la Dirección Técnica de EMAC EP.

Dirigido a:

- Población del cantón Cuenca.

Plan de actividades del programa:

Planificación y seguimiento del programa

- Determinar los estudios necesarios para la implementación del nuevo relleno sanitario.
- Elaboración de cronogramas para la aplicación de estudios preliminares.
- Elaboración de cronogramas para el cierre del actual relleno sanitario.
- Elaborar un plan de cierre del actual relleno sanitario.

- Planificar el aprovechamiento del biogás generado tras el cierre del actual relleno sanitario.

Ejecución del programa:

- Monitorear el sistema de impermeabilización del relleno sanitario a cerrar
- Caracterizar los lixiviados generados.
- Construcción de ductos de extracción de biogás y ductos de abastecimiento hacia la planta de aprovechamiento de energía.
- Caracterización del biogás obtenido.
- Elaborar un plan de revegetación de la etapa del relleno sanitario a cerrar, para ello se definirán especies nativas del lugar.
- Desarrollar un plan de manejo ambiental para la gestión de revegetación en la segunda etapa del relleno sanitario.
- Desarrollar un plan de manejo ambiental para el funcionamiento de la tercera etapa del relleno sanitario.
- Diseñar un mecanismo de monitoreo para el control del buen funcionamiento del relleno sanitario.
- Diseñar las características de cada una de las celdas para la compactación de residuos sólidos.
- Definir anualmente la frecuencia de caracterización de los residuos sólidos a compactar en el relleno sanitario.
- Establecer los espacios físicos para el acceso al nuevo relleno sanitario, incluyendo: áreas de maniobras, y sitios para el movimiento de tierras.
- Los espacios físicos se deberán definir para cada una de las celdas a instalar.
- Diseñar programas de investigación e innovación para la mejora continua de los procesos de descarga y compactación de residuos sólidos dentro del relleno sanitario.
- Diseñar programas de investigación e innovación para la mejora continua de los procesos de incineración y disposición final de residuos sólidos infecciosos.

Indicadores:

- Al término del sexto mes se deben tener listos todos los estudios pertinentes para el cierre adecuado del actual relleno sanitario.
- Al término de un año deben estar terminados todos los estudios pertinentes para la apertura de la nueva etapa del relleno sanitario.
- Al término del primer año tener al menos dos programas de investigación e innovación tecnológica para los procesos de descarga y compactación de residuos sólidos.

Presupuesto:

Actividad	Inversión
Planificación y seguimiento del programa	
Determinar los estudios necesarios para la implementación del nuevo relleno sanitario.	1200,00
Elaboración de cronogramas para la aplicación de estudios preliminares.	350,00
Elaboración de cronogramas para el cierre del actual relleno sanitario.	350,00
Elaborar un plan de cierre del actual relleno sanitario.	2500,00
Planificar el aprovechamiento del biogás generado tras el cierre del actual relleno sanitario.	7500,00
Ejecución	
Monitorear el sistema de impermeabilización del relleno sanitario a cerrar	5000,00
Caracterizar los lixiviados generados.	5000,00
Construcción de ductos de extracción de biogás y ductos de abastecimiento hacia la planta de aprovechamiento de energía.	14000,00
Caracterización del biogás obtenido.	5000,00
Elaborar un plan de revegetación de la etapa del relleno sanitario a cerrar, para ello se definirán especies nativas del lugar.	5000,00
Desarrollar un plan de manejo ambiental para la gestión de revegetación en la etapa del relleno en cierre.	4000,00
Desarrollar un plan de manejo ambiental para el funcionamiento del la tercera etapa del relleno sanitario.	4000,00
Diseñar un mecanismo de monitoreo para el control del buen funcionamiento del relleno sanitario.	7500,00
Diseñar las características de cada una de las celdas para la compactación de residuos sólidos.	11000,00
Definir anualmente la frecuencia de caracterización de los residuos sólidos a compactar en el relleno sanitario.	2500,00
Establecer los espacios físicos para el acceso al nuevo relleno sanitario, incluyendo: áreas de maniobras, y sitios para el movimiento de tierras.	15000,00

Los espacios físicos se deberán definir para cada una de las celdas a instalar.	5000,00
Diseñar programas de investigación e innovación para la mejora continua de los procesos de descarga y compactación de residuos sólidos dentro del relleno sanitario.	8000,00
Diseñar programas de investigación e innovación para la mejora continua de los procesos de incineración y disposición final de residuos sólidos infecciosos.	12000,00
Inversión total para aplicación del programa	114900,00

Cronograma:

Actividad / Tiempo de aplicación	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Determinar los estudios necesarios para la implementación del nuevo relleno sanitario.												
Elaboración de cronogramas para la aplicación de estudios preliminares.												
Elaboración de cronogramas para el cierre del actual relleno sanitario.												
Elaborar un plan de cierre del actual relleno sanitario.												
Planificar el aprovechamiento del biogás generado tras el cierre del actual relleno sanitario.												
Monitorear el sistema de impermeabilización del relleno sanitario a cerrar												
Caracterizar los lixiviados generados.												
Construcción de ductos de extracción de biogás y ductos de abastecimiento hacia la planta de aprovechamiento de energía.												
Caracterización del biogás obtenido.												

