UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

"GENERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA PARROQUIA URBANA CATAMAYO, CANTÓN CATAMAYO: DIAGNÓSTICO DE LAS FASES DEL MANEJO Y ALTERNATIVAS DE MEJORA"

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE: INGENIERA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

AUTOR:

Gabriela Elizabeth Rogel Celi

DIRECTOR:

Ing. Santiago Rafael García Matailo. Mg. Sc.

Loja - Ecuador

2020

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Loja, 18 de noviembre de 2020

En calidad de director de tesis **CERTIFICO** que la señorita **Gabriela Elizabeth Rogel Celi** portadora de la cédula de ciudadanía N° 1104966781, egresada de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente de la Universidad Nacional de Loja, ha desarrollado la Tesis de Grado titulada "**GENERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA PARROQUIA URBANA CATAMAYO, CANTÓN CATAMAYO: DIAGNÓSTICO DE LAS FASES DEL MANEJO Y ALTERNATIVAS DE MEJORA**", la misma que ha sido debidamente dirigida y revisada cumpliendo con todas las normas reglamentarias vigentes y dentro del cronograma establecido.

Por tal razón, autorizo la presentación y publicación de la presente Tesis de Grado.

Atentamente,

SANTIAGO RAFAEL GARCIA MATAILO

Firmado digitalmente por SANTIAGO RAFAEL GARCIA MATAILO
Fecha: 2021.01.27 08:30:20 -05'00'

Ing. Santiago García. Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE TESIS

Loja, 18 de diciembre de 2020

En calidad de Tribunal Calificador de la Tesis de Grado titulada "**GENERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA PARROQUIA URBANA CATAMAYO, CANTÓN CATAMAYO: DIAGNÓSTICO DE LAS FASES DEL MANEJO Y ALTERNATIVAS DE MEJORA**", de autoría de la Señorita **Gabriela Elizabeth Rogel Celi** egresada de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente de la Universidad Nacional de Loja, **CERTIFICAN** que ha incorporado todas las sugerencias efectuadas por sus miembros, por tal motivo se procede a dar por aprobada y calificada su trabajo de Tesis de Grado.

Por lo tanto, autorizamos a la Señorita egresada, su publicación y difusión.

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
AURITA GEOVANIA GONZAGA FIGUEROA

Ing. Aurita Geovania Gonzaga Figueroa, Mg.Sc
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Firmado electrónicamente por:
ERASMO VINICIO ALVARADO JARAMILLO

Ing. Erasmo Vinicio Alvarado Jaramillo, Mg.Sc
VOCAL DEL TRIBUNAL

Firmado electrónicamente por:
HELENA ALEJANDRA ESPANA LOAIZA

Ph.D., Helena Alejandra España Loaiza
VOCAL DEL TRIBUNAL

AUTORÍA

Loja, 18 de diciembre de 2020

Yo, Gabriela Elizabeth Rogel Celi, declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma: _____

Gabriela Elizabeth Rogel Celi
Cédula: 1104966781
Fecha: 18 de diciembre de 2020

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, **Gabriela Elizabeth Rogel Celi** declaro ser autora de la tesis titulada "**GENERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA PARROQUIA URBANA CATAMAYO, CANTÓN CATAMAYO: DIAGNÓSTICO DE LAS FASES DEL MANEJO Y ALTERNATIVAS DE MEJORA**", como requisito para optar al Grado de: Ingeniera en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los 28 días del mes de enero de dos mil veinte, firma la autora.

Firmado electrónicamente por:
GABRIELA
ELIZABETH
ROGEL CELI

Autora: Gabriela Elizabeth Rogel Celi

Cédula de identidad: 1104966781

Dirección: Loja, Electricista Bajo **Correo electrónico:** gerogelc@unl.edu.ec

Teléfono: 3030582 **Teléfono:** 0989606654

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de tesis: Ing. Santiago García, Mg, Sc.

Tribunal de grado: Ing. Aurita Geovania Gonzaga Figueroa Mg. Sc
Ing. Erasmo Vinicio Alvarado Jaramillo Mg. Sc
Ph.D., Helena Alejandra España Loaiza

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja, de manera especial a la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, y a la planta docente que la conforman, quienes con su experiencia profesional supieron guiarme y brindarme sus sabios conocimientos para formarme profesionalmente, de manera especial a mi director de tesis, Ingeniero Mgs, Santiago García, quien a través de sus conocimientos dirigió mi trabajo investigativo para culminarlo satisfactoriamente.

Hago extenso mi agradecimiento a los miembros del tribunal: Ing, Aurita Gonzaga, Ing, Vinicio Alvarado e Ing, Helena España por el tiempo y dedicación brindado para perfeccionar mi trabajo de investigación.

Un agradecimiento a los Ingenieros. Carlos Chuncho y Glendy Monge, quien de manera desinteresada supieron brindarme su ayuda para el desarrollo de la misma.

Al GAD Municipal Catamayo por la información y apoyo logístico.

Gabriela Elizabeth

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico a Dios, quien me protege, me bendice y me da la fuerza necesaria para seguir adelante, a mi querida madre, Merly Celi Valencia por ser mi pilar fundamental, por su apoyo incondicional, y por siempre creer en mí. A mis abuelitos José Celi (+) y Teresa Valencia que gracias a su amor, valores, consejos y enseñanzas supieron guiarme y apoyarme en cada una de mis decisiones.

A mis hermanos, tíos, primos, sobrinos y demás familiares, gracias por el apoyo moral y sus consejos constructivos. De manera especial, a mi tío Guillermo Celi, por su amistad, cariño fraterno y estar siempre presente.

A mi pequeño y gran amigo Memo, por su amor y compañía durante el transcurso de mi vida universitaria.

A mi novio, gracias por su cariño, su paciencia, sus consejos y por estar conmigo en los momentos más difíciles, motivándome y ayudándome hasta donde sus alcances lo permitían.

A mis compañeros y amigos Filomenos: Erick, Jhuliana, Yovany y Lenin, gracias por los momentos compartidos.

Gabriela Elizabeth

ÍNDICE GENERAL

PORTADA ..... **i**
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS ..... **ii**
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO ..... **iii**
AUTORÍA ..... **iv**
CARTA DE AUTORIZACIÓN ..... **v**
AGRADECIMIENTO ..... **vi**
DEDICATORIA ..... **vii**
ÍNDICE GENERAL ..... **viii**
ÍNDICE DE TABLAS ..... **x**
ÍNDICE DE FIGURAS ..... **xi**
ÍNDICE DE ANEXOS ..... **xii**
TÍTULO ..... **xiii**
RESUMEN ..... **xiv**
ABSTRACT ..... **xv**
1. INTRODUCCIÓN **1**
2. REVISIÓN DE LITERATURA **4**
2.1. Caracterización de residuos sólidos urbanos 4
2.2. Gestión de residuos sólidos urbanos 6
2.2.1. Fases de la Gestión de residuos sólidos urbanos 7
2.2.2. Diagnóstico a las fases del manejo de RSU 11
2.3. Perspectivas de la gestión de residuos sólidos urbanos 12
2.4. Marco legal 15
3. METODOLOGÍA **16**
3.1. Área de estudio 16
3.2. Caracterización de la generación de residuos sólidos urbanos 17
3.3. Diagnóstico del estado actual del manejo de residuos sólidos 24
3.4. Alternativas de mejora al manejo de RSU 26
3.5. Análisis estadístico 31
4. RESULTADOS **32**
4.1. Caracterización de la generación de residuos sólidos urbanos de la parroquia urbana Catamayo 32
4.1.1. Composición física de los residuos sólidos urbanos de la parroquia urbana Catamayo 34

4.1.2. Densidad de los RSU de la parroquia urbana Catamayo 37
4.1.3. Estimación de la proyección futura de RSU para el año 2040..... 38
4.2. Diagnóstico del estado actual del manejo de residuos sólidos urbanos 39
4.2.1. Componente Sociocultural..... 40
4.2.2. Componente Manejo 40
4.2.3. Componente ambiental..... 51
4.2.4. Componente económico..... 52
4.2.5. Gobierno y política..... 53
4.3. Alternativas de mejora al manejo de RSU 53
4.3.1. Capacitación no formal para el adecuado manejo de RSU de la parroquia urbana Catamayo. ……54
4.3.2. Aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos generados en la parroquia urbana Catamayo..... 58
4.3.3. Seguridad laboral y salud ocupacional de los trabajadores encargados de la recolección de residuos y del vertedero de Catamayo **..... 63**
4.4. Cronograma.....75
4.5. Presupuesto 76
5. DISCUSIÓN.....77
6. CONCLUSIONES.....84
7. RECOMENDACIONES.....86
8. REFERENCIAS 87
9. ANEXOS 102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros para la caracterización de RSU y su aplicación práctica 4
Tabla 2. Nivel de generación de RSU de acuerdo a las toneladas producidas por semana 7
Tabla 3 Frecuencia de recolección de residuos en cantones del Ecuador..... 8
Tabla 4. Registro del peso diario de residuos sólidos urbanos generados 19
Tabla 5. Clasificación en componentes de los residuos sólidos urbanos..... 21
Tabla 6. Muestras de generación de residuos sólidos por estrato de la parroquia urbana Catamayo ……..33
Tabla 7. Muestras de generación de residuos sólidos por fuente de generación 33
Tabla 8. GPC y error estándar por estratos, de la parroquia urbana Catamayo 33
Tabla 9. Estimación de la proyección futura de la población de la parroquia urbana Catamayo 38
Tabla 10. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación por parte del GAD Municiapal sobre el manejo de RSU? 40
Tabla 11. ¿Qué tipo de recipiente utilizan para almacenar los residuos? 41
Tabla 12. ¿Realiza separación de los residuos según sus características "orgánicos" (residuos vegetales, alimentos) e "inorgánicos" (papel, plástico, cartón etc)?..... 42
Tabla 13. ¿Con que frecuencia realizan el barrido de calles de su localidad?..... 42
Tabla 14. Rutas del servicio de recolección de residuos en barrios de la parroquia urbana Catamayo 44
Tabla 15. ¿Cuál es el horario de recolección de residuos? 45
Tabla 16. Problemas que presenta el servicio de recolección..... 45
Tabla 17. Características de equipo a vapor para esterilizar los residuos peligrosos 73
Tabla 18. Cronograma de los programas de Manejo de residuos sólidos de la parroquia urbana Catamayo 75
Tabla 19. Presupuesto de los programas para el manejo de residuos sólidos..... 76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Jerarquía en la gestión de residuos sólidos urbanos (CEPAL, 2016). 14
Figura 2. Mapa de localización geográfica de la parroquia urbana Catamayo 17
Figura 3. Componentes para el análisis del estado actual de las fases del manejo de RSU 25
Figura 4. Promedio de generación total diaria de RSU por estratos 34
Figura 5. Composición física de RSU del estrato domiciliario de la parroquia urbana Catamayo. ……...35
Figura 6. Composición física de RSU del estrato provisión de alimentos de la parroquia urbana Catamayo. 36
Figura 7. Composición física de RSU del estrato centros educativos de la parroquia urbana Catamayo. 37
Figura 8. Densidades totales de RSU de los estratos de la parroquia urbana Catamayo 37
Figura 9. Estimación de la GPC de la parroquia urbana Catamayo para el año 2040 39
Figura 10. Recipientes diferenciados que otorga el Distrito a los centros educativos de Catamayo 41
Figura 11. Rutas de barrido de la parroquia urbana Catamayo 43
Figura 12. Celda de vertido de residuos biopeligrosos 46
Figura 13. Maquinaria de la planta de reciclaje del relleno sanitario 47
Figura 14. Planta de lombricultura y compostaje 48
Figura 15. Planta de reciclaje de neumáticos 48
Figura 16. Fosa de lixiviados 49
Figura 17. Chimenea del relleno sanitario 50
Figura 18. Ubicación del botiquín de primeros auxilios y extintores 51
Figura 19. Diseño de la parte posterior del tríptico a utilizarse en loa talleres de capacitación 56
Figura 20. Diseño de la parte inferior del tríptico a utilizarse en loa talleres de capacitación .. 57
Figura 21. Diseño de contenedor para depositar los residuos en domicilios 59
Figura 22. Diseño de contenedores a implementar en calles de la localidad 59
Figura 23. Diseño de lugares estratégicos para la implementación de contenedores 60
Figura 24. Diseño de afiche en formato A3 sobre la separación de los residuos 61
Figura 25. Diseño de sitios adecuados para el personal que labora en el vertedero 64
Figura 26. Diseño de rutas de barrido de la parroquia urbana Catamayo 66
Figura 27. Diseño de rutas de recolección de residuos sólidos de la parroquia urbana Catamayo 67
Figura 28. Ilustración de carro recolector de residuos 68
Figura 29. Diseño de camas de lombricultura para la generación de abono orgánicos 69
Figura 30. Rediseño de las chimeneas del vertedero del Cantón Catamayo 70
Figura 31. Diseño de la caperuza metálica para la emisión de gases de la celda de vertido 71
Figura 32. Diseño de ubicación de cercas vivas 72

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Ordenanza sobre la GIRS del cantón Catamayo……... 102
ANEXO 2. Base de datos de los estratos muestreados…….. 115
ANEXO 3. Mapa de establecimientos y domicilios muestreados…….. 117
ANEXO 4. Etiquetas codificadas para cada establecimiento muestreado……. 118
ANEXO 5. Diseño de entrevista…… 119
ANEXO 6. Diseño de encuesta…….. 120
ANEXO 7. Procedimiento de diseño de rutas de recolección mediante el software ArcGis …… 123
ANEXO 8. Registro del peso diario de residuos del estrato domiciliario…….. 125
ANEXO 9. Registro del peso diario de residuos del estrato provisión de alimentos……. 126
ANEXO 10. Pesos diarios de residuos del estrato centros educativos……. 127
ANEXO 11. Pesos diarios de residuos del estrato centros de salud y animal…….. 128
ANEXO 12. Composición física de los residuos sólidos del estrato provisión de alimentos.. 129
ANEXO 13. Composición física de los residuos sólidos del estrato domiciliario……... 130
ANEXO 14. Composición física de los residuos sólidos del estrato centros educativos……. 131
ANEXO 15. Proyección futura de generación de residuos sólidos…….. 132
ANEXO 16. Entrevista detallada……. 133
ANEXO 17. Resumen de encuestas……. 137
ANEXO 18. Lista de chequeo…….. 139
ANEXO 19. Licencia Ambiental del relleno sanitario del cantón Catamayo…….. 141
ANEXO 20. Fotografías del proceso de recolección de datos……. 142

“GENERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA PARROQUIA URBANA CATAMAYO, CANTÓN CATAMAYO: DIAGNÓSTICO DE LAS FASES DEL MANEJO Y ALTERNATIVAS DE MEJORA”

RESUMEN

El inadecuado manejo de los residuos sólidos, es considerado como uno de los principales problemas ambientales a nivel mundial, el cual requiere de una adecuada gestión integral. En este contexto, la presente investigación tiene como finalidad proponer alternativas que contribuyan a mejorar los procesos del manejo de RSU de la parroquia urbana Catamayo, para lo cual se determinó la caracterización, composición y tasa de generación de residuos domiciliarios, institucionales y provisión de alimentos. Además, a través de la descripción de los componentes Cero Residuos, se identificaron los principales problemas desde la fase de generación hasta la disposición final. Posteriormente se propuso alternativas para mejorar el sistema GIRS. La generación per cápita fue de 0,68 kg/hab/día y generación total diaria 15 438,04 kg/día, el 71,66% de residuos fueron orgánicos, el 6,66% plástico y 6% cartón y papel. Las densidades de los tres estratos presentaron valores entre 292,67 kg/m^3 a 422,12 kg/m^3. Los principales problemas identificados durante el diagnóstico fueron: inexistencia de clasificación diferenciada, falta de educación ambiental de la población, inexistencia de proyectos de aprovechamiento, inadecuado tratamiento de lixiviados y biogás. Por lo tanto, se propuso programas de educación ambiental, aprovechamiento de los residuos orgánicos, clasificación, reciclaje, reconstrucción de chimeneas para la adecuada emisión de 158 576,47 m^3/anual de generación de metano, diseño de rutas de recolección, implementación de 116 contenedores y la actualización y aplicación de una ordenanza rigurosa de gestión de residuos que permita el desarrollo de proyectos que promuevan la sostenibilidad sanitaria de la parroquia urbana Catamayo

Palabras clave: Residuos sólidos urbanos, Manejo, caracterización, diagnóstico.