Elaborar un plan de revegetación de la etapa del relleno sanitario a cerrar, para ello se definirán especies nativas del lugar.																				
Desarrollar un plan de manejo ambiental para la gestión de revegetación en la etapa del relleno en cierre.																				
Desarrollar un plan de manejo ambiental para el funcionamiento del la tercera etapa del relleno sanitario.																				
Diseñar un mecanismo de monitoreo para el control del buen funcionamiento del relleno sanitario.																				
Diseñar las características de cada una de las celdas para la compactación de residuos sólidos.																				
Definir anualmente la frecuencia de caracterización de los residuos sólidos a compactar en el relleno sanitario.																				
Establecer los espacios físicos para el acceso al nuevo relleno sanitario, incluyendo: áreas de maniobras, y sitios para el movimiento de tierras.																				
Los espacios físicos se deberán definir para cada una de las celdas a instalar.																				
Diseñar programas de investigación e innovación para la mejora continua de los procesos de descarga y compactación de residuos sólidos dentro del relleno sanitario.																				
Diseñar programas de investigación e innovación para la mejora continua de los procesos de incineración y disposición final de residuos sólidos infecciosos.																				

DISCUSIÓN

A nivel de residuos sólidos municipales, el promedio de generación en la cabecera parroquial de Ricaurte es de 2,52 toneladas, con un porcentaje de componentes orgánicos del 71,93%, valor superior al determinado en el año 2012 por EMAC EP, en cuyo proceso de caracterización se determinó que la materia orgánica comprendía el 67% de la producción total a nivel cantonal, careciendo el estudio en referencia de información clasificada en sectores rurales.

La producción per cápita en la cabecera parroquial de Ricaurte es de 0,328 kg/hab/día, valor que está por debajo de la media obtenida en el sector rural del cantón Cuenca, ésta según EMAC EP es de 0,398 kg/hab/día, esta diferencia la marcaría el incremento en la producción de residuos sólidos en los fines de semana, durante los cuales se activa el turismo en la cabecera parroquial de Ricaurte.

Según el Informe Ejecutivo de la Consultoría para la realización de un estudio de caracterización de residuos sólidos para Quito, indica que en parroquias como Pintag y San José de Minas, la PPC se mantiene entre los 0,46 y 0,48 kg/hab/día, valores que, al igual que en Ricaurte, se encuentran por debajo de la media cantonal, que para Quito es de 0,580 kg/hab/día.

Cantones como Ambato y Riobamba generan el promedio 0,630 y 0,480 kg/hab/día respectivamente; en lo referente a la zona urbana del cantón Cuenca, presenta una producción per cápita de 0,523kg/hab/día, con un mayor porcentaje de habitantes en los sectores rurales que las otras ciudades consideradas en este punto.

La determinación de la generación per cápita a nivel parroquial permitió proyectar la producción anual futura de residuos sólidos en los nueve barrios que forman parte de la cabecera parroquial, con ello se podrá establecer la conveniencia de incrementar el número de vehículos recolectores y personal que presta el servicio en el área de influencia del presente estudio; así como considerar la disposición final más adecuada para éstos.

Con este valor se podría proyectar la generación diaria a nivel parroquial e incluso estimar un aproximado rural a nivel cantonal que colabore a redimensionar las siguientes etapas del relleno sanitario de Pichacay.

La determinación de la composición gravimétrica permite establecer nuevas alternativas de reutilización, reciclaje y aprovechamiento de energía a partir de los residuos sólidos generados en la cabecera parroquial de Ricaurte. Iniciando este proceso con una adecuada separación en la fuente que aproveche la utilización de la técnica de las 4R.

La aplicación de esta técnica permite reducir el volumen total de residuos sólidos a recolectar, transportar y disponer en el relleno sanitario, con lo que se extendería la vida útil del mismo, generando empleo con el aprovechamiento de las características físicas y químicas de los materiales que para la población es inservible.

Tomando en cuenta que el 71,93% del total de residuos sólidos generados es componente orgánico, el compostaje se presenta como una importante posibilidad para aprovechar la composición química y bacteriológica de los residuos sólidos comunes. Al implementar este sistema se reincorpora este tipo de residuos sólidos al ciclo de natural de la materia orgánica mediante la fertilización de suelos.

La producción de compost y su utilización en la parroquia reduciría la utilización de fertilizantes artificiales, mejorando la calidad de los vegetales y granos que se producen en la zona. Comunitariamente fortalecería la participación ciudadana y podría utilizarse como una herramienta en programas de educación ambiental.

La implementación de un sistema de compostaje implica un importante ahorro en transporte hacia el relleno sanitario y en sus procesos de tratamiento, también se evitaría la generación de lixiviados que requieren un nuevo proceso que inicia con el transporte y tratamiento en la planta de aguas residuales de Cuenca.

En lo referente al almacenamiento, el 52,91% de la población asegura que utiliza fundas plásticas para el colocar su basura, sin embargo todavía se utilizan alternativas de almacenamiento como baldes plásticos, sacos de yute y cartones, siendo estos poco técnicos para este proceso porque exponen los residuos sólidos a posibles derrames provocados por perros y roedores, situación que dificulta el almacenamiento selectivo.

La separación en la fuente se da de forma parcial, solamente el 65% de la población separa sus residuos, aunque el 98% de los habitantes dicen estar dispuestos a mejorar sus procedimientos de selección en la fuente de generación, aunque para lograrlo es importante capacitación y compromiso de la población para tener una mejora continua en los procesos.

EMAC EP ha dispuesto la instalación obligatoria de parrillas de almacenamiento de residuos sólidos en viviendas unifamiliares, el cumplimiento de esta normativa es aplicable en la cabecera parroquial de Ricaurte, siendo en los barrios periféricos necesaria otra alternativa debido al almacenamiento masivo de residuos en esquinas y bocacalles.

La instalación de pequeñas estaciones de transferencia en diferentes barrios mejoraría notablemente el almacenamiento de residuos en zonas periféricas, ahí los residuos estarían

protegidos de posibles derrames, vientos y lluvias, que hacen de las bolsas de basura potenciales focos de contaminación.