ABSTRACT

The inadequate Management of solid waste is considered one of the main environmental problems worldwide, and requires competent comprehensive management. In this context, the present research aims to propose alternatives that will contribute to improving MSW management processes in the urban parish of Catamayo, for which, the characterization, composition and generation of waste generated in homes, educational institutions and food supply were carried out. In addition, through the description of the Zero Waste components, the main problems were identified from the generation phase to final disposal. Subsequently, alternatives were proposed to improve the IMSW system. The per capita generation was 0.68 kg / inhab / day and total daily generation 15,438.04 kg / day, 71.66% of the waste was organic, 6.66% plastic and 6% cardboard and paper. The densities of the three strata presented values between 292.67 kg / m3 to 422.12 kg / m3. The main problems identified during the study were: non-existence of differentiated classification, lack of environmental education of the population, non-existence of exploitation projects, inadequate treatment of leachate and biogas. Therefore, environmental education programs were proposed, use of organic waste, classification, recycling, reconstruction of chimneys for the adequate emission of 158 576,47 m^3/year of methane generation, design of collection routes, implementation of 116 containers and the updating and application of a rigorous waste management ordinance that allows the development of projects that promote the sanitary sustainability of the urban parish of Catamayo.

Keywords: Urban solid waste, Management, characterization, diagnosis.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos más importantes en cuanto al cuidado del medio ambiente es la correcta gestión integral de los residuos sólidos (GIRS), que a su vez posee una relación directa con la salud pública y calidad de vida de la población. Sin embargo, a nivel mundial la gestión de los residuos es incipiente, solamente el 19,8% de municipios de los países de América Latina cuentan con un plan de gestión de residuos sólidos (Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL, 2016). Lo cual representa un gran problema a nivel mundial debido a que el inadecuado manejo de los residuos provocan impactos medioambientales e inconvenientes económicos, culturales y políticos (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, y Asociación de Municipalidades del Ecuador AME, 2017).

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas ONU (2019), en el mundo se generan 10 000 millones de toneladas de residuos al año, en el caso de Latinoamérica la generación per cápita (GPC) es de 1kg/hab/día con una estimación de producción diaria de 540 000 toneladas de residuos (ONU, 2020). Mientras que en el Ecuador la GPC corresponde a 0,86 kg/hab/día y 5,4 millones de toneladas anuales respectivamente (INEC, 2018), de los cuales, el 49% se recolectan, el 30% se confina de manera adecuada y el 21 % restante pertenece a residuos que no han sido correctamente clasificados, por lo que son considerados como basura (INEC y AME, 2017). Asimismo, la ONU (2019), menciona que la generación de residuos sólidos en todo el mundo seguirá en aumento debido a que en 50 años se estima una producción de 670 000 toneladas diarias de residuos.

Por otro lado, la falta de educación ambiental, escasas tecnologías para manejar los residuos y la falta de recursos financieros, son los principales factores causantes del inadecuado manejo de residuos, mismos que son depositados en lugares inapropiados, como carreteras, lotes y áreas protegidas (Ministerio del Ambiente MAE, 2014; Oldenhage, 2016) impidiendo facilitar los servicios de limpieza, tratamiento y disposición final de los mismos, dando lugar a la

contaminación de recursos naturales como aire, suelo y cuerpos de agua (CEPAL, 2016; MAE, 2014).

El manejo de residuos sólidos implica un proceso que inicia desde la generación, clasificación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final en celdas controladas (Cuvi, 2015), sin embargo, el 63,5% de GADs Municipales del Ecuador reduce el proceso del manejo de RSU a la recolección y disposición final, y solamente el 45,7% otorga algún tipo de tratamiento en rellenos sanitarios (INEC y AME, 2017). Lo cual "demuestra que la noción del manejo integral de los residuos sólidos urbanos a nivel nacional se encuentra severamente reducida" (Cuvi, 2015).

El adecuado manejo de los residuos sólidos en países de Latinoamérica depende directamente de las autoridades competentes que se desempeñan en el marco institucional, en busca de soluciones eficaces y equitativas sobre su adecuado manejo (CEPAL, 2016), en este sentido, los GADs Municipales del Ecuador son el principal ente responsable de generar y hacer cumplir las normas y procedimientos para la gestión y manejo de los residuos sólidos, de tal manera que los residuos generados no se conviertan en focos contaminantes sino más bien contribuyan a generar fuentes de ingresos económicos a través del tratamiento, aprovechamiento y minimización (Fiscalía General del Estado, 2011) y a su vez aporten a mejorar la calidad de vida de la población y medio ambiente (Field Actions Science Reports FACTS, 2019).

Por su parte, la ciudad de Loja ha logrado ser reconocida a nivel nacional gracias al modelo de gestión de residuos que realizan a través del programa de segregación de residuos y aprovechamiento de la materia prima en producción de abonos orgánicos (AME et al., 2020). No obstante, el cantón Catamayo presenta ineficiencias en el manejo de los residuos debido a que el mismo no cumple totalmente con lo que establece la normativa vigente concerniente a la gestión y manejo integral de los RSU (Código Orgánico del Ambiente COA, 2017).

Para conseguir un adecuado manejo de residuos sólidos, es importante que los GADs Municipales prioricen al sistema de manejo de los residuos generados en sus localidades como una necesidad básica, en donde consideren el nivel de educación ambiental de la población, cobros por los servicios de limpieza, recolección, tratamiento y aprovechamiento (Phillips et al., 2017) e incorporar la implementación de normativas en donde se consideren las debidas sanciones ante su

incumplimiento, como también acciones operativas, financieras y de planificación que un GAD Municipal puede desarrollar considerando criterios sanitarios, ambientales y económicos para cumplir con los procesos inmersos en el manejo de RSU (Cuvi, 2015).

Ante esta situación, la presente investigación tiene como finalidad describir el estado actual del manejo de residuos sólidos de la parroquia urbana Catamayo, a partir de la caracterización de los RSU y aplicación de un diagnóstico, mismo que sirve como línea base, la cual aportará a las autoridades locales y seccionales en la toma de decisiones para mejorar el manejo de los residuos y a su vez la calidad de vida de la población. Además, la generación de información permitirá identificar las deficiencias en las fases del manejo y de esta manera proponer alternativas de mejora dirigidas hacia el aprovechamiento y minimización de residuos, e incentivar la conservación y protección del medio ambiente.

Objetivo General

Diseñar alternativas de mejora al manejo de residuos sólidos urbanos a partir del diagnóstico a las fases de generación separación, barrido recolección, transporte y disposición final de la parroquia urbana Catamayo

Objetivos Específicos

- Caracterizar los residuos sólidos generados en la parroquia urbana Catamayo
- Identificar las deficiencias mediante un diagnóstico a las fases del manejo de residuos sólidos de la parroquia urbana Catamayo
- Proponer alternativas de mejora para el adecuado manejo de residuos sólidos urbanos

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Caracterización de residuos sólidos urbanos

El volumen, densidad, producción, porcentaje y tipo de residuo, dependen de los siguientes factores: origen, actividad económica y desarrollo socio-cultural, estos elementos son de importancia estratégica a la hora de buscar soluciones a las fases del manejo desde la generación hasta la disposición final (Taboada y Ojeda, 2011).

Por otra parte, la caracterización es considerada como un estudio en el que se adquiere información de residuos, de un área determinada, en cuanto a sus características, y cantidad de residuos generados, los resultados obtenidos de la caracterización son: generación per cápita (GPC), densidad y composición de los residuos (Tabla 1) (Asociación de Municipalidades Ecuatorianas AME, 2018).

Tabla 1. Parámetros para la caracterización de RSU y su aplicación práctica

Parámetro	Aplicación
Generación per cápita	Estimación de la producción total de residuos sólidos domiciliarios
Densidad	Se utiliza para calcular volumen, frecuencia de vaciado de depósitos y contenedores; conocer la capacidad de los vehículos de recolección de residuos y diseño de rellenos sanitarios
Composición Física	Se utiliza para la posible recuperación o aprovechamiento de RSU

Adaptado a partir de AME y ACRA, (2018)

Según la AME y ACRA (2018), existen diversos métodos para conocer la cantidad total de residuos sólidos, menciona como principales:

- **Pesaje total.-** pesa los desechos en el carro recolector de una ruta determinada al ingresar al sitio de disposición final.
- **Peso-volumen.-** pesa las cargas depositadas en la fase de tratamiento vertido, y de esta manera obtener la densidad suelta y compactada

- **Balance de masas.-** Es uno de los mejores métodos para conocer la generación de los desechos y su movilidad, requiere de mayor información y variables a ser analizadas, pero se obtienen resultados confiables.
- **Muestreo estadístico, directo. -** determina la tasa de generación y composición de RSU, este método se basa en recolectar un número de muestras representativas de todas las fuentes dónde se generan los desechos, por un tiempo determinado, y así fijar los pesos totales.
- **Norma mexicana, NMX-AA-61-1985.-** especifica un método para determinar la generación promedio de residuos sólidos por habitante, en kg/hab/día, a partir de la información obtenida de un muestreo estadístico aleatorio, con duración de ocho días consecutivos.
- **Caracterización y Proyección de RS municipales, Jaica República Dominicana 2014.-** Se obtiene la producción de residuos por cada vivienda kg/vivienda/día a partir de los datos obtenidos de la recolección y peso de las bolsas de residuos durante los ocho días que dura el muestreo y considerando el número de habitantes de cada vivienda se obtiene la GPC del área de estudio.

Por otro lado, Montoya (2012) menciona tres métodos para determinar las características de los residuos, estos son: recolección selectiva, caracterización en viviendas y diferencia de pesos y cuarteo, este último, se encuentra estandarizado en la norma mexicana NMX-AA-015-1985, la misma establece que el método del cuarteo se basa en obtener una muestra representativa (50 kg), la cual se clasifica por tipo de residuos, vidrio, cartón, desechos de cocina etc. Además, la norma constituye una ecuación mediante la cual se determina la composición del porcentaje en peso de los residuos orgánicos e inorgánicos, cantidad de residuos que no son aprovechados, así como otros materiales inservibles que no hay como volver a darles un uso.

Por otra parte, la AME (2018) señala que la metodología ideal para los GAD municipales del Ecuador es el propuesto por la Organización Panamericana de Salud (OPS) y el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), ya que abarca todos los requerimientos para la caracterización de residuos domiciliarios, instituciones rurales y urbanas y por ser el que mayor aplicabilidad ha tenido en América Latina, adaptándose a las condiciones de

las ciudades del Ecuador. Para llevar a cabo el proceso de caracterización se consideran las definiciones de territorio y uso de suelo, de acuerdo a lo que establece el Código Orgánico de Organización Territorial (COOTAD), leyes secundarias y ordenanzas municipales (AME, 2018).

2.2. Gestión de residuos sólidos urbanos

La Gestión de residuos sólidos se refiere al conjunto de técnicas, programas de manejo y actividades funcionales u operacionales relacionadas con la manipulación de residuos desde la fase de generación hasta la disposición final (Granada et al., 2018). La gestión de residuos está compuesta por varios elementos, algunos de ellos son: "acciones normativas, operativas, financieras y de planificación que una administración municipal puede desarrollar, basándose en criterios sanitarios, ambientales y económicos" con el fin de recolectar, tratar y depositar los residuos generados en una localidad (Jiménez, 2015).

La gestión de residuos sólidos tiene por objeto, prevenir impactos negativos que puedan generarse en el ambiente, y que a la vez repercutan en la calidad de vida de la población (Sáez y Urdaneta, 2014). En la mayor parte del mundo los residuos son gestionados inadecuadamente, y en algunos casos el manejo de los mismos es inexistente, tal es el caso del Distrito San Juan de Miraflores Lima y la ciudad de México, donde los residuos son depositados en lugares inapropiados, como carreteras, lotes y áreas protegidas, contaminando recursos como aire, suelo y cuerpos de agua (Oldenhage, 2016). Vera y González (2010), mencionan que para conseguir un manejo de desechos eficiente, es importante realizar una clasificación y caracterización de residuos, con el fin de conocer cuánto generan los habitantes, y a través de ello saber la planificación de actividades dirigidas hacia la minimización y aprovechamiento de los mismos (Montoya y Martínez, 2013).

A nivel nacional existen 221 Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) que gestionan sus residuos sólidos, de los cuales, el 72,9% (161 GADs Municipales) lo realizan por medio de unidades, direcciones o departamentos del GAD, el 6,3% (14 GADs Municipales) lo efectúan como empresa municipal, mientras que el 20, 8% (46 GADs) lo realizan como Mancomunidad (INEC, 2016). Asimismo, de los 221 GADs Municipales, 113 municipios

aprovechan los residuos orgánicos e inorgánicos en diferentes actividades como lombricultura, compostaje y reciclaje, los otros 108 GADs Municipales depositan sus residuos en rellenos sanitarios (INEC y Asociación de Municipalidades del Ecuador AME, 2017).

2.2.1. Fases de la Gestión de residuos sólidos urbanos

Las fases de la gestión de residuos sólidos urbanos está constituido por las siguientes etapas: generación, clasificación, almacenamiento, recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final (Sáez y Urdaneta, 2014).