La problemática analizada en cuanto a la generación, separación y almacenamiento de residuos provocan impactos ambientales que afectan a la población en general, en total se analizaron 115 impactos, 67 de ellos negativos, entre los cuales existe una dominancia de impactos catalogados como moderado, lo que implica que éstos son fácilmente recuperables en un espacio de tiempo corto, hay que recalcar que no se hallaron impactos ambientales críticos y apenas 15 severos.

EMAC EP brinda los servicios de recolección y transporte de residuos sólidos, barrido de calles y mantenimiento de áreas verdes en la cabecera parroquial de Ricaurte, para lo cual aplica un PGIRS que está amparado en un Sistema Integrado de Gestión (SIG) para estos procesos, éste SIG se ampliará a todos los procesos técnicos y administrativos de EMAC EP durante el próximo bienio, de ahí la importancia de esta propuesta de PGIRS en la parroquia, sobre todo para incrementar la eficiencia del sistema de recolección y transporte en el área rural del cantón Cuenca.

Este Sistema Integrado de Gestión tiene como uno de sus objetivos la mejora continua de los procesos, generando un equilibrio entre los entornos social, económico y ambiental en los procesos comprendidos dentro de la gestión de residuos sólidos a nivel cantonal. En este contexto, el aprovechamiento del biogás generado tras la disposición final de los residuos sólidos se presenta como una opción amigable con el ambiente para el aprovechamiento de energía.

La próxima puesta en marcha de la Planta de Biogás de EMAC – BGP Energy aportará con 2Mw de energía eléctrica, la cual se integrará a la red nacional de electricidad beneficiando a aproximadamente 8.000 familias y retirando del ambiente gases compuestos por Azufre, dióxido de carbono, monóxido de carbono y metano, principalmente; este último posee un alto poder calorífico y se encuentra presente entre un 50 y 60% del total del gas generado por la descomposición de residuos sólidos en el relleno sanitario Pichacay.

Este aprovechamiento permitirá generar nuevas fuentes de empleo y la posibilidad de aplicar una alternativa limpia y tecnológica que aproveche los residuos sólidos producidos a nivel cantonal, donde Ricaurte aporta con alrededor de 2,5 toneladas diariamente.

De igual forma, la Planta de Esterilización de residuos sólidos infecciosos de EMAC EP se encuentra en etapa de pruebas, el inicio de operaciones de ésta minimizará los riesgos que actualmente presenta el transporte de este tipo de residuos hasta el cantón Nobol en la

provincia del Guayas, así también, la capacidad de esta planta permitirá integrar al sistema de gestión de residuos infecciosos a aquellos generados en salones de belleza y Spas que por sus características pueden ser considerados infecciosos.

En Ricaurte existe un Subcentro de salud que es el principal generador de residuos infecciosos; sin embargo, consultorios médicos, farmacias, dispensarios médicos de instituciones educativas y salones de belleza deberían integrarse de forma sistemática al proceso de gestión de residuos infecciosos que termina con la esterilización y disposición final de este tipo de residuos en el relleno sanitario Pichacay.

El relleno sanitario, la planta de biogás, la de esterilización y las estaciones para la separación de materiales reciclables, se integran dentro del Complejo de Desarrollo Humano Pichacay, éste se emplaza en la parroquia Santa Ana siendo además la principal beneficiaria de este complejo como el mantenimiento vial, la caracterización y control de aguas superficiales y subterráneas, generación de empleo de forma directa e indirecta y aportes económicos para su desarrollo en general.

Parroquias rurales como Ricaurte también deberían buscar beneficios de estas índoles a cambio de su producción de residuos sólidos, como ya se había indicado uno de ellos sería la producción de compost, una segunda alternativa es el manejo de sus materiales reciclables, para lo cual es necesario formalizar esta actividad a nivel parroquial con la conformación de una asociación de recicladores en la parroquia y con la implementación de una estación de reciclaje, teniendo como objetivo empresas como Cartapel, Sabril y Plastiazuay, ubicadas en el Parque Industrial de Cuenca.

CONCLUSIONES

- a) El PGIRS empleado por EMAC EP para la gestión de residuos sólidos en el Cantón Cuenca, es adecuado para mantener la calidad de vida de la población, aunque, a nivel rural existen algunos aspectos que podrían fortalecer este sistema de gestión.
- b) La cabecera parroquial de Ricaurte cuenta con un servicio de recolección del 100%, con dos rutas de recolección y un equipo de trabajo dispuesto en la zona para recolectar 2,5 toneladas de residuos diariamente.
- c) La generación per cápita en la cabecera parroquial de Ricaurte es de 0,328 kg/hab/día, información con la cual se estableció la producción total en 2515,84 kg diarios, igualmente este dato sirve para calcular la generación en forma mensual, trimestral y anual.
- d) El principal componente de los residuos sólidos en la cabecera parroquial de Ricaurte es la materia orgánica con el 72% de presencia en la producción total.
- e) La producción de residuos sólidos se incrementa durante los fines de semana, en primer lugar la activación turística genera una mayor demanda de alimentos; luego la presencia de la feria dominical en el mercado 4 de noviembre y las convocatorias a las celebraciones eucarísticas, traen una importante inyección comercial que, obviamente, genera residuos sólidos que incrementan el promedio general de producción.
- f) La separación selectiva en la fuente todavía es deficiente a nivel parroquial, siendo necesario capacitar a la población para mejorar este proceso.
- g) El almacenamiento se presenta como una problemática en Ricaurte, iniciando desde los envases utilizados, muchos de ellos poco técnicos para esta actividad, los sitios destinados para este efecto tampoco son los adecuados, presentándose varios sitios de amontonamiento de residuos, dejando un mal aspecto paisajístico y sirviendo de hábitat para la proliferación de vectores y roedores que afectan directamente a la salud de la población.
- h) El manejo de escombros también presenta falencias, a pesar de existir una normativa vigente, los constructores prefieren abandonar estos materiales en terrenos baldíos, orillas de vías y quebradas, situación que podría mejorar profundizando en las debilidades de esta práctica y proponiendo alternativas para su adecuada gestión.
- i) La mejora en los procesos de separación en la fuente y almacenamiento es posible que el 98% de la población está dispuesta a ser parte de los procesos de mejora.