Generación y Almacenamiento

Las etapas iniciales del manejo de RSU es la generación y almacenamiento, cuyo origen proviene de fuentes determinadas a diferentes horas del día (Asociación de Municipalidades Ecuatorianas AME y, ACRA, 2018). Varía en función de factores, como: nivel de ingresos, actividades diarias que la gente realiza, hábitos de consumo de bienes y servicios, normativa legal y estándares de calidad de vida, lo cual genera un mayor volumen de residuos (Kunz, 2016). Por lo tanto, la generación de residuos es una etapa importante en la toma de decisiones referentes a proyecciones y diseño de sistemas de recolección y disposición final (CEPAL, 2016). En Ecuador a nivel cantonal, el promedio de generación per cápita corresponde a 0,81 kg/hab/día, siendo 0,1 kg/hab/día el valor mínimo, y 2,21 kg/hab/día el valor máximo, tal es el caso de los cantones Santa Isabel (0,51 kg/hab/día) (PDYOT Santa Isabel, 2016), Biblián (0,60 kg/hab/día) y Sigcho (0,61 kg/hab/día) (Ministerio del Ambiente y Plan Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos MAE y PNGIDS, 2015). A través del total de toneladas de RSU producidos a nivel nacional se determinaron los siguientes percentiles demostrados en la Tabla 2 (Cuvi et al., 2015).

Tabla 2. Nivel de generación de RSU de acuerdo a las toneladas producidas por semana

Percentil	Toneladas/semana	Generación de RSU
Percentil 25	<11,6 ton/semana	Muy baja generación
Percentil 50	de 11,6 a 36 ton/semana	Baja generación
Percentil 75	de 37 a 120 ton/semana	Moderada generación
	más de 120 ton/semana	Alta generación

Adaptado de (Cuvi, 2015)

Las buenas prácticas ambientales y la existencia de normativas reguladoras son aspectos importantes en la gestión de RSU, debido a que el crecimiento poblacional y desarrollo de las ciudades están íntimamente relacionados con la generación de residuos (Sáez y Urdaneta, 2014). Así lo demuestran las ciudades de Madrid y Barranquilla, por un lado, Barranquilla cuenta con campañas de educación ambiental pero no con suficientes normas orientadas a la gestión de residuos que impulsen a la ciudadanía al cumplimiento y buenas prácticas ambientales. Por otra parte, Madrid es una de las ciudades que se ha preocupado en mejorar la calidad de vida de la población, realizando diferentes campañas de educación ambiental, junto con ordenanzas municipales orientadas a la sostenibilidad medioambiental adoptando medidas que faciliten la separación de los residuos en origen (Freiles, 2016).

Recolección, transporte y barrido

La siguiente fase la GIRS corresponde a la recolección y transporte, la cual se encarga de transportar los residuos desde la fuente de generación hasta la disposición final para su posterior tratamiento. La recolección y transporte de residuos son servicios de operación los cuales se encuentran bajo la responsabilidad de las alcaldías municipales (MAE et al ., 2017). Quienes deben velar por la correcta ejecución del servicio de recolección y transporte ya que del mismo depende que los residuos generados por las personas no se conviertan en focos contaminantes generadores de enfermedades e impactos ambientales (Secretaría de Ambiente y Empresa Pública Metropolitana de Aseo EMASEO, 2012). Además, son las fases más costosas debido a las reparaciones de los equipos de recolección y atención de la salud de los operarios. En la mayor parte de municipios cantonales realizan la recolección diariamente, en la Tabla 3 se presenta la frecuencia de recolección que se debe llevar a cabo de acuerdo a la zona de generación (Escuela de organización Industria, 2010).

Tabla 3 Frecuencia de recolección de residuos en cantones del Ecuador

Zona central o calle comercial	1 a 2 veces/día
Zona del mercado	2 a 3/día
Zona suburbana	1 a 2 veces/ día

Adaptado a partir de (Escuela de organización Industria, 2010).

Los aspectos que se deben considerar y que inciden directamente en la calidad del sistema de recolección, son: Cobertura de los servicios de recolección, Frecuencia, Tipo de almacenamiento, Tipo de vehículo, etc (Secretaría de Ambiente y Empresa Metropolitana de Aseo EMASEO, 2012). En cuanto al costo del servicio de recolección en Ecuador para poblaciones pequeñas (15 000 a 50 000 habitantes) es de 27,60 dólares (CEPAL,2016).

El barrido de calles es un sistema que se realiza diariamente, se basa en la limpieza manual o mecánica de calles y áreas públicas como; zonas verdes, calles pavimentadas, áreas de tráfico vehicular y peatonal (INEC, 2017). Se recomienda realizar el barrido manual en avenidas y calles con poco tráfico, espacios públicos y calles de difícil acceso (Collazos y Duque, 1993). El horario más recomendable para este tipo de barrido es el nocturno debido a que facilita la labor por el escaso tránsito vehicular, además, es favorable para aquellas ciudades donde la temperatura es muy alta, ya que provee comodidad a los operarios. Sin embargo, en ciudades con climas muy fríos es preferible realizar el barrido diurno, empezando la jornada desde muy temprano (Entidad Municipal de Aseo Villazon EMAVI, 2019). La Organización Panamericana de la Salud OPS (2010), menciona que en la mayor parte de ciudades de América Latina el rendimiento de los operarios que realizan el barrido manual es de 1,0 a 2,0 km/operario/día y de 2,0 a 4,0 km de cuneta.

Por otra parte, el barrido mecánico es recomendable realizarlo en calles amplias y planas muy bien pavimentadas, posee un rendimiento promedio de 25 a 30 km/operario/turno. Por cada km barrido se recogen de 30 a 90 kg de residuos, y se requiere de 0,4 a 0,8 operarios por cada 1 000 habitantes, dependiendo de la cooperación tanto de la población como del barrido mecánico, y tamaño de las calles (OPS, 2010). Uno de los inconvenientes que presenta este tipo de barrido es sus altos costos en el mantenimiento de equipos (Cárdenas et al., 2019).

Por otro lado, la fase de transporte se refiere a la transferencia de los desechos al lugar de disposición final, existen varios tipos de transporte, este puede ser elegido dependiendo del volumen de los residuos y disponibilidad del lugar (Ahmed et al., 2007). El sistema de transporte determina un plan de rutas y horarios para recolectar los residuos domiciliarios y comerciales (CEPAL,2016). Cuando el carro recolector debe realizar largos tramos de recogida o su destino es

una planta de transferencia se debe optar por la compactación el cual consiste en pequeñas prensas manuales logrando reducir el volumen de los residuos, teniendo presente que la densidad mínima de un residuo sólido urbano es de 600 kg/m^3 (Castells, 2012).

Disposición final

Son procesos que se llevan a cabo en un lugar definido, para tratar o disponer los desechos de manera frecuente, adecuada y salubre, dirigido hacia un ambiente seguro, por ello, es recomendable que la disposición final se realice en instalaciones acondicionadas, y no en botaderos a cielo abierto (Ministerio del Ambiente, 2008; Sánchez et al., 2010).

En Ecuador de los 221 GADs Municipales el 45,7% cuenta con rellenos sanitarios (INEC y AME, 2017). Siendo el de Cuenca el más grande y que cuenta con una adecuada distribución de instalaciones donde se llevan a cabo los diferentes procesos del manejo de residuos sólidos (Jimbo, 2016). Sin embargo, el 28,8% de GAD municipales cuentan con celdas emergentes mientras que el 25,6% tienen botaderos a cielo abierto. Este último se da principalmente por la mala gestión administrativa al no existir normativas de cumplimiento, falta de cultura social, falta de clasificación y separación en fuente etc (INEC y AME, 2017).

Tratamiento

Entre los métodos de tratamiento de residuos sólidos están, la incineración, el compostaje y la lombricultura. Por un lado, la incineración es un tratamiento térmico cuya finalidad es tratar los residuos para reducir su peligrosidad a través de la destrucción de sustancias nocivas procedentes de los residuos sólidos urbanos, industriales, peligrosos y hospitalarios (Comisión Europea et al., 2011). Además, la incineración se utiliza para la recuperación de energía eléctrica o térmica a través de la combustión de los RSU, el cual consiste en quemar los residuos urbanos sin mayor separación, cuyos gases generados ingresan por turbogeneradores para producir energía eléctrica o calefacción en áreas urbanas. Mediante este proceso se reduce el volumen de los residuos urbanos en un 80% a 95% quedando cenizas de material inerte que posteriormente puede ser utilizado como insumo de construcción (Millares, 2015). También, la incineración es favorable en el tiempo de degradación de los RSU debido a que con esta tecnología tarda su degradación

unos minutos mientras que en los rellenos sanitarios tarda de 100 a 150 años (Secretaría de Energía SENER et al., 2018).

Otro de los tratamientos de residuos sólidos es el compostaje, el mismo se basa en someter a los residuos orgánicos a un proceso biológico aerobio, en donde las bacterias termófilas actúan ayudando a que la temperatura y humedad del compost se encuentren en condiciones necesarias evitando la presencia de patógenos y malos olores. Es empleado como abono para plantas, sustituyendo así el uso de fertilizantes químicos y a la ves reduciendo la cantidad de residuos que llegan a disposición final (Civeira, 2010). Según Millares (2015) el 50% de residuos generados corresponde a la fracción orgánica, los cuales pueden ser aprovechados potencialmente en procesos de compostaje, lombricultura y biogás respectivamente. Este proceso se emplea para proporcionar nutrientes al suelo y mejorar su estructura (Román et al., 2015).

El confinamiento en rellenos sanitarios es el último proceso considerado en la cadena del manejo de los residuos como la opción menos deseada, en países desarrollados únicamente confinan residuos inorgánicos no reciclables, sin embargo, en países como México, Colombia y Ecuador donde los residuos son depositados sin control en botaderos a cielo abierto, los rellenos sanitarios son una opción para mejorar la calidad de vida de las personas y disminuir la contaminación ambiental (Millares Romo, 2015).

2.2.2. Diagnóstico a las fases del manejo de RSU

Una de las condiciones necesarias para mejorar la gestión de RSU es realizar un estudio preliminar o diagnóstico sobre las fases del manejo de los residuos como también, aspectos administrativos, económicos y políticos (Suárez et al., 2018). El diagnóstico incide en pronosticar y presentar los posibles agravamientos de la problemática existente durante el proceso de los residuos, desde su fuente de generación hasta su disposición final y de esta manera establecer medidas o estrategias que ayuden a disminuir los impactos negativos que puedan generarse por un inadecuado manejo de RSU, lo que perjudica al ambiente y población (Leiton et al., 2017).

En Brasil, se llevó a cabo un diagnóstico en tres municipios, Santo André, Sao Bernardo, y Sao Caetano do Sul, este análisis constó de tres partes, siendo la primera la recolección de datos

primarios y secundarios, el segundo fue el diagnóstico integrado de los resultados y, finalmente las perspectivas de futuro en relación con una propuesta de nuevos escenarios para los municipios estudiados, los datos primarios se obtuvieron a partir de cuestionarios de sostenibilidad enviados a los gestores municipales de los lugares evaluados, el cuestionario estaba compuesto de preguntas cuantitativas y cualitativas pertinentes al tema de manejo de los RSU. Los municipios presentaron resultados diferentes, por lo que se sugirió una propuesta teniendo en cuenta la sostenibilidad y el uso de energía de los RSU algunas de estas propuestas son: aprovechar la fracción de la materia orgánica de los residuos sólidos urbanos a través de compostaje y el uso de tecnologías de recuperación de energía como biodigestión anaerobia. Asimismo, la fracción de residuos húmedos, pueden ser aplicados en diversos tipos de tratamientos con el fin de lograr su consumo de energía, como incineración, gasificación, pirólisis y biodigestión anaeróbica (Breceda et al., 2017; da Silva et al., 2018).

La optimización de residuos se basa principalmente en el manejo de RSU incluyendo los sistemas de energía y tratamientos de residuos, estos últimos pueden ser: compostaje; reciclaje y lombricultura (Castañeda y Rodriguez, 2017). La separación de residuos en fuente es muy útil a la hora de disminuir la cantidad de residuos depositados directamente en rellenos sanitarios, ayudando a ampliar la vida útil del mismo (Razali et al., 2019).

2.3. Perspectivas de la gestión de residuos sólidos urbanos

Los modelos de gestión a seguir son los llevados a cabo en países como, Noruega, Bélgica, Filipinas, Bo Sierra Leona, Italia, Brasil y Oceanía, los mismos poseen actividades de separación en fuente de residuos biodegradables y reciclables, capacitaciones medioambientales y normativas sujetas a multas e incentivos, lo cual ha reducido la producción de residuos y ha generado fuentes de empleos verdes (Villegas y Laines, 2017).

Desde un enfoque internacional, Singapur es uno de los países que cuenta con la mejor gestión de residuos sólidos en la actualidad, ya que el 60% de residuos producidos son reutilizados y reciclados. Su finalidad se centra en disminuir al 100% los botaderos de basura incontrolados, y lograr convertirse en el mejor modelo de gestión de RSU (Villegas y Laines, 2017).

Por otra parte, diversos países han incluido en sus políticas planes de manejo integral de RSU, el mejor modelo a seguir es Suecia, al ser un país que ha alcanzado diversos logros en cuanto al mejoramiento de la gestión de residuos, algunos son: el reciclaje o reutilización de residuos domésticos en un 99%, la producción de energía a través de la incineración, el destino alternativo de algunos residuos, dejando como último recurso, la eliminación en vertedero (Tron, 2011).

En un contexto similar a la situación del país, se encuentra el Plan Nacional de Gestión Integral de RSU de Perú, quien con miras hacia el cumplimiento de metas establecidas por el Plan Nacional de Acción Ambiental (PLANAA), incluye un enfoque social, incorporando aspectos de trabajo de recicladores e inversiones para alcanzar las metas propuestas que tienen que ver con la salud y bienestar, sostenibilidad, agua limpia y saneamiento, crecimiento económico, producción y consumo responsable entre otros (Ministerio del Ambiente Perú MINAM, 2016).

Por otro lado, el modelo de gestión de residuos sólidos de la ciudad de Cuenca, se encuentra bajo la responsabilidad de la empresa EMAC, el mismo ha ido mejorando considerablemente en los últimos ocho años, incrementado su cobertura de recolección de residuos a un 96%, siendo eficiente en cada actividad realizada, desde la fase de generación hasta su disposición final, además, posee uno de los mejores diseños de vertederos, lo que hacen de este modelo el mejor del Ecuador (Jimbo, 2016).

2.3.1. Jerarquía en la Gestión de residuos sólidos urbanos

El primer objetivo de la gestión integral de RSU es evitar la generación de residuos, en caso de no ser posible se debe procurar la minimización (reducir reutilizar y reciclar) si la minimización no es posible, se debe considerar el tratamiento, y sólo cuando el tratamiento no sea realizable, se debe estimar como última opción la disposición final (Figura 1) (CEPAL, 2016).

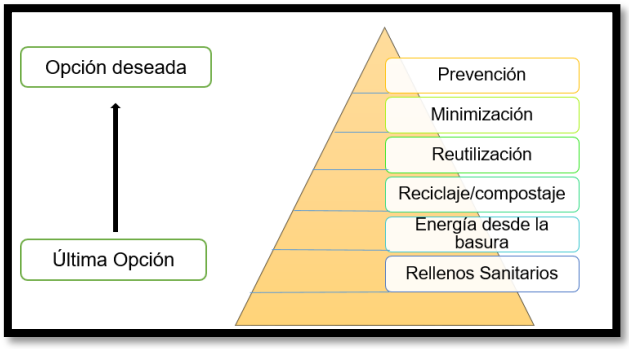


Figura 1. Jerarquía en la gestión de residuos sólidos urbanos (CEPAL, 2016).

En Ecuador, la jerarquía de la GIRS tiene como finalidad conceptualizar las políticas y normas, las mismas que deben ser ejecutadas por medidas dirigidas a gestionar los residuos sólidos, cuya responsabilidad incide directamente en los GADs Municipales del país (MAE, 2010). Sin embargo, la GIRS a nivel nacional se delimita en la prevención y minimización debido a que la valorización no se la considera a gran escala, siendo la eliminación sin previo tratamiento la principal actividad que se realiza (MAE et al., 2015).

El COA (2017), establece la jerarquía de la gestión de residuos sólidos el cual consta en orden de prioridad, "prevención, minimización en la generación desde la fuente, aprovechamiento y disposición final", principio sobre el cual deben manejarse los GADs Municipales a nivel nacional. Sin embargo, los Municipios de los países de América Latina, entre ellos Ecuador, no priorizan como una necesidad básica a la conservación del medio ambiente, por tal motivo, en la mayor parte de estos países los entes gubernamentales destinan muy pocos recursos financieros a la gestión de RSU, lo cual trae como consecuencia que los procesos de prevención, minimización, tratamiento, aprovechamiento y disposición final se lleven a cabo con tecnologías inadecuadas e incluso inexistentes (Sáez y Urdaneta, 2014).

Por otra parte, el aprovechamiento de residuos generados se lo puede realizar a través del reciclaje el cual consiste en transformar los residuos en nuevos productos o en materia prima para su posterior utilización (Field Actions Science Reports FACTS, 2019). También, se ha identificado como uno de los pasos más eficientes en la reducción de la generación total de residuos y disposición de los mismos en los vertederos (Razali et al., 2019).

Actualmente dentro de la gestión de residuos existe la filosofía Zero Waste, que impulsa la regeneración de productos y servicios, de tal forma que los recursos o materiales utilizados puedan ser reducidos, reutilizados y reciclados (Rojas, 2011). Implementar la filosofía "Zero Waste" en una localidad aportaría a eliminar los vertidos al suelo, agua y aire, los cuales son una amenaza para la salud y medioambiente (Rojas, 2011). Los principales componentes que la filosofía Zero Waste establece para el análisis durante los procesos en cada una de las fases del manejo de residuos sólidos son los siguientes: Geoadministrativo, Sociocultural, manejo, ambiental, económico, organizacional, gobierno y política (Zaman y Lehmann, 2011; Zaman, 2014).

2.4. Marco legal

El aspecto legal es la base fundamental para el desarrollo de aspectos sociales, económicos, políticos y ambientales, por ello, es importante considerar la normativa legal relacionada con la gestión de residuos sólidos emprendidas por el gobierno ecuatoriano bajo las cuales el municipio de Catamayo debe ejercer su autoridad.

- La Constitución de la República del Ecuador, (2018) en su artículo 4 "reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. En cuanto a organización territorial el Art. 264, y en el Titulo VII en su Art. 415 indica las competencias de los "gobiernos municipales en brindar los servicios públicos básicos", como también "desarrollar programas de reducción, reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos".
- La Ley de Gestión Ambiental (2004), en su Art. 2 menciona: "La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos"
- El Código Orgánico de la Organización Territorial COOTAD (2017), menciona en sus Arts. 4, 55 y 431, que los GADs municipales tienen la "responsabilidad directa del manejo y gestión de los residuos sólidos".
- El Código Orgánico del Ambiente COA (2017), menciona en su Art. 224 y 226 que "la gestión de residuos y desechos deberá cumplir con la siguiente jerarquización en orden de prioridad

  1. Prevención;

2. Minimización de la generación en la fuente;
3. Aprovechamiento o valorización;
4. Eliminación; y,
5. Disposición final".

Principio, mediante el cual la Autoridad Ambiental, GAD's Municipales o Metropolitanos, promoverán y fomentarán a la población, en el marco de sus competencias, la clasificación, reciclaje, y en general la gestión y manejo de residuos sólidos y desechos.

- La ordenanza de la GIRS en el cantón Catamayo, consta de 8 capítulos, donde se nombran prohibiciones, sanciones y contravenciones. El Art. 4 menciona el almacenamiento de los residuos sólidos tanto de entidades públicas como privadas y domiciliarias debe realizarse en recipientes especiales a excepción de residuos de construcción u otros que dificulte su recolección (Anexo 1).

3. METODOLOGÍA

El presente trabajo descriptivo posee un enfoque cuantitativo y diseño no experimental. Es cuantitativo debido a que se realizó una descripción de los resultados de composición física, estimación de la población, generación per cápita, y frecuencia de barrido. Es no experimental porque durante el desarrollo de la investigación se midieron variables (manejo y generación) con el fin de conocer su incidencia en la población.

3.1. Área de estudio

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2010), el cantón Catamayo cuenta con 30 638 habitantes, de los cuáles el 74.1 % de población pertenecen a la zona urbana mientras que el 25.9 % a la zona rural. La presente investigación se llevó a cabo en la parroquia urbana Catamayo, (Figura 2) la misma, limita al Norte con el cantón Loja, al Sur con la parroquia El Tambo, y al Oeste con las parroquias San Pedro de la Bendita y Gonzanamá. La parroquia urbana Catamayo se encuentra a una altitud que oscila entre 1160 a 1400 msnm, latitud 3º59.1912' S, y longitud 79º21.5472'O, conformada por terrazas aluviales y colinas medianas, presenta

temperaturas mayores a 22°C. La humedad relativa oscila entre 50% a 80% (PDYOT Catamayo, 2012; PDYOT Catamayo, 2014).

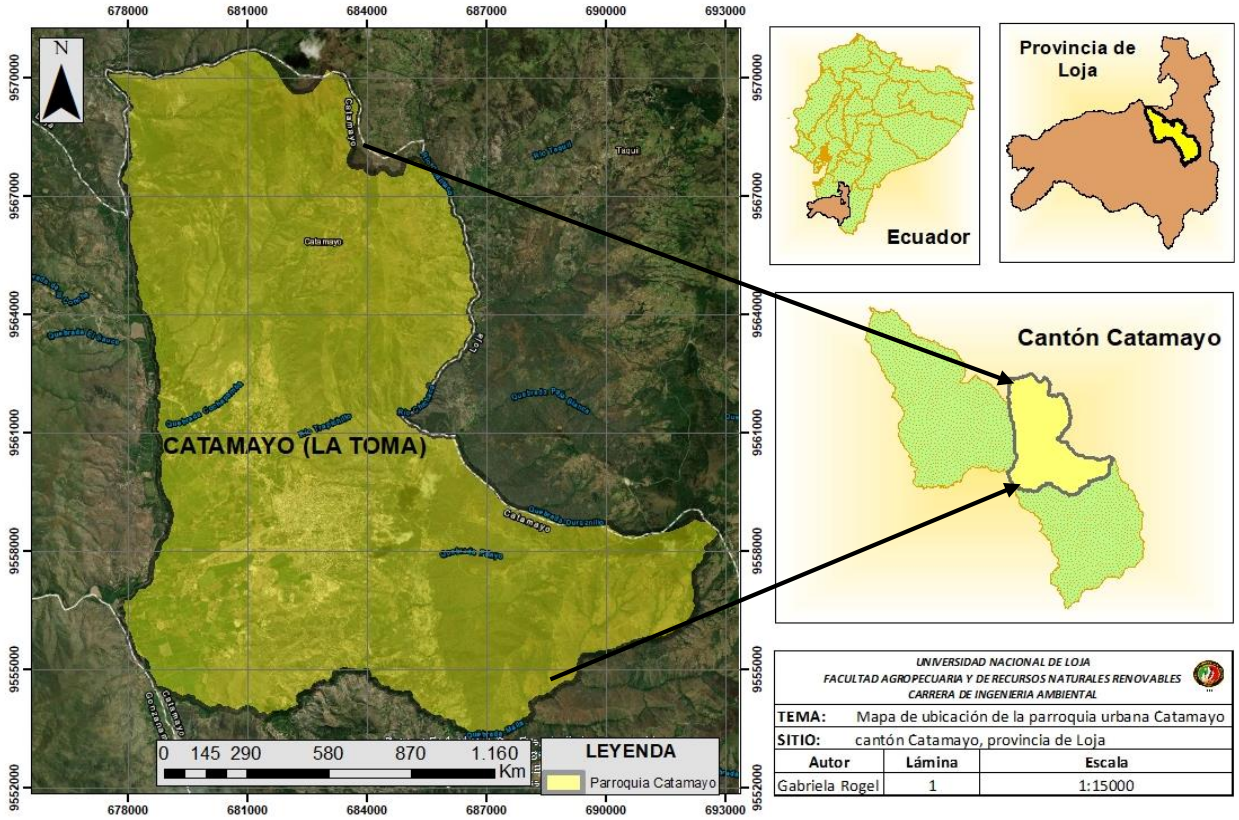


Figura 2. Mapa de localización geográfica de la parroquia urbana Catamayo

3.2. Caracterización de la generación de residuos sólidos urbanos

La caracterización de residuos se realizó usando una adaptación de la metodología empleada por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS, 1986).

Primero se determinó el tamaño de la muestra, utilizando la Ecuación 1 propuesta por la CEPIS, (1986), con el fin de conocer el número de viviendas y establecimientos representativos a muestrear, y se lo realizó a partir de la información proporcionada por el GAD Municipal Catamayo, INEC (2010), y otras entidades públicas (Anexo 2), sobre el número de viviendas totales del área de estudio (7 297 viviendas), número de centros educativos (22 escuelas y

colegios), número de centros agropecuarios y veterinarias (25), número de centros de salud (1) número de restaurantes (39) y mercados (1), se consideró una desviación estándar de 0,28 debido a que el rango de viviendas de la parroquia urbana Catamayo se encuentra entre 5 000 y 10 000 viviendas. El error permisible se consideró tomando en cuenta el 10% de la generación per cápita (GPC) de la provincia de Loja (0,06 kg/hab/día) (Asociación de Municipalidades Ecuatorianas AME e Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, 2016), y un nivel de confianza de 95%. Cabe mencionar que en el presente estudio se consideró el 10% de nivel de contingencia con el fin de conservar el número de viviendas adecuadas para el muestreo.

$$\mathbf{n} = \frac{Z^2_{1-\alpha/2}\mathrm{N}\sigma^2}{(N-1)E^2+Z^2_{1-\alpha/2}\sigma^2} \quad \textbf{[Ec. 1]}$$

Donde,

n = número de viviendas a muestrear
N = viviendas totales del área de estudio (7297)
σ= desviación estándar (0,28)
Z = nivel de seguridad (95%=1,96)
E= error permisible (0,06 kg/hab/día)

Las muestras se seleccionaron a través del método estratificado no proporcional, el mismo, consistió en dividir por estratos de la siguiente manera: domicilios, provisión de alimentos, y centros educativos, se realizó un submuestreo a través del método probabilístico aleatorio simple sin reposición, de esta manera todas las muestras tuvieron la misma probabilidad de ser escogidas, para ello, se generó una base de datos tanto para los estratos como para centros agropecuarios, centros de salud y veterinarias, luego a través del número de medidores de luz, se procedió a seleccionar de manera aleatoria, obteniendo el tamaño muestral previamente calculado (110 muestras). En el Anexo 3 se presenta el mapa de los establecimientos seleccionados previo al muestreo.

Cabe mencionar, que los centros agropecuarios, centros de salud y animal, fueron pesados únicamente con el fin de conocer la cantidad de residuos peligroso/infecciosos que generan, por lo tanto, no se realizó su composición física por motivos de bioseguridad.

Antes de iniciar el muestreo, se realizó una socialización sobre la metodología de caracterización y duración del muestreo con los jefes de cada hogar y representantes de los establecimientos. Posteriormente se procedió a etiquetar las viviendas e instituciones seleccionadas, de esta manera, el carro recolector no recolectó los residuos durante los días de muestreo, y fueron recolectados diariamente en las fundas plásticas previamente etiquetadas y otorgadas a los jefes de hogar y representantes institucionales. Se codificó primero ubicando el tipo de residuo: domiciliario (D), Institucional (I) y hospitalario (H), finalmente el número de muestra a la que corresponde, por ejemplo, D-01. Posteriormente, se otorgó ocho fundas plásticas con la misma codificación, para la recolección de los residuos y posterior pesaje de los mismos Anexo 4.

Para determinar la generación per cápita, se recolectó y pesó diariamente con una balanza eléctrica, durante ocho días consecutivos la totalidad de las fundas con las muestras de residuos, verificando que el código de la funda plástica coincida con el código de la muestra, luego se procedió a registrar su peso diario como se indica en la Tabla 4.

Tabla 4. Registro del peso diario de residuos sólidos urbanos generados

N°	Cód.		PESO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS (Kg/día)								
		Hab	M	J	V	L	M	M	J	V	TOTAL
1											
67											

Cabe mencionar que, durante el muestreo, la primera muestra correspondió al día blanco, pese a que fue tomada en cuenta en el registro no se consideró para el resultado. A partir del peso total de residuos generados diariamente en todas las viviendas y el número de personas que intervinieron en el muestreo diario, se calculó la generación per cápita diaria de las viviendas muestreadas (kg/hab/día) utilizando la Ecuación 2 (CEPIS, 1986).

$$\boldsymbol{GPC} = \frac{Wt}{Nt} \quad \textbf{[Ec.2]}$$

Donde,

GPC= generación per cápita diaria
Wt= Peso total de residuos
Nt= número total de personas que intervienen en el muestreo

Luego se determinó la generación total diaria multiplicando el resultado de la generación per cápita por el número de habitantes de la parroquia urbana Catamayo (22 703 hab) utilizando la Ecuación 3 (CEPIS, 1986). De la misma manera, se realizaron los cálculos para determinar la GPC y GTD de los demás estratos y de los centros agropecuarios, de salud y animal.

$$\boldsymbol{GTD} = gpc \times Nt \quad \textbf{[Ec.3]}$$

Donde,

GTD= generación total diaria
gpc= generación per cápita
Nt= número total de personas del área de estudio

Finalmente, se determinó la GPC de la parroquia urbana Catamayo, para ello, se realizó una ponderación considerando el cálculo de GPC de los estratos muestreados y utilizando la Ecuación 4 propuesta por el Ministerio del Ambiente del Perú MINAM (2018). La estimación de GTD, de la parroquia urbana Catamayo se llevó a cabo de la misma manera.

$$\boldsymbol{GPC\ pond} = \%_A \times GPC_A + \%_B \times GPC_B + \%_C \times GPC_C \quad \textbf{[Ec.4]}$$

Donde,

GPC pond= generación per cápita ponderada
$\%_{A,B,C}$= porcentaje de la población de cada estrato
$GPC_{A,B,C}$= generación per cápita de cada estrato

La determinación del porcentaje de composición física de residuos sólidos, se realizó a cada estrato durante los siete días consecutivos de muestreo, mediante la norma mexicana NMX-AA-015-1985 la cual establece el método de cuarteo. El método de cuarteo consistió en ubicar los residuos recolectados en una zona plana pavimentada del relleno sanitario de Catamayo en un montón, y fueron homogeneizados, luego se dividió al montón en cuatro partes iguales y se tomó los cuartos de residuos de los lados opuestos obteniendo una muestra de residuos más pequeña, se

procedió a homogeneizarlo y se repitió el proceso hasta conseguir una muestra representativa de 50 Kg.