- j) El alto porcentaje de residuos sólidos orgánicos producidos en Ricaurte abre la posibilidad de proyectar la instalación de una planta de compostaje que brinde nuevas alternativas para una agricultura sostenible en la parroquia.
- k) La mejora continua es uno de los principales objetivos del Sistema Integrado de Gestión con el cual EMAC EP sirve al cantón Cuenca, de ahí que los proyectos para el aprovechamiento de energía y mejora en los servicios prestados mejoran la calidad de vida de los cuencanos y se muestran alternativas amigables con el medio ambiente y la salud humana.
- l) La inclusión de instituciones educativas de la cabecera parroquial de Ricaurte como beneficiarios de los programas de educación ambiental enmarcados en este PGIRS, servirán como medios de enlace con la población en general para la transmisión de conocimiento.
- m) La recuperación de impactos negativos no requieren la acción de medidas correctoras, esto porque el 76% de este tipo de impactos se categorizaron como moderado, careciendo, según la evaluación de impactos, de impactos críticos.
- n) Los impactos ambientales encontrados no afectan la calidad ambiental de la zona de estudio respecto al manejo de residuos sólidos.

RECOMENDACIONES

- a) Implementar los programas integrados en el PGIRS de Ricaurte para generar conciencia ciudadana en cuanto a la gestión de residuos sólidos en la parroquia, mejorar los procesos de almacenamiento, recolección y transporte y colaborar con la gestión de EMAC EP.
- b) Integrar al staff de asesores del GAD parroquial de Ricaurte un Asesor Técnico Ambiental que garantice el cumplimiento de este PGIRS.
- c) Gestionar la elaboración de un diagnóstico del manejo de residuos sólidos a nivel rural, esta debería tener una frecuencia bianual para mejorar los servicios prestados en esta área y evaluar las mejoras alcanzadas.
- d) Con la generación per cápita, las proyecciones anuales de generación de residuos sólidos y el peso específico de cada uno de los componentes analizados en este estudio, se recomienda redimensionar el servicio de recolección y transporte, pudiendo a futuro servir a Ricaurte con dos vehículos recolectores y dos cuadrillas.
- e) Aprovechar el porcentaje de residuos sólidos orgánicos generados para diseñar y montar una planta de compostaje que beneficie a los agricultores de la parroquia y reduzca el volumen de residuos a transportar hasta el relleno sanitario de Pichacay, aprovechando las características químicas y bacteriológicas de los residuos sólidos generados.
- f) Fomentar la creación de una asociación de recicladores a nivel parroquial que aproveche los residuos sólidos con características afines a la reutilización y reciclaje y la cercanía de la parroquia con el Parque Industrial de Cuenca, donde se emplazan industrial que requieren materias primas recicladas.
- g) Incentivar la adecuación de sitios de disposición final de escombros que eviten el desalojo de éstos en orillas de vías y quebradas, este tipo de instalaciones traen consigo ventajas como el mantenimiento vial y la generación de fuentes de empleo en la zona.
- h) Incentivar a la población a la reutilización de ciertos materiales que por sus características ofrecen esta posibilidad, como botellas de vidrio, envases, etc.
- i) Definir y adecuar sitios para almacenamiento masivo de residuos sólidos en zonas periféricas que minimicen los riesgos a los cuales se exponen los residuos con las actuales prácticas de almacenamiento.
- j) Incentivar a la población de la cabecera parroquial a la instalación de parrillas de almacenamiento con pliegue automático, en cumplimiento con la legislación vigente, de manera que minimicen los riesgos a los cuales se exponen los residuos en la actualidad.

- k) Difundir de forma periódica las frecuencias y horarios de recolección de residuos sólidos en la zona, de manera que en aquellos sectores en los cuales este proceso se cumple desde las 13:00 se evite almacenar los residuos desde tempranas horas.
- l) Ejecutar evaluaciones de impacto ambiental anualmente que demuestren la minimización de éstos en los diferentes procesos de la gestión de residuos sólidos, de ser el caso de deberían plantear nuevas alternativas para mejorar los resultados obtenidos.
- m) Crear y garantizar la operatividad de la Comisión de Ambiente y salud del GAD parroquial de Ricaurte
- n) Gestionar los recursos financieros para la aplicación del presente PGIRS para Ricaurte.
- o) Promover este tipo de estudios en las 21 parroquias rurales restantes de manera que se pueda desarrollar un sistema integral rural a nivel cantonal.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrés, P., & Rodríguez, R. (2008) Evaluación y prevención de riesgos ambientales en Centroamérica. Documenta Universitaria. Girona – España.
- ARCSA. (22/12/2014) Agencia Nacional de Regulación y Control Sanitario. Ley Orgánica de Salud Pública del Ecuador. Recuperado de: <http://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/LEY-ORGANICA-DE-SALUD1.pdf>
- Arias, D. (2013) Estudio del proceso de trituración de residuos sólidos orgánicos para reducir la contaminación residual en el mercado mayorista de Ambato. Tesis previa a la obtención de título de Ingeniero Mecánico. Universidad Técnica de Ambato. Ambato – Ecuador.
- Arrellano, J., & Guzmán, J. (2011) Ingeniería Ambiental. Primera edición. Alfa omega Grupo Editor S.A. de C.V. México.
- Arteaga, A. & Bermeo, W. (2015) Gestión integral de residuos sólidos. Cuenca - Ecuador.- EMAC EP.
- Asamblea Nacional.(22/12/2014) Asamblea Nacional. Constitución de la República del Ecuador. Recuperado de: http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf
- Blair, R. & Richard, A. (2008) Bioestadística. Primera edición. Pearson Educación. México.
- Burns, R. (2011) Fundamentos de Química. Pearson Educación. Quinta edición. México DF - México
- Campos, I. (2000) Saneamiento Ambiental. EUNED. Primera reimpresión. Primera edición. San José - Costa Rica.
- Castells, X. (2005) Tratamientos y valorización energética de residuos. Fundación Iberoamericana Universitaria. Edigrafos S.A. Madrid - España
- Colmenares, W. & Santos, K. (2014) Generación y manejo de gases en sitios de disposición final. Ingeniería química org. Recuperado de: <http://www.ingenieriaquimica.org/system/files/relleno-sanitario.pdf>
- COOTAD. (2011) Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización. Ministerio de Coordinación de la Política y Gobiernos Autónomos