Una vez obtenida la muestra representativa de 50 Kg de residuos, se procedió diariamente a separar y clasificar en componentes (Tabla 5). Luego se pesó los componentes obtenidos y se calculó el porcentaje de cada componente, considerando el peso total de las muestras de residuos recolectados en un día y el resultado del peso de cada componente, utilizando la Ecuación 5 (CEPIS, 1986).

Tabla 5.Clasificación en componentes de los residuos sólidos urbanos

	CLASIFICACIÓN	SUBPRODUCTOS
Residuos aprovechables	Orgánicos	Residuos alimenticios, madera, residuos de jardinería.
	Cartón y papel	Cartón, Papel (periódico, bond)
	Plásticos	Plástico rígido y de película
	Metales	Latas, aluminio, cobre, hierro, envases de aerosoles
	Vidrio	Vidrio de color y transparente
	Tetrapack	Envases de leche, jugos etc
Residuos no aprovechables	Residuos especiales	Pañales desechables, toallas sanitarias, material de curación, baterías, envases de agroquímicos o medicina, algodón.
	Material de construcción	Cerámica
	Textil	Ropa, zapatos, tela, cuero
	Poliestireno	Recipientes de poliestireno

Adaptado a partir de (CEPIS, 1986).

$$\boldsymbol{PS} = (G1/Gt)x100 \quad \textbf{[Ec. 5]}$$

Donde,

PS= Porcentaje de los componentes
G1= peso de cada componente
Gt= peso total de residuos

El volumen y densidad de la muestra fueron determinados utilizando un recipiente cilíndrico de 0,2 m^3, se midió su altura, diámetro y peso, se procedió a llenarlo por completo de los residuos eliminados en el primer proceso de cuarteo y se lo levantó sobre la superficie, se lo hizo caer 3 veces, de tal manera que los residuos ocupen todo el espacio del recipiente, luego se midió la altura libre desde donde llegaban los residuos hasta el borde del recipiente. Se calculó el volumen utilizando la Ecuación 6 (CEPIS, 1986).

$$V = \pi * \frac{D^2}{4} * (H - h) \quad \textbf{[Ec. 6]}$$

Donde,

V= Volumen
$\boldsymbol{\pi}$**=** 3.1416
H= altura del tanque
h= altura libre
$\mathbf{D^2}$**=** diámetro del tanque

Finalmente se pesó el recipiente lleno de residuos (W2) y por diferencia con el peso del recipiente vacío (W1), se obtuvo el peso de los residuos (W). Con el volumen obtenido se calculó la densidad utilizando la Ecuación 7 (CEPIS, 1986).

$$S = \frac{W}{V} \quad \textbf{[Ec.7]}$$

Donde,

S= densidad (kg/m^3)
w= peso de residuos sólidos (kg)
v= volumen de los residuos sólidos (m^3)

Estimación de la proyección futura de RSU de la parroquia urbana Catamayo

Se llevó a cabo la proyección de la generación per cápita y generación total de residuos sólidos en la parroquia urbana Catamayo, con el fin de conocer la cantidad de residuos que generará la población y de esta manera contribuir en la planificación de mejoras en cuanto al tamaño de la celda, diseño y vida útil del relleno sanitario, etc. Se tomó información del INEC (2010), sobre la población y censos de los años 2001 y 2010. Primero se determinó la tasa de crecimiento demográfico utilizando la Ecuación 8 (Jaramillo, 1997).

$$\boldsymbol{r} = (Puc/Pci)^{\frac{1}{Tuc-Tci}} - 1 \textbf{ [Ec. 8]}$$

Donde,

r = Tasa de crecimiento demográfico
Puc= población actual 2010
Pci= población inicial 2001
Tuc= Periodo del Censo 2010
Tci= Periodo del Censo 2001

Luego de haber obtenido la tasa de crecimiento demográfico (2,14%), se procedió a calcular la estimación del índice de crecimiento poblacional. Se utilizó el resultado antes mencionado y como referencia el censo de población y vivienda del año 2010, utilizando la Ecuación 9 (CEPIS, 1986).

$$\boldsymbol{Pn} = Po\ x\ (1 + r)^n \textbf{ [Ec.9]}$$

Donde,
Pn= Población Final estimada
Po= Población inicial (22 703 hab)
R= Tasa de Crecimiento (2,14 %)
n= años (20)

Finalmente se realizó la proyección de generación total de RSU para el año 2040, se calculó con la Ecuación 10 (MAE et., al 2017) para lo cual, se consideró la población futura y generación per cápita antes calculada.

$$\boldsymbol{GTD} = GPCx\ P \textbf{ [Ec.10]}$$

Donde,

GTD= cantidad de residuos sólidos (kg/día)
GPC= generación per cápita total (kg/hab/día)
P= población

3.3. Diagnóstico del estado actual del manejo de residuos sólidos

Para conocer el estado actual del manejo de residuos sólidos de la parroquia urbana Catamayo, primero, se aplicaron entrevistas, encuestas y lista de chequeo, con el fin de obtener información necesaria para llevar a cabo el diagnóstico. En este sentido, se entrevistó a las autoridades pertinentes (Alcalde, jefes de los Departamentos de Gestión Ambiental e Higiene y Abastos) para conocer como se está llevando el manejo de RSU desde la fase de recolección hasta la disposición final. De esta manera, se logró obtener las conformidades y no conformidades existentes en los aspectos: administrativo; sociocultural; económico; político y ambiental (Zaman, 2014). En el Anexo 5 se muestra el diseño de la entrevista aplicada.

Así mismo, se aplicaron encuestas a la población de cuatro estratos: domiciliario, centros educativos, provisión de alimentos y centros de salud humana y animal con el fin de contrastar la información previamente obtenida de las autoridades del GAD Municipal Catamayo con la información obtenida de la población que viven la realidad. Para ello, primero, se diseñó el modelo de las encuestas adaptándola al diseño empleado por da Silva (2019), considerando los aspectos: ambiental; político; económico; manejo y sociocultural (Zaman y Lehmann, 2011) (Anexo 6). Luego, se determinó el tamaño de la muestra con el fin de conocer el número representativo de encuestas a aplicar. Al tratarse de una población finita, se utilizó la Ecuación 11 propuesta por Aguilar, (2005)**.**

$$\boldsymbol{n} = \frac{N * Z_{\propto}^{2} \ \ p * q}{d^{2}\ (N-1) + Z_{\propto}^{2} \ * p * q} \textbf{[Ec.11]}$$

Dónde,
n= Tamaño de la muestra
N=Tamaño de Población (22 703 hab)
Zα= 95% de confianza (1,96)
p = proporción esperada (0,05)
q = 1 – p (0.95)
d = precisión (0,05).
Contingencia 10%

Una vez obtenido el número de encuestas a aplicar, se procedió a generar una base de datos de viviendas, centros educativos, restaurantes, puestos del mercado y centros de salud humana y animal del área de estudio, en base a la información catastral y número de medidores de luz, se procedió a seleccionar a las personas a encuestar aplicando el método probabilístico aleatorio simple, de esta manera todas las personas de la parroquia urbana Catamayo tuvieron la misma probabilidad de ser escogidas.

Posteriormente, se realizó una lista de chequeo al vertedero de Catamayo, con el fin de conocer el funcionamiento, cumplimiento y las deficiencias de cada área que lo conforman. Para el diseño de la lista de chequeo se consideró los parámetros: actividades a ser verificadas; atributos; variables y frecuencia de verificación (García, 2018).

A partir de la información obtenida de la caracterización de los RSU, encuestas, entrevistas y lista de chequeo, se procedió a realizar el diagnóstico a las fases del manejo desde la generación hasta la disposición final considerando los componentes Zero Waste (Figura 3) establecidos por (Zaman, 2011; Zaman y Lehmann, 2014).

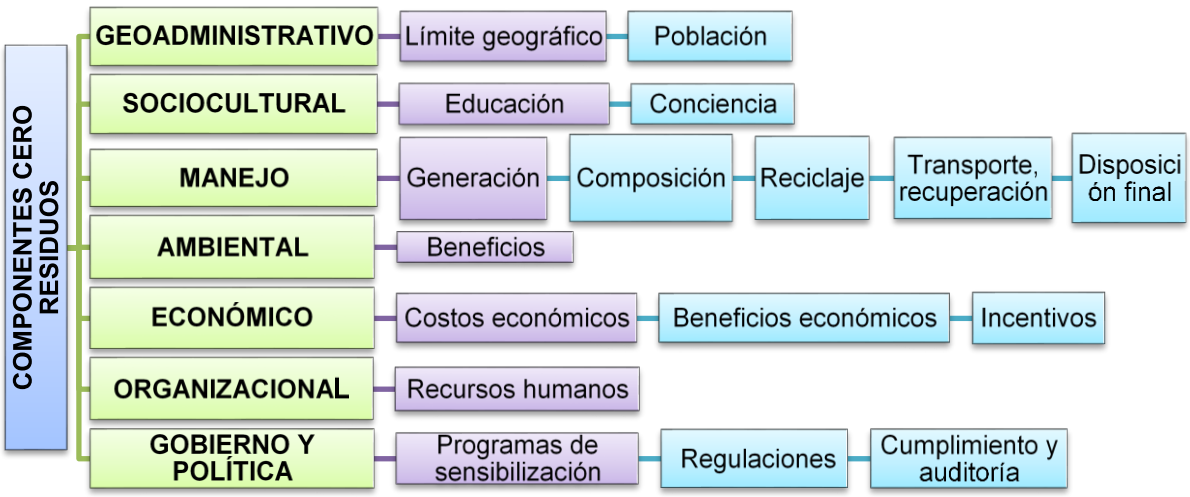


Figura 3. Componentes para el análisis del estado actual de las fases del manejo de RSU
Adaptado a partir de Zaman y Lehmann (2011) y Zaman (2014).

Además, se estimó la generación de Metano procedente del relleno sanitario del cantón Catamayo, mediante la aplicación del modelo matemático Landfill Gas Emission (LANDGEM) (United States Environmental Protection Agency USEPA, 2005). el cual se expresa en la Ecuación

12. Los datos requeridos para el cálculo fueron: año de apertura (2005), año de clausura (2025), cantidad anual de residuos orgánicos del cantón Catamayo (10 460 Mg/año) y los parámetros k (0,05/año) y L_o (170 m^3/Mg) cuyos valores son estandarizados por el modelo aplicado al tratarse de una ciudad pequeña y condiciones climatológicas (clima medio húmedo).

$$\boldsymbol{Q_{CH4}} = \sum_{t=1}^{n} \sum_{j=0,1}^{1} KLo(\frac{Mi}{10}) e^{-ktij} \text{[Ec. 12]}$$

Dónde,
Q_{CH4}= generación de metano (m^3/año)
i= Incremento de 1 año
n= año de cálculo – año de clausura del vertedero (15 años)
j= incremento de 0,1 año
k= tasa de generación de metano 0,05/año
Lo= potencial de generación de metano 170 (m^3/Mg)
Mi = residuos orgánicos generados en un año (i) (10 460 Mg/año)
tij= j + Mi (10,4 años decimales)
e= 2,71828183

3.4. Alternativas de mejora al manejo de RSU

Se llevó a cabo a partir de las deficiencias identificadas en cada fase del manejo, considerando los componentes Zero Waste analizados durante el diagnóstico, el diseño de las alternativas se realizó mediante una adaptación al formato establecido por el MAE (2015), dónde se consideró: objetivos, medios de verificación, tipo de plan, programas, actividades, responsables, tiempo de duración y costos.