- Descentralizados. Quito. Ecuador. Recuperado de: http://www.ame.gob.ec/ame/pdf/cootad_2012.pdf
- EMAC EP (11/11/2014) Empresa Pública de Aseo de Cuenca. GAD Municipal Cuenca. Recuperado de: <http://www.emac.gob.ec/?q=content/recolecci%C3%B3n-0>
- EMAC EP. (19/01/2015) Empresa Pública de Aseo de Cuenca. GAD Municipal Cuenca. Recuperado de: <http://www.emac.gob.ec/?q=content/relleno-sanitario-0>
- EMAC EP. (20/01/2015) Empresa Pública de Aseo de Cuenca. GAD Municipal Cuenca. Recuperado de: <http://www.emac.gob.ec/?q=content/recolecci%C3%B3n-0>
- EMAC EP. (2015) Rendición de cuentas 2014. Gad Cuenca. Recuperado de: <http://www.emac.gob.ec/sites/default/files/RendiciondecuentasEMAC%202014.pdf>
- EMAC EP. (21/01/2015) Empresa Pública de Aseo de Cuenca. GAD Municipal Cuenca. Recuperado de: <http://www.emac.gob.ec/?q=content/reciclaje-0>
- EMAC EP. (22/01/2015) Empresa Pública de Aseo de Cuenca. GAD Municipal Cuenca. Recuperado de: <http://www.emac.gob.ec/?q=content/escombreras-0>
- EMAC EP. (29/01/2015) Empresa Pública de Aseo de Cuenca. GAD Municipal Cuenca. Recuperado de: <http://www.emac.gob.ec/?q=content/compost-y-humus>.
- ETAPA. (27/01/2015) Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. GAD Municipal Cuenca. Recuperado de: <http://www.etapa.net.ec/Productos-y-servicios/Gesti%C3%B3n-ambiental/Gesti%C3%B3n-de-Desechos-y-Calidad-Ambiental/Programa-de-Recolecci%C3%B3n-y-Disposici%C3%B3n-de-Pilas>
- GAD Cuenca. (17/11/2014) Gobierno Autónomo Descentralizado de Cuenca. Ordenanzas Municipales del cantón Cuenca. Recuperado de: <http://www.cuenca.gob.ec/?q=node/8881>
- GAD Cuenca. (2011) Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca. GAD Cantonal de Cuenca. INCAOTA. Cuenca, Ecuador.
- GAD Ricaurte. (2011) Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Rural Ricaurte. GAD Ricaurte. INCAOTA. Cuenca, Ecuador.
- Garmendia, A., Salvador, A., Crespo, C., & Garmendia, L. (2005) Evaluación de Impacto Ambiental. Pearson Educación S.A. Madrid, España.

- Gilbert, M. y Wendell, P. (2008) Introducción a la ingeniería medioambiental. Pearson Educación. Madrid – España.
- Giraldo, E. (2003) Tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios, avances recientes. Universidad de los Andes. Bogotá - Colombia
- Henry, G. & Heinke, W. (1999) Ingeniería Ambiental. Pearson educación. México DF
- Hernández, R. Fernández-Collado, C. & Baptista, P. (2006) Metodología de la Investigación. McGraw Hill. Cuarta edición. México DF - México
- Ibarra, Y. (2011) Introducción a la problemática y estudio del ambiente. UNAD. Bogotá - Colombia. Recuperado de: <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358012/ContLin/index.html>.
- INEC. (2010) Resultados del Censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador. Fascículo provincial Azuay. Quito - Ecuador. Recuperado de: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/azuay.pdf>
- Larrea, M. & Cortez, S. (2008) Derecho Ambiental Ecuatoriano. Ediciones Legales. Primera Edición. Quito - Ecuador.
- López, J. (2009) Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos UNAD. Bogotá - Colombia. Recuperado de: <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358012/ContLin/index.html>
- Mackenzie, L. & Susan, J. (2005) Ingeniería y ciencias ambientales. MaGraw-Hill Interamericana. Distrito Federal - México
- MAE, OMS, OPS. (2003) Diagnóstico Preliminar: Gestión de la Calidad del Aire - Ecuador -. Ministerio del Ambiente. Organización Mundial de la Salud. Organización Panamericana de Salud
- MAE. (22/12/2014) Ministerio del Ambiente. Ley de Gestión Ambiental. Recuperado de: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>
- Mihelcic, J. & Zimmerman, J. (2013) Ingeniería Ambiental: Fundamentos, Sustentabilidad, Diseño. Primera edición. Alfa omega Grupo Editor S.A. de C.V. México