Asimismo, con el fin de proponer alternativas de mejora que contribuyan a la planificación de las fases del manejo, se estimó el número óptimo de contenedores para depositar los residuos en la vía pública. Primero, a partir de la Ecuación 13 se calculó el peso de los residuos a ser depositados en los recipientes, para ello, se consideró el número de habitantes de la parroquia urbana Catamayo, GPC calculada durante la caracterización, y el número de días de máxima acumulación (Anónimo, 2008).

$$\boldsymbol{Tr} = N^{O}\text{hab} \times \text{GPC} \times \text{D} \text{ [Ec. 13]}$$

Donde,

Tr= peso de residuos (t)
Nº= número de habitantes (22703)
GPC= generación per cápita (0,68 kg/hab/día)
D= Días de máxima acumulación de residuos (2días)

Luego, a partir del peso de los residuos calculado anteriormente (3,08 t) y asumiendo una densidad de 0,2 t/m^3 (rango 0,15 t/m^3- 0,2 t/m^3) se calculó el volumen de los residuos que serán almacenados en los contenedores. Se utilizó la Ecuación 14.

$$\boldsymbol{V} = \frac{\mathrm{Tr}}{S} \quad [\textbf{Ec. 14}]$$

Donde,

V= volumen de los residuos a almacenar en los contenedores (m^3)
Tr= peso de los residuos (3,08 t)
***S*=** densidad (0,2 t/m^3)

De los resultados obtenidos en las Ecuaciones 13 y 14 se obtuvo el número óptimo de contenedores a implementar. La metodología aplicada establece considerar la capacidad del contenedor de acuerdo a la necesidad, es decir, para Catamayo se considerará contenedores de 0,132 m^3 de capacidad. Ecuación 15.

$$\boldsymbol{N^o c} = \frac{\mathrm{V}}{C} \quad [\textbf{Ec. 15}]$$

Donde,

Nºc= número de contenedores
Tr= volumen (15,43 m^3)
C= capacidad (0,132m^3)

Por otra parte, se calculó el número de operarios requeridos para el barrido, con el fin de conocer el número óptimo de personal dedicado a esta actividad, para ello, se consideró, la longitud de las calles por barrer, y el rango promedio de barrido que según la OPS (2010), para América Latina es de 1,5 km/día. Se utilizó la Ecuación 16 propuesta por (Collazos y Muñoz, 1993).

$$NO = \frac{\mathrm{L}}{\mathrm{R}} \text{ [Ec.16]}$$

Donde,

NO= número de operarios
L= longitud a barrer (km)
R= rendimiento de barrido (1,5km/jornada)

También, se calculó el número óptimo de vehículos recolectores de residuos, para ello se consideró la generación de RSU de la parroquia urbana Catamayo (0,68kg/hab/día), población (22703hab), número de viajes por jornada (2), capacidad del carro recolector (10 000 kg), y días laborables de recolección (6 días). Ecuación 17 (Collazos y Muñoz, 1993).

$$N_v = \frac{G \times P \times Dh \times Fr \times K}{N \times C \times Dh} \text{ [Ec. 17]}$$

Donde,

N_v= Número óptimo de carros recolectores
G= GPC kg/hab/día
P= Población
Dh= Días laborales
Fr= Factor de reserva, (1.20)
K= Factor de cobertura (1.00)
N= número de viajes que un vehículo realiza en la jornada
C= capacidad útil del carro recolector kg

Asimismo, se estimó el tiempo de recorrido que realiza cada carro recolector, para lo cual se tomó en cuenta valores proporcionados por el GAD Municipal sobre la jornada laboral, (8horas/día) y el tiempo en minutos que ocupa cada operario durante la ruta de recolección de residuos Ecuación 18 (Pineda, 1998).

$$TR = \frac{[360-(\Sigma T1+T2+T3+T4+T6+T7+T8)+(X-1)(T3+T4+T5)]}{X} \text{ [Ec. 18]}$$

Donde,

TR=tiempo de recorrido del vehículo recolector
T1= tiempo empleado en chequeo del vehículo
T2= tiempo que tarda el vehículo hacia la zona donde realiza el recorrido
T3= tiempo que tarda en desplazarse al vertedero
T4= tiempo empleado en la descarga de los residuos
T5= tiempo de regreso para continuar con la recolección
T6= tiempo de regreso hacia el garaje
T7= tiempo en mantenimiento
T8= tiempo para alimentación de los operarios
X= número de viajes (2/dia)
480minutos = equivale las 8 horas laborales

Por otro lado, a partir de la metodología establecida por el MAE et al., (2017). Se creó el diseño de rutas de recolección de residuos del área de estudio, para ello, se consideraron las características del servicio de recolección: Frecuencia de recolección (6 días/semana), carga útil de cada carro recolector (longitud 15m^3, peso 10 t), número de viajes que realizará cada carro recolector (1), Número de jornadas en el día (1) y número de carros recolectores (4 vehículos), esto con el fin de conocer previamente el tipo de ruta óptimo para su posterior diseño, para el caso de Catamayo, el MAE et al., (2017) recomienda la recolección tipo "doble peine" el cual se realiza de un lado de la vía, en donde puede recorrer hasta 2 veces por cada vía si así lo requiere (zonas comerciales).

Por su parte, el diagrama se realizó mediante puntos GPS y el uso de la herramienta Network Analyst, perteneciente al software ArcGis 10.3. Durante el desarrollo de las rutas se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Minimizar el número de vueltas hacia la izquierda y redondas, con el fin de optimizar tiempo durante la recolección, evitar accidentes y obstaculizar el tránsito vehicular.
- El inicio de las rutas debe realizarse en los puntos más alejados al relleno sanitario.
- Al usar el trazado tipo "peine" es recomendable realizar las rutas largas con vueltas en sentido de las manecillas del reloj alrededor de los sectores.
- No considerar los sectores que no requieran del servicio de recolección

En el Anexo 7, se presenta el procedimiento empleado durante el desarrollo de las rutas de recolección.

Por otra parte, se diseñaron las camas de lombricultura para la obtención de abonos orgánicos procedentes de los residuos biodegradables generados en el cantón Catamayo, primero, se calculó el volumen necesario de cada cama a partir de la Ecuación 19 propuesta por Roben (2002), los valores considerados en esta ecuación surgieron a partir de una estimación de la producción diaria de residuos del cantón Catamayo ya que al vertedero llegan todos los residuos generados en el cantón, por lo tanto debe considerarse dentro del cálculo y densidad de residuos orgánicos obtenidos durante la caracterización de la presente investigación.

$$\boldsymbol{V = \frac{p}{s}} \quad [\textbf{Ec. 19}]$$

Donde,

V= volumen de cada cama de lombricultura (m^3)
p= producción diaria de residuos biodegradables (28,66 t)
***s*=** densidad de los residuos biodegradables (0,3 t/m^3)

Luego, se procedió a estimar el número óptimo de camas a construir mediante la Ecuación 20, en donde se consideró la profundidad de la cama de lombricultura, número de días que tarda el proceso y número de descargas que realizan en una semana, los dos primeros valores son fijos por la ecuación ya que se trata de una comunidad pequeña, mientras que el número de descargas se lo consideró de acuerdo a la propuesta establecida sobre el aprovechamiento de residuos donde se menciona la recolección diferenciada (4 días residuos orgánicos) (Roben, 2002).

$$\boldsymbol{N = \frac{Pl \times n}{Nd}} \quad [\textbf{Ec. 20}]$$

Donde,

N= Número de camas de lombricultura
Pl= Profundidad de la cama de lombricultura (0,5m)
***n*=** Número de días que tarda el proceso (150 días)
Nd= número de descargas que se realizan en una semana (4/semana)

3.5. Análisis estadístico

A partir de los resultados obtenidos de GPC y GTD de residuos sólidos que a su vez se clasificaron en tres estratos, domiciliario, provisión de alimentos y centros educativos, se analizaron mediante tablas de contingencia obteniendo medidas de resumen como desviación estándar, error y media con el fin de estimar la dispersión de los datos en función a la media poblacional.

Los datos obtenidos de la aplicación de encuestas, fueron analizados mediante tablas de contingencia con un nivel de significancia de 0,05.

4. RESULTADOS

4.1. Caracterización de la generación de residuos sólidos urbanos de la parroquia urbana Catamayo

En este apartado se presentan los resultados obtenidos sobre generación composición y densidad de los residuos sólidos de la parroquia urbana Catamayo, donde se establecieron tres estratos: Domiciliarios, Provisión de alimentos y Centros Educativos. Cabe mencionar que se consideró la generación de residuos peligrosos/ infecciosos de Centros de Salud, Centros Agropecuarios y Centros Veterinarios, dicha información fue obtenida únicamente del peso diario durante los 7 días de muestreo, la composición física de los mismos no se realizó para evitar posibles riesgos biológicos en la salud al no contar con protocolos de bioseguridad.

Luego de aplicar la Ecuación 1, y mediante la información proporcionada por el GAD Municipal Catamayo, INEC 2010 y otras entidades públicas, se obtuvo el número representativo de muestras 91, las mismas fueron distribuidas para cada estrato como también para centros de salud, centros agropecuarios y veterinarias.

El estrato Domiciliario presentó mayor GPC y el estrato provisión de alimentos mayor densidad, los dos estratos antes mencionados presentaron mayor porcentaje de residuos orgánicos, mientras que el estrato centros educativos presentó mayor porcentaje de residuos inorgánicos (papel, cartón, tetrapack y plástico).

La GPC de la parroquia urbana Catamayo es de 0,68 kg/hab/día, la cantidad proyectada para dentro de 20 años demostró un incremento de generación de residuos en un 18%.

Determinación del número representativo de muestras de la población

El número de las muestras empleadas por estratos en este estudio se presentan en la Tabla 6, y el número de muestras provenientes de centros de salud, agropecuario y animal se presentan en la Tabla 7.

Tabla 6. Muestras de generación de residuos sólidos por estrato de la parroquia urbana Catamayo

Estrato	Nº de viviendas/ establecimientos	Nº Muestras
Domiciliario	7297	67
Provisión de alimentos	Mercado (70 puestos) Restaurantes (39)	20 puestos 10 restaurantes
Centros educativos	20	6
TOTAL	7357	103 muestras

Tabla 7. Muestras de generación de residuos sólidos por fuente de generación

Fuente de generación	Nº de Establecimientos	Muestra
Centros agropecuarios	15	4
Centros de salud	1	1
Centros veterinarios	8	4
TOTAL	24	9 muestras

Generación per cápita (GPC)

En la Tabla 8, se presenta la GPC de cada estrato muestreado, donde se puede evidenciar que la mayor generación corresponde a domiciliario con 0,61 kg en comparación a la GPC de provisión de alimentos y centros educativos.

Tabla 8. GPC y error estándar por estratos, de la parroquia urbana Catamayo

Estrato	Generación per cápita (kg/hab/día)	Error estándar
Domiciliario	0,61	0,02
Provisión de alimentos	0,52	0,08
Centros educativos	0,25	0,10

En los Anexos 8, 9 y 10 se presentan los registros detallados de los pesos diarios, y GPC de domicilios, provisión de alimentos, e instituciones educativas.

En la generación total diaria (GTD) de acuerdo a cada estrato se observa que la mayor producción de residuos corresponde al estrato domiciliario, mientras que el de menor producción

corresponde a los centros educativos, debido a que en escuelas y colegios generan menor cantidad de residuos orgánicos, tal como se muestra en la Figura 4.

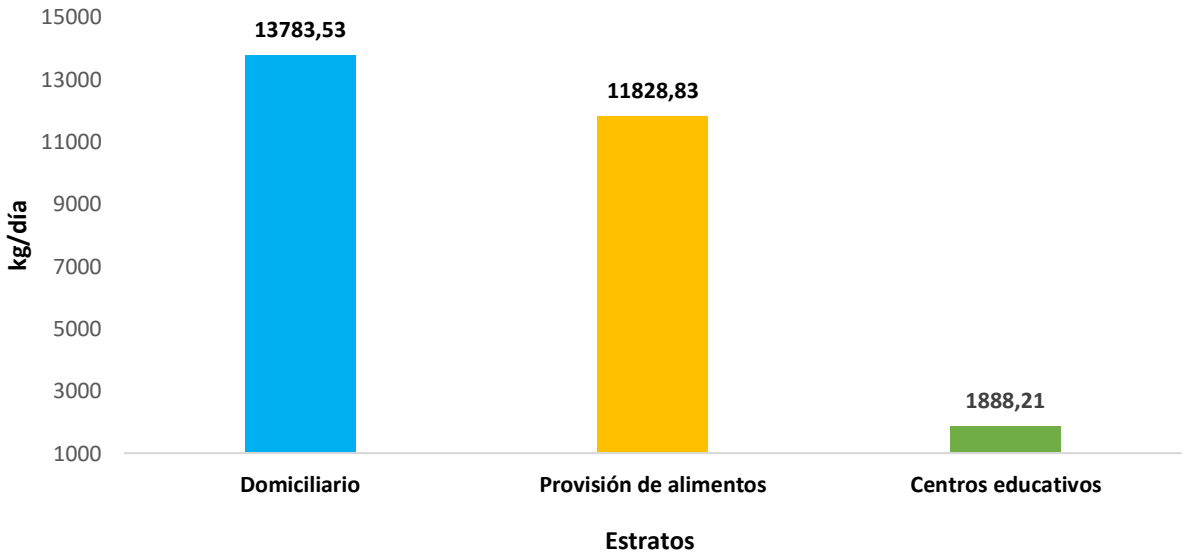


Figura 4. Promedio de generación total diaria de RSU por estratos

El promedio de GPC de la parroquia urbana Catamayo fue de **0,68 kg/hab/día** y de generación total diaria fue de **15 438,04 kg/día**, dichos valores se encuentran dentro del rango óptimo de generación según lo establecido a nivel nacional.

La GPC y generación total diaria de residuos peligrosos/infecciosos de centros de salud, veterinarias y centros agropecuarios de la parroquia urbana Catamayo fue de 0,14 kg/establecimiento/día y de 13,54 kg/día respectivamente (Anexo 11).

4.1.1. Composición física de los residuos sólidos urbanos de la parroquia urbana Catamayo

De los datos obtenidos en campo, se determinó que el promedio total de la composición de residuos generados en el estrato domiciliario de la parroquia urbana Catamayo fue de 49,71 kg. En la Figura 5, se observa que el mayor porcentaje de generación de residuos aprovechables está compuesta por los residuos orgánicos con un 65,47%, el mismo corresponde a restos de alimentos, animales, madera y jardinería, seguido de los componentes plásticos 9%, cartón y papel 6%. Por

otra parte, de los residuos no aprovechables, el valor más representativo fueron los residuos especiales 7%, los mismos comprenden pañales desechables, toallas sanitarias, material de curación, baterías, envases de agroquímicos etc.

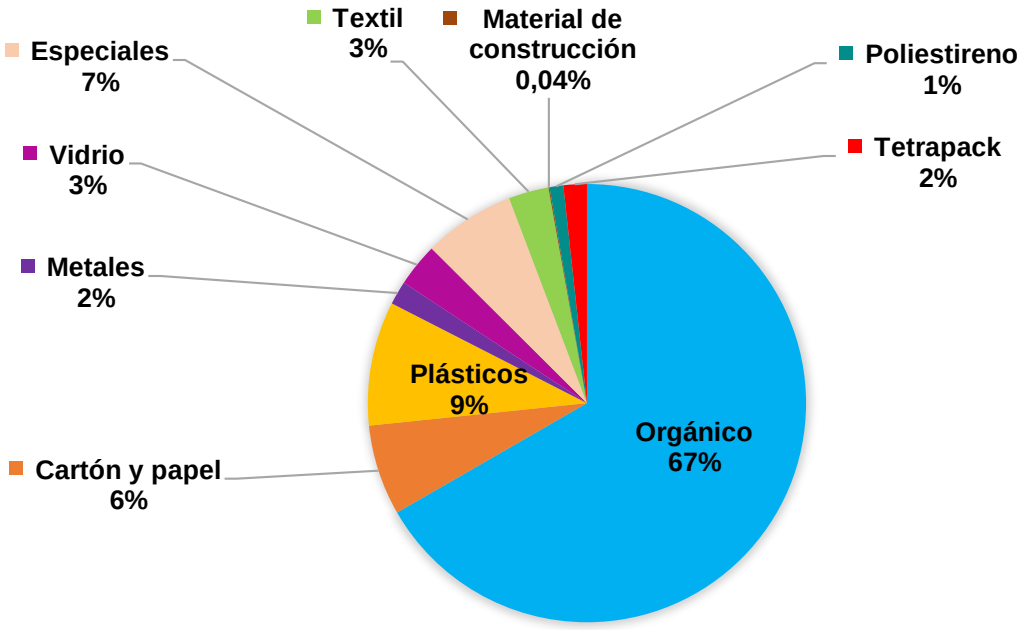


Figura 5. Composición física de RSU del estrato domiciliario de la parroquia urbana Catamayo.

En la Figura 6, se representan los datos obtenidos de la composición física de RSU del estrato provisión de alimentos, en el mismo se obtuvo un promedio de generación de residuos de 50,25 kg. La mayor proporción está representada por residuos orgánicos tanto de puestos del mercado como de restaurantes. Asimismo, el plástico tiene un valor representativo 5% en comparación con los demás componentes aprovechables. Por otra parte, los residuos no aprovechables aparecen con valores poco representativos.

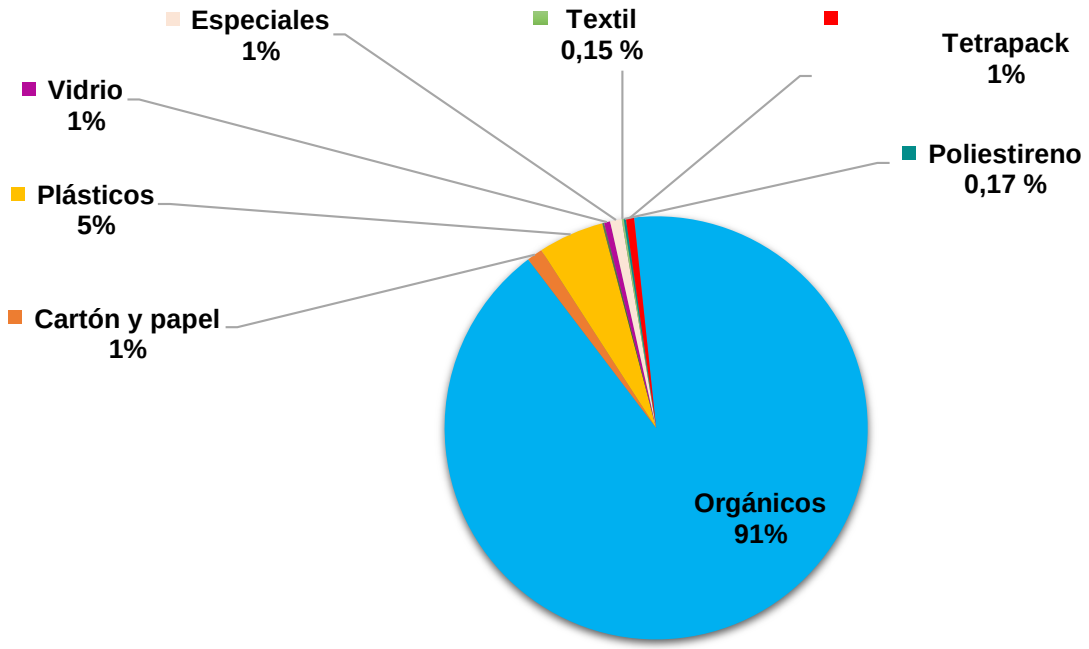


Figura 6. Composición física de RSU del estrato provisión de alimentos de la parroquia urbana Catamayo.

En lo que respecta al estrato centros educativos (Figura 7), se determinó que, de los 50,77 kg del promedio total de generación de residuos, el 57% corresponde a residuos orgánicos procedentes de los bares de las instituciones educativas, seguido de cartón y papel 11% y tetrapack 10%. Los residuos no aprovechables presentaron valores poco representativos e inexistentes.

En los Anexos 12, 13 y 14 se detallan los registros de los pesos diarios en kg y porcentaje de los residuos para cada estrato.

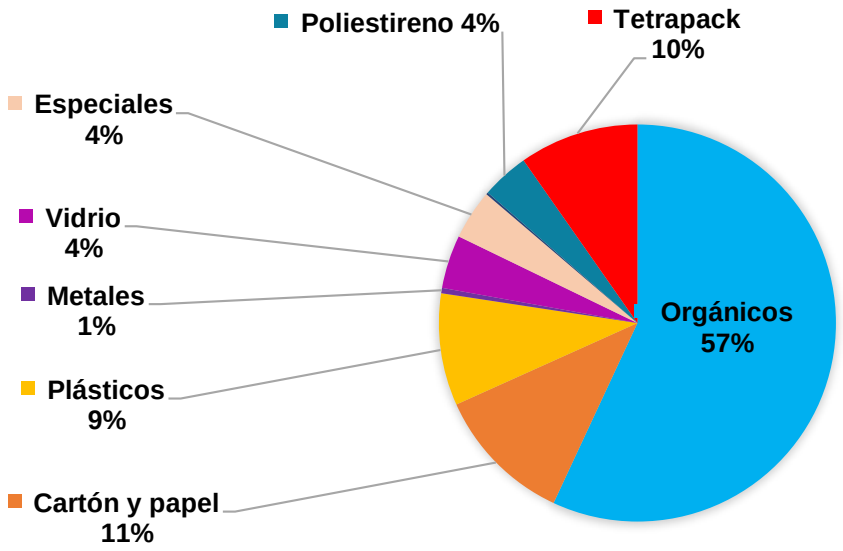


Figura 7. Composición física de RSU del estrato centros educativos de la parroquia urbana Catamayo.

4.1.2. Densidad de los RSU de la parroquia urbana Catamayo

La Figura 8, demuestra que la densidad es mayor en provisión de alimentos con 422,12 kg/m^3 procedente de restaurantes y puestos del mercado, dicho valor sobrepasa el promedio óptimo de la densidad a nivel nacional, debido a que los residuos generados presentan mayor humedad, por otra parte, en los estratos domiciliario y centros educativos la densidad no presenta diferencias representativas.

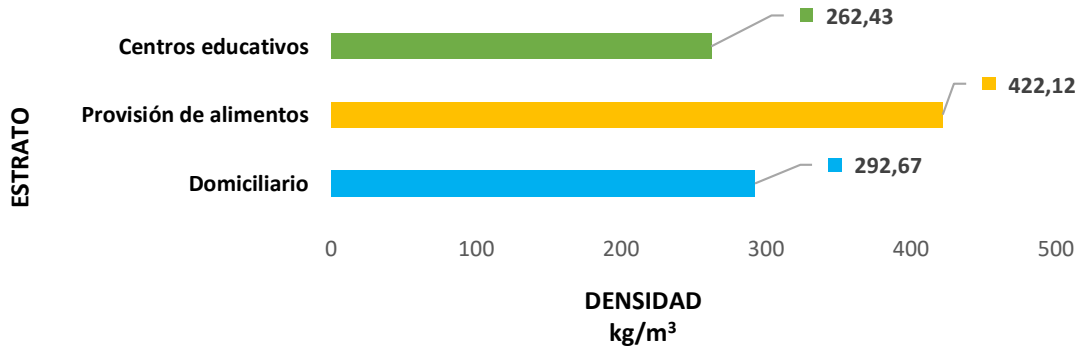


Figura 8. Densidades totales de RSU de los estratos de la parroquia urbana Catamayo

4.1.3. Estimación de la proyección futura de RSU para el año 2040

La tasa de crecimiento demográfico de la parroquia urbana Catamayo es de 2,14%, en la Tabla 9 se observa que la población del área de estudio aumentará para el año 2040 a 34 674 habitantes.

Tabla 9. Estimación de la proyección futura de la población de la parroquia urbana Catamayo

Año	Población proyectada
2020	22703
2021	23189
2022	23685
2023	24192
2024	24710
2025	25238
2026	25779
2027	26330
2028	26894
2029	27469
2030	28057
2031	28657
2032	29271
2033	29897
2034	30537
2035	31190
2036	31858
2037	32540
2038	33236
2039	33947
2040	34674

En la Figura 9 se representa la proyección de los residuos sólidos para el año 2040, en donde se puede evidenciar un incremento de generación de residuos, siendo 0,68 kg/hab/día la GPC actual y 0,80 kg/hab/día la GPC para el año 2040. La generación total de RSU de la parroquia urbana Catamayo también asciende a 27 739 kg/día.

En el Anexo 15 se presenta en detalle la proyección futura de generación de los residuos.

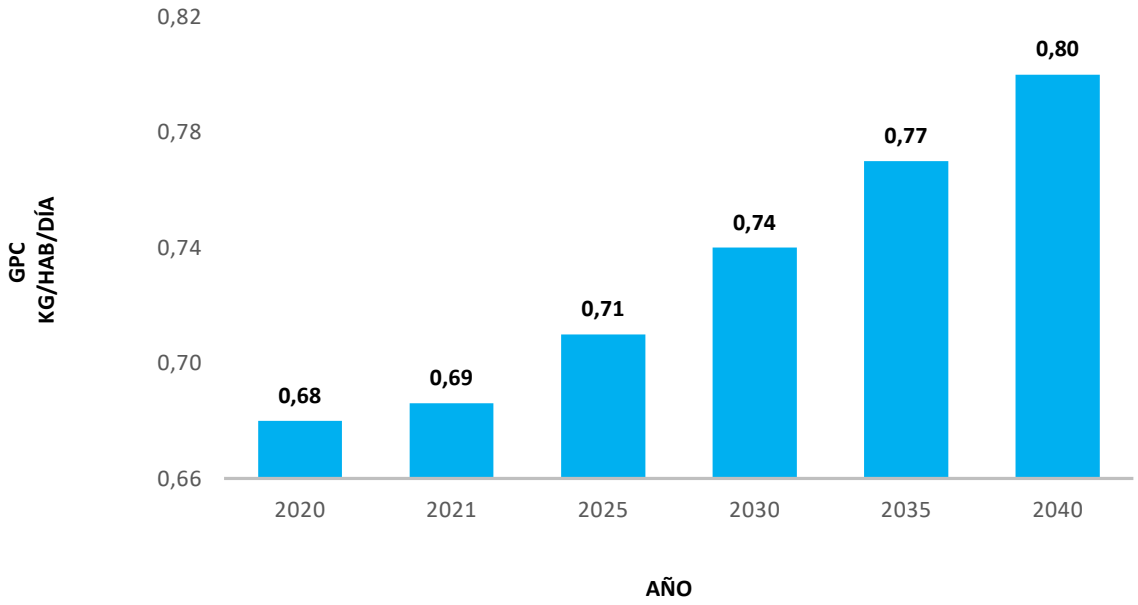


Figura 9. Estimación de la GPC de la parroquia urbana Catamayo para el año 2040

4.2. Diagnóstico del estado actual del manejo de residuos sólidos urbanos

De los datos cuantitativos y cualitativos obtenidos en campo, se logró realizar el diagnóstico a las fases del manejo de RSU, en donde se mencionan importantes aspectos, como son generación, barrido, recolección, recuperación de residuos, reciclaje, beneficios e impactos ambientales. Cada uno de estos puntos mencionados se analizaron a partir de información primaria proporcionada por autoridades pertinentes del GAD Municipal, como de los resultados obtenidos de la caracterización, aplicación de encuestas y lista de chequeo.

Dentro de los principales problemas identificados durante el diagnóstico fueron: Inadecuada disposición de residuos en origen y disposición final, no realizan tratamientos de lixiviados, tampoco existe aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos.

El presente Diagnóstico se basa en enmarcar los problemas existentes en el manejo de residuos sólidos, por lo cual, se tomó en consideración los componentes de la filosofía “Zero Waste”, ya

que integran la Gestión de los residuos y de esta manera ayuda a promover alternativas para mejorar el manejo de RSU de la parroquia urbana Catamayo.

Aplicación de entrevistas a las autoridades competentes y encuestas a la población

4.2.1. Componente Sociocultural

De acuerdo al jefe del Departamento de Gestión Ambiental y Técnico encargado del funcionamiento de los servicios de barrido, recolección y transporte de residuos (Anexos 16 y 17) en Catamayo han existido campañas sobre el adecuado manejo de RSU y cuidado del medio ambiente dirigidos a estudiantes y población en general.

Sin embargo, en la Tabla 10, se observa que el 76,03 % de la población de la parroquia urbana Catamayo no ha recibido ningún tipo de capacitación por parte del GAD Municipal, concernientes al manejo de residuos sólidos y protección del medio ambiente, a excepción de las personas que laboran en el mercado central.

Tabla 10. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación por parte del GAD Municiapal sobre el manejo de RSU?

Estrato	Si %	No %
Domicilios	8,57	91,43
Provisión de alimentos	63,33	36,67
Instituciones educativas	0,00	100
TOTAL %	23,97	76,03

4.2.2. Componente Manejo

Generación

La GPC de la parroquia urbana Catamayo es de 0,68 kg/hab/día y de generación total diaria es de 15 438,04 kg/día, dichos valores se encuentran dentro del rango óptimo de generación según lo establecido a nivel nacional. La generación en mercados y restaurantes es de 0,62 kg/cliente/día, y de centros educativos es de 0,22 kg/hab/día.

Los residuos generados en la parroquia urbana Catamayo se encuentran compuestos en mayor porcentaje por residuos orgánicos 71,66 %, provenientes de restos de alimentos, jardinería y animales muertos, también se genera en mayor proporción el plástico 7,66 % y cartón y papel 6 %, sin embargo, estos residuos aprovechables no son utilizados con otros fines, sino que son desechados directamente al vertedero.

Separación

Según las autoridades del GAD Municipal, actualmente existen proyectos de separación de residuos en fuente, sin embargo, aún no han sido implementados. Hace 4 años hubo un proyecto de clasificación de residuos en donde se otorgaron recipientes plásticos diferenciados a la población. No obstante, la Tabla 11 demuestra que el 77,31% de la población utilizan fundas plásticas y costales para depositar sus residuos y solamente el 22,22% correspondiente a instituciones educativas utilizan recipientes otorgados por el Distrito de educación. Figura 10.

Tabla 11. ¿Qué tipo de recipiente utilizan para almacenar los residuos?

Estrato	Funda plástica/costal/cartón %	Recipiente de metal %	Recipientes institucionales GAD/Distrito %
Domicilios	98,57	1,43	0,00
Provisión de alimentos	100,00	0,00	0,00
Instituciones educativas	33,33	0,00	66,66
TOTAL %	77,31	0,47	22,22

Figura 10. Recipientes diferenciados que otorga el Distrito a los centros educativos de Catamayo

La falta de aplicación de proyectos de segregación y separación de residuos en fuente han limitado el mejoramiento del manejo de los residuos, por esta razón, la población no se ve en la obligación de separar sus residuos, tal como se muestra en la Tabla 12, en donde solamente el 16,99% de la población realiza tal actividad.

Tabla 12. ¿Realiza separación de los residuos según sus características "orgánicos" (residuos vegetales, alimentos) e "inorgánicos" (papel, plástico, cartón etc)?