- Muñoz, F. (2011) Manejo de Cuencas Hidrográficas Tropicales. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja – Ecuador.
- OPS & OMS (13/11/2014) Manejo de los Residuos Sólidos Municipales en ciudades medianas. Curso de aprendizaje. Recuperado de: http://www.bvsde.paho.org/cursoa_mrsm/e/capitulo3.html.
- Penido, J. (2006) Manual de Gestión Integrada de Residuos Sólidos Municipales en ciudades de América Latina y el Caribe. Primera edición. Instituto Brasileiro de Administración Municipal - IBAM. Rio de Janeiro - Brasil
- Quito Ambiente. (27/12/2014) Municipio Metropolitano de Quito. Secretaría de Ambiente. Texto Unificado de Legislación Ambiental del Ecuador. Recuperado de: http://www.quitoambiente.gob.ec/index.php?option=com_k2&view=item&id=125%3Atexto-unificado-de-legislaci%C3%B3n-ambiental-secundaria-del-ministerio-de-ambiente-tulas&lang=es
- Rivera, S.& Rojas, J. (Coord) (2003) Gestión de residuos sólidos: Técnica, salud, ambiente, competencia. Instituto nacional de educación y tecnología. GTZ GmbH. Buenos Aires - Argentina
- Sabata, J., Torras, A., Garriga, E., & Martell, M., (2005) Gestión de los residuos sólidos urbanos: Los residuos municipales y su gestión. Asociación mundial de grandes metrópolis - metrópolis. Barcelona - España.
- Salazar, L. (2012) Diseño de plantas potabilizadoras. Módulo didáctico. Medellín: Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. Recuperado de:
- Sbarato, R. (2009) Aspectos Generales de la problemática de los residuos sólidos urbanos. Primera edición. Encuentro Grupo Editor. Córdoba - Argentina
- Sierra, R. (ed) (1999) Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF. Segunda impresión. Quito - Ecuador
- Smith, T. & Smith, R. (2007) Ecología. Pearson Educación. Madrid, España.
- Steinvorth, A. (2014) Tratamientos mecánico-biológicos y su aporte al manejo integral de residuos sólidos municipales. Cegenci. Éxito empresarial. Recuperado de: http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_257_120514_es.pdf

Tecno Educación (12/11/2014) Tecno Educación, Magazine virtual. Contenedores de reciclaje: Como Utilizarlos. Recuperado de: <http://www.tecno-educacion.com/2011/12/contenedores-de-reciclaje-como.html>

Tchobanoglous, G., Theisen, H. & Vigil, S. (1994) Gestión integral de residuos sólidos. McGraw-Hill. Madrid - España.

UICN (2011) Guía de manejo de escombros y otros residuos de construcción. Oficina regional para Mesoamérica u la Iniciativa Caribe. San José – Costa Rica. Recuperado de: https://cmsdata.iucn.org/downloads/guia_escombros_baja.pdf

Valverde, T., Meave, J., Carabeas, J. y Canon, Z (2005) Ecología y medio ambiente. Universidad Nacional Autónoma de México. Pearson Educación. Primera Edición. México DF.

Vega, J. (2007) Química del medio ambiente. Segunda Edición. Alfa omega Grupo Editorial. México.

ANEXOS

Anexo 1. Formulario de encuesta aplicada a una muestra de la población.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA <i>La universidad Católica de Loja.</i>	Sección Departamental de Ingeniería Ambiental			
TFT: "Propuesta de Plan de Gestión Integral de residuos Sólidos para la parroquia rural Ricaurte"					
Encuestador:	Juan Pablo Ávila Carrasco				
ENCUESTA PARA PROPONER UN PGIRS PARA RICAURTE					
La presente encuesta tiene como finalidad conocer el criterio de la población respecto al servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos sólidos en la parroquia, información necesaria para proponer un PGIRS.					
Datos Generales					
Provincia:	Azuay	Cantón:	Cuenca	Parroquia:	Ricaurte
Población:					
Nombre del encuestado:					Edad:
Sexo:	Nivel de Instrucción:			Estado civil:	
Actividad económica:			Número de personas que habitan en casa:		
Ingreso mensual:			Servicios básicos:		
Tipo de vivienda:					
Generación de residuos sólidos					
1. Que tipo de residuos se generan en su casa					
Restos de comida:			Restos de frutas y verduras:		
Papel:			Plástico:		
Restos de poda:			Cartón:		
Restos de comida cocida:			Latas		
Madera:			Vidrio:		
2. Dispone usted de:					
Producto del hogar o granja como: solventes, pinturas, tinturas, limpiadores y envases o recipientes en su vivienda					
Productos derivados del petróleo, anticongelantes o baterías de automóviles en su propiedad					
Sobrantes de productos tóxicos o plaguicidas prohibidas junto con envases de su propiedad					
En caso de respuestas positivas; Estos materiales tóxicos se encuentran al alcance de los niños o animales domésticos					
Respecto al almacenamiento y recolección de residuos sólidos					
1. En que tipo de tacho recoge la basura en su casa:					
Caja:		Bolsa plástica		Otros:	
Bote plástico		Costal:			
2. El tacho de basura se mantiene cerrado o cubierto con una tapa:					
Si:		No:		Pocas veces:	
3. Cada cuántos días se llena el tacho de basura en su casa:					
En 1 día		En 2 días		En 3 días	
Mas de 3 días					
4. En caso de tener un bote plástico, lo limpian? Si: No:					
5. En que lugares de es casa dispone de un tacho para basura:					
Cocina		Sala		Comedor	
Patio		Otros		Habitación	

6. Cree que en su casa existe otro lugar que necesite un tacho de basura:			
Si	No	Cual	
7. En su familia, quien se encarga de sacar la basura			
8. Cada qué tiempo recogen la basura en su casa:			
Todos los días	Pasando un día	Cada 2 o 3 días	
Pocas veces	Nunca		
9. Quien recoge la basura en de su casa:			
EMAC EP	Triciclos	No la recogen	Otros
10. Cuando se acumula la basura varios días en su casa, que acción toman:			
Queman	Entierran	Botan en la calle	Botan al río
Llevan a un botadero	Otros		
11. Cree usted que hay un mejor manera de eliminar la basura:			
Si	No	Cual	
12: En caso de tener un contenedor cerca de su casa, que significa para usted			
Comodidad	Molestia	Por que	
13. Conoce usted las enfermedades que se pueden generar por la acumulación de basura			
Si	No	Cual	
14. Por cree usted que existe acumulación de basura en su comunidad			
Respecto a la segregación y reúso de los residuos			
1. Utiliza los residuos de comida en alguna cosa			
Si	No	En qué	
2. Que hacen en su casa con las botellas vacías			
Se tiran al tacho	Se regalan		
Se venden	Otros		
3. Cuando usted deposita una botella plástica en el tacho de basura, se asegura que este completamente vacía o la aplasta para comprimirla:			
Si	No	Por qué	
4. Cual es el uso que se les da a las bolsas plásticas vacías:			
Se tiran al tacho	Se usan para basura		
Se utilizan hasta que se desgasten	Se usan para guardar cosas		
Otros usos	Cuales		
5. En su casa cuál es el uso que se les da a las latas vacías:			
Se tiran al tacho	Se usan para basura		
Se venden	Se usan para guardar cosas		

6. En su casa qué se hace con el papel, cartón, periódico, cuadernos, revistas, etc., que ya no se utiliza					
Se tiran al tacho		Se regalan			
Se venden		Se usan para guardar cosas			
Se da otro uso					
7. En su casa alguien sabe hacer manualidades con cualquier en lugar de botarlo a la basura					
Si	No	Que tipo de manualidades			
8. En su casa se deposita la basura biodegradable en un tacho y la reciclable en otro					
Si	No				
9. Estaría dispuesto/a a separar los residuos en su casa para facilitar su aprovechamiento					
Si	No	Por qué			
Sobre la disponibilidad de pagar por un servicio de recolección diferenciada de residuos					
1. En caso de contar con el servicio de recolección de basura, esta satisfecho con éste					
Si	No	Por qué			
2. Cuál de las siguientes frecuencias de recolección le parecen bien					
Todos los días		Pasando un día			
Una vez a la semana		Dos veces a la semana			
3. Cuál de los siguientes horarios le parece adecuado:					
Mañana		Tarde		Noche	
Indique una hora					
4. Cuál de los siguiente horarios le parece el más adecuado para el barrido de calles:					
Mañana		Tarde		Noche	
Indique una hora					
5. Estaría dispuesto a pagar por el servicio de recolección de residuos					
Si	No	Por qué		Cuanto	
Sobre el manejo de escombros					
1. Sabe usted cuáles materiales se conocen como escombros					
Si	No	Que son:			
2. En caso de generar escombros los almacenan en:					
Sitios baldíos del sector					
Se los coloca con la basura común					
Se los envía a la escombrera					
3. Conoce los programas de desalojo y manejo de escombros que lleva a cabo EMAC EP					
Conoce					
Desconoce					

Anexo 2. Formularios de registro de muestreo diario de residuos sólidos.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA		Sección Departamental de Ingeniería Ambiental			
	<i>La universidad Católica de Loja.</i>					
TFT: "Propuesta de Plan de Gestión Integral de residuos Sólidos para la parroquia rural Ricaurte"						
Alumno:	Juan Pablo Ávila Carrasco					
FORMULARIO DE REGISTRO DE MUESTREO DIARIO DE RESIDUOS SÓLIDOS						
	Fecha de muestreo	Tipo de vivienda	Número de personas	Peso (kg)	Volumen m3	Observaciones
Muestra 1	/ /					
Muestra 2	/ /					
Muestra 3	/ /					
Muestra 4	/ /					
Muestra 5	/ /					
Muestra 6	/ /					
Muestra 7	/ /					
Muestra 8	/ /					
Muestra 9	/ /					
Muestra 10	/ /					
Muestra 11	/ /					
Muestra 12	/ /					
Muestra 13	/ /					
Muestra 14	/ /					
Muestra 15	/ /					
Muestra 16	/ /					
Muestra 17	/ /					
Muestra 18	/ /					
Muestra 19	/ /					
Muestra 20	/ /					
Muestra 21	/ /					
Muestra 22	/ /					
Muestra 23	/ /					
Muestra 24	/ /					
Muestra 25	/ /					
Muestra 26	/ /					
Muestra 27	/ /					
Muestra 28	/ /					

Anexo 3. Formulario para registro de caracterización diaria de residuos.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	Sección Departamental de Ingeniería Ambiental			
	<i>La universidad Católica de Loja.</i>				
TFT: "Propuesta de Plan de Gestión Integral de residuos Sólidos para la parroquia rural Ricaurte"					
Alumno:	Juan Pablo Ávila Carrasco				
FORMULARIO DE REGISTRO DE CARACTERIZACIÓN DIARIA DE RESIDUOS					
Fecha: ____/____/____		Número de muestras: _____			
		Número de Personas: _____			
		Peso	Volumen	Observaciones	
Total					
Restos de alimentos					
Papel y cartón					
Plásticos					
Textiles					
Madera					
Metales					
Vidrio					
Caucho					
Gomas y cuero					
Unidades de peso	kg				
Unidades de volumen	m3				

Anexo 4. Datos de caracterización de residuos colectados tras 11 días de muestreo.

Muestra	Hab.	Días de muestreo											Total	Prom.
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11		
M 1	2	0,78	0,70	0,50	0,15	0,50	1,20	0,67	0,80	1,00	0,65	1,12	8,07	0,73
M 2	4	1,60	1,55	0,75	0,50	0,65	1,35	1,55	1,40	0,70	1,22	1,00	12,27	1,12
M 3	5	1,25	1,00	0,60	0,20	0,20	0,95	1,10	0,85	0,76	1,56		8,47	0,77
M 4	3	1,30	1,15	0,98	0,55	0,50	1,10	1,27	1,25	1,30	1,00	1,40	11,80	1,07
M 5	2	0,80	0,65	0,30	0,45	0,50	0,80	1,00	0,74	0,80	0,30	0,90	7,24	0,66
M 6	3	0,90	0,93	0,45	0,33	0,65	1,00	1,12	1,00	0,90	0,67	0,94	8,89	0,81
M 7	3	1,12	1,17	0,90	0,65	0,50	0,90	0,67	0,90	0,60	0,75	1,12	9,28	0,84
M 8	4	1,10	0,90	0,60	0,65	0,80	1,00	1,14	1,20	0,55	0,55		8,49	0,77
M 9	4	1,22	1,10	0,90	0,20	1,10	1,10	1,50	1,15	1,20	0,98	1,80	12,25	1,11
M 10	6	2,65	1,35	1,10	0,88	1,50	1,35	2,90	2,15	2,90	1,65	2,35	20,78	1,89
M 11	4	1,50	2,45	1,90	1,20	1,00	1,70	1,70	1,50	1,65	1,22	1,50	17,32	1,57
M 12	4	1,10	1,10	0,75	0,50	0,95	1,40	1,30	0,80	0,70	0,45	1,66	10,71	0,97
M 13	5	1,20	1,15	0,95	0,35	0,40	0,70	0,90	1,60	1,40	0,40	1,64	10,69	0,97
M 14	5	2,25	2,30	1,33	0,90	0,75	1,65	2,45	1,40	1,00	1,80		15,83	1,44
M 15	5	2,90	2,75	1,35	1,00	1,00	1,42	2,65	1,35	1,10	0,97	1,20	17,69	1,61
M 16	3	1,40	1,55	1,00	1,20	0,90	1,45	1,55	0,90	0,65	0,50	0,96	12,06	1,10
M 17	5	1,90	1,45	1,10	1,10	0,95	1,33	1,68	2,00	1,58	1,05	1,20	15,34	1,39
M 18	6	2,50	2,50	1,50	1,65	1,15	1,98	2,10	3,10	2,70	2,10	2,56	23,84	2,17
M 19	2	1,00	1,10	0,70	0,55	0,70	1,00	1,05	0,35	0,70	0,45	0,98	8,58	0,78
M 20	4	1,45	1,25	0,90	0,40	0,55	0,68	0,90	1,10	0,75	0,32	1,24	9,54	0,87
M 21	4	1,30	1,20	0,85	0,10	1,10	1,00	1,40	1,20	1,25	0,92		10,32	0,94
M 22	4	1,40	1,45	1,04	0,30	1,35	1,67	1,55	1,90	1,70	0,87	1,68	14,91	1,36
M 23	2	0,55	0,88	0,20	0,35		1,30	1,00	1,00	0,55	0,32	0,70	6,85	0,62
M 24	5	1,90	1,70	1,35	0,90	1,25	1,40	1,60	2,15	1,50	0,65	2,05	16,45	1,50
M 25	3	1,50	1,25	1,12	1,00		1,34	1,62	1,30	1,40	1,10		11,63	1,06

M 26	5	2,70	2,10	1,60	1,23	1,65	2,30	2,00	2,25	1,95	1,65	0,95	20,38	1,85
M 27	4	1,36	1,45	1,20	1,33	1,40	1,26	1,20	1,17	0,96	1,00	1,23	13,56	1,23
M 28	2	0,90	0,75	0,40	0,35	0,90	0,45	0,80	1,00	0,70	0,55	0,75	7,55	0,69
M 29	5	2,25	1,95	1,60	1,23	2,00	1,80	1,83	2,40	1,80	1,56	1,26	19,68	1,79
M 30	4	1,87	1,95	1,40	1,70	1,90	2,30	1,50	1,35	1,40	1,23	1,45	18,05	1,64
M 31	3	1,10	1,00	0,50	0,68	1,15	1,35	0,65	0,90	0,50	0,55		8,38	0,76
M 32	2	1,11	0,95	0,67	0,90	0,85	1,14	1,00	0,60	0,88	0,95	0,90	9,95	0,90
M 33	2	1,80	1,65	1,35	1,25	1,35	1,96	0,70	1,24	1,00	1,40	0,58	14,28	1,30
M 34	5	1,70	1,50	1,10	1,14	1,10	1,47	1,90	1,20	1,30	1,25	0,95	14,61	1,33
M 35	4	1,75	1,70	1,28	1,45	1,65	1,88	1,87	1,20	0,95	1,60	1,55	16,88	1,53
M 36	6	2,50	2,35	1,60	2,30	2,75	1,22	2,17	2,95	2,70	2,55	1,45	24,54	2,23
M 37	4	2,10	1,90	1,22	1,35	1,40	1,25	1,90	1,45	1,67	0,90	0,80	15,94	1,45
M 38	3	1,65	1,70	1,00	1,25	0,95	1,65	1,95	0,90	1,34	0,76	1,32	14,47	1,32
M 39	3	1,65	1,60	0,60	1,50	1,40	0,90	1,78	1,45	1,30	0,92	1,22	14,32	1,30
M 40	4	2,13	2,00	0,70	1,50	1,25	1,30	1,23	1,35	1,65	0,88	1,90	15,89	1,44
M 41	4	2,67	2,30	1,80	2,65	1,10	1,60	1,40	1,40	1,22	0,69	1,17	18,00	1,64
TOTAL	157	65,81	61,43	41,14	37,87	41,75	54,60	60,25	55,90	50,66	40,89	45,48	555,78	50,53