Estrato	Si %	No %	Parcialmente %
Domicilios	24,29	75,71	0,00
Provisión de alimentos	26,67	73,33	0,00
Instituciones educativas	0,00	0,00	100,00
TOTAL %	16,99	49,68	33,33

Barrido

Según las autoridades del GAD Municipal, los servicios de barrido y recolección se brinda a todos los sectores de la parroquia urbana Catamayo, el barrido se realiza diariamente en todas las calles del sector urbano los 7 días de la semana, esta actividad lo realizan 11 operarios en todo el cantón, de los cuales 6 operarios se encargan del barrido de la parroquia urbana Catamayo en horario de 07H00 -12H00 y de 14H00-17H00. Contrastando con la percepción de la población, la Tabla 13 demuestra que en la parte central de la parroquia urbana Catamayo realizan el barrido de calles los 7 días de la semana mientras que en las calles alejadas al casco urbano no se lleva a cabo con la misma frecuencia y en otros casos la limpieza y barrido es inexistente debido a que no cuentan con calles asfaltadas.

Tabla 13. ¿Con que frecuencia realizan el barrido de calles de su localidad?

Estrato	1-2 /sem %	3-4 /sem %	6-7 /sem %	Desconoce %	Nunca barren %
Domicilios	17,14	10,00	42,86	1,43	28,57
Provisión de alimentos	0,00	13,33	86,67	00,00	0,00
Instituciones educativas	50,00	0,00	50,00	0,00	0,00
TOTAL %	22,38	7,78	59,84	0,48	9,52

Asimismo, la Figura 11 demuestra que los 6 operarios de la parroquia urbana Catamayo realizan 7 rutas de barrido, mismas que se detallan a continuación:

- **Ruta 1:** 10 de agosto, Eugenio espejo, Av. Catamayo, 24 de mayo, 18 de noviembre, 9 de octubre, 3 de diciembre, Olmedo.
- **Ruta 2:** 10 de agosto, Isidro Ayora, 1 de mayo, Av. Catamayo, 24 de mayo, 18 de noviembre, 9 de octubre, 3 de noviembre, Alonso de mercadillo.
- **Ruta 3:** Eugenio Espejo, Olmedo, Av. Catamayo, 24 de mayo, 18 de noviembre, 9 de octubre, 3 de noviembre, 8 de agosto.
- **Ruta 4:** 10 de agosto, Av. Catamayo, Simón Bolívar, 24 de mayo**,** 18 de noviembre, 9 de octubre, 3 de diciembre, Eugenio Espejo.
- **Ruta 5:** Juan Montalvo, Eloy Alfaro, Av. Catamayo, Pasaje Loyola, Pio Jaramillo, 24 de mayo, 18 de noviembre, 9 de octubre, 3 de noviembre, Av. Eliseo arias.
- **Ruta 6:** Olmedo, Juan Montalvo, Av Catamayo, 24 de mayo, Pasaje Miraflores 1, Pasaje Miraflores, 18 de Noviembre, 9 de octubre, 3 de noviembre, 18 de agosto.
- **Ruta 7**: 10 de agosto, isidro ayora, Av. Catamayo, Simón Bolívar, 24 de mayo, 18 de noviembre, 9 de octubre, 3 de diciembre.

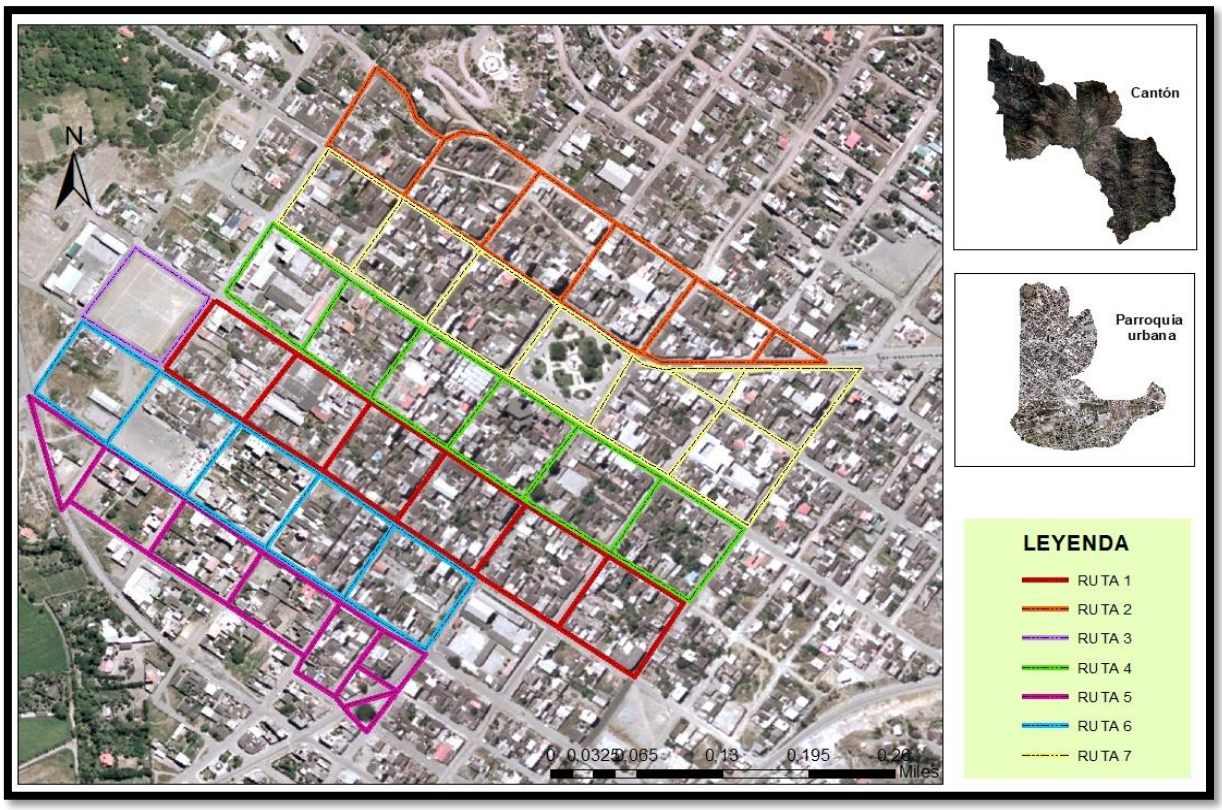


Figura 11. Rutas de barrido de la parroquia urbana Catamayo
Adaptado a partir de información del GAD Municipal Catamayo

Recolección y transporte

La recolección de residuos lo realizan de acuerdo a la división barrial de la parroquia urbana Catamayo, es decir, no existe un diseño preestablecido de rutas para su recolección. En la Tabla 14 se presentan las rutas de recolección y la frecuencia en la que realizan esta actividad.

Tabla 14. Rutas del servicio de recolección de residuos en barrios de la parroquia urbana Catamayo

	Frecuencia de recolección	Horario	Barrios servidos de la recolección	Cantidad de personal
Ruta 1	Lunes a sábado	07H00-10H00	Centro, Jesús del Gran Poder, La Florida, Isabel Arias, Cetmal, San Francisco, Girasoles, Loma del Niño, Reina del Cisne, Isaac Luzuriaga, Trapichillo, Las canoas, Aeropuerto, Circunvalación, Tejares, Buena Vista.	3 operarios
Ruta 2	Lunes a sábado	16H00-18H00	Centro, La cruz, El Carmen, Barrio Seguro, San Antonio, La Vega, Leo Arias Carrión, Malca.	3 operarios
Ruta 3	Lunes a sábado	07H00-10H00	Los Almendros, Nueva Esperanza, Santo Domingo de Guzmán, 22 de Mayo, Camal.	3 operarios

GAD Municipal Catamayo

Toda la población del área de estudio cuenta con el servicio de recolección. En cuanto al horario de recolección, la Tabla 15 demuestra que el carro recolector pasa tanto para domicilios como para centros educativos, en horario de 07H00-10H00am, mientras que, para provisión de alimentos que comprende puestos del mercado y restaurantes, el 70% mencionaron que la recolección lo realizan en doble jornada de 07H00-10H00 y de 16H00-18H00, debido a que es una zona comercial donde se genera mayor cantidad de residuos orgánicos.

Tabla 15. ¿Cuál es el horario de recolección de residuos?

Estrato	07H00-10H00 %	10H00-12H00 %	07H00-10H00 16H00-18H00 %
Domicilios	97,14	2,86	0,00
Provisión de alimentos	30,00	0,00	70,00
Instituciones educativas	100	0,00	0,00
TOTAL %	75,71	0,96	23,33

La recolección no presenta mayores problemas para su población debido a que cuentan con el servicio de lunes a sábado tanto para domicilios como para instituciones educativas y de lunes a domingo para provisión de alimentos (mercado y restaurantes). En la Tabla 16 se puede observar que el 57% de personas están conformes con el servicio y solamente el 28,89% mencionaron que el horario de recolección es inadecuado, por tal motivo, los residuos suelen ser esparcidos por animales y en otros casos son vertidos en lotes baldíos. Esta aseveración la realizan por dos motivos, primero, porque existen personas que salen a sus trabajos antes del horario de recolección y segundo hay personas que por falta de cultura ambiental sacan sus residuos a cualquier hora del día.

Tabla 16. Problemas que presenta el servicio de recolección

Estrato	Horario Inadecuado %	Dejan caer RS en la vía %	Recorrido %	Ninguno %
Domicilios	20,00	4,29	0,00	75,15
Provisión de alimentos	33,33	0,00	3,33	63,33
Instituciones educativas	33,33	33,33	0,00	33,33
TOTAL %	28,89	13,00	1,11	57,00

Por otra parte, el transporte de los residuos sólidos generados en el área urbana Catamayo se realiza en 30 barrios a través de 3 carros recolectores apropiados para realizar tal actividad, sin embargo, 2 de los vehículos se encuentran en mal estado de funcionamiento los mismos tienen una capacidad de 15,29 m^3, cada carro recolector realiza 2 viajes diarios hacia el relleno sanitario, siendo 10 toneladas el peso de residuos que lleva cada carro recolector, además, posee 3 operarios 1 chofer y 2 ayudantes.

Tratamiento y disposición final

Los residuos generados por la población ingresan diariamente al vertedero, los mismos son pesados mediante una báscula, y son dirigidos directamente a la celda de vertido de residuos comunes, se vierten capas de tierra sin compactar los residuos, este proceso lo llevan a cabo 3 veces por semana.

En lo referente a la disposición final de los residuos biopeligrosos provenientes de centros de salud y veterinarias, se recolectan tres días por semana, lunes, miércoles y viernes, luego son trasladados hacia el vertedero ingresando por la báscula y se vierten en la celda permeabilizada de vertido de residuos biopeligrosos (Figura 12), el tratamiento que le dan a estos residuos es añadir capas de tierra y cal, este proceso lo llevan a cabo 1 vez por semana. Por su parte, el vertedero está en funcionamiento desde el año 2005 y está planificado para 5 años más de vida útil.

Figura 12. Celda de vertido de residuos biopeligrosos

Diseño y planificación del vertedero

A partir de la información obtenida de la lista de chequeo (Anexo 18) se logró conocer el cumplimiento y deficiencias de cada área que lo conforman, las mismas que se describen a continuación.

Planta de reciclaje

El vertedero cuenta con una planta de reciclaje (Figura 13), la misma tiene máquinas necesarias para el reciclado de fundas, botellas plásticas, papel y cartón, las personas recicladoras que laboran en esta área, únicamente reciclan botellas plásticas y cartón para luego venderlas a empresas privadas de la ciudad de Guayaquil y Quito.

Además, las personas recicladoras no forman parte del grupo de trabajadores del GAD Municiapal, los recicladores se manejan directamente por medio de un convenio con empresa externa, el mismo les obliga a laborar con equipos de seguridad guantes mascarilla, botas puntas de acero, en caso de incumplimiento tiene sanciones según la ordenanza. Además, el 60% de los ingresos económicos provenientes del reciclaje es para beneficio propio de los recicladores.

Figura 13. Maquinaria de la planta de reciclaje del relleno sanitario

Planta de lombricultura y compostaje

El vertedero del cantón Catamayo posee 16 camas en las plantas de compostaje y lombricultura las mismas no están en funcionamiento debido a su mal diseño de construcción, ya que, al no tener un sistema de drenaje, pueden existir infiltraciones lo cual impediría que el proceso durante la obtención de abonos no se lleve a cabo con éxito, además, en Catamayo no clasifican los residuos orgánicos, mismos que son la materia prima para la obtención del compost y lombricultura (Figura 14).

Figura 14. Planta de lombricultura y compostaje

Planta de reciclaje de neumáticos

Las llantas las mantienen en un área de almacenamiento con cubierta y se las reutiliza en proyectos manuales (ornamentales) ya sea del vertedero o para requerimiento de la población (Figura 15). Lo cual resulta beneficioso para la celda de vertido debido a que por cada llanta recolectada se gana 0,35 m^3 de vida útil del relleno sanitario de acuerdo a la (Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos EMGIRS, 2017).

Figura 15. Planta de reciclaje de neumáticos

Sistema de drenaje de lixiviados y aguas lluvias

El encargado del vertedero mencionó que la fosa de lixiviados tiene cajas de revisión y está construida con tubos PVC de 6 y 4 pulgadas. Sin embargo, no existe un control de lixiviados, y se evaporan por altas temperaturas (Figura 16).

Figura 16. Fosa de lixiviados

Por otra parte, la encargada del Departamento de Gestión Ambiental mencionó que han realizado estudios sobre el manejo de lixiviados durante la segunda auditoría de cumplimiento, los mismos arrojaron resultados de inexistencia de percolación. Asimismo, el vertedero no cuenta con cunetas perimetrales para el manejo de aguas lluvias.

Sistema de tratamiento de gases producidos en el vertedero controlado

El vertedero cuenta con filtros verticales o chimeneas para el manejo de los gases producto de la biodegradación de los residuos orgánicos, las chimeneas están construidas de piedra, malla y tubo perforado, por donde emanan los gases producidos. Sin embargo, el sistema de tratamiento de gases no presenta un correcto funcionamiento debido a que 5 de las 6 chimeneas existentes se encuentran por debajo de la superficie del suelo (enterradas) (Figura 17).

Figura 17. Chimenea del relleno sanitario

Seguridad ocupacional

El vertedero de Catamayo tiene baterías sanitarias y servicios de agua y de luz para consumo del personal que ahí laboran. Por otra parte, el vertedero no posee un sitio adecuado donde los trabajadores ingieran sus alimentos durante la jornada laboral, ellos consumen sus alimentos en un espacio de la planta de reciclaje de residuos.

En la oficina administrativa, los operarios que laboran en el vertedero tienen equipos de seguridad, chalecos reflectores, cascos, guantes, botiquín de primeros auxilios y extintores, sin embargo, los mismos no son utilizados por el personal, además, el botiquín de primeros auxilios y extintores no cumplen con la normativa vigente, en cuanto a su localización y mantenimiento ya que no han sido cambiados hace 3 años, por lo tanto, no cuentan con los insumos requeridos ante una emergencia (Figura 18).

Por otra parte, los trabajadores encargados de la recolección y transporte se encuentran debidamente capacitados por parte del Departamento de Salud y Seguridad Ocupacional y el Departamento de Gestión Ambiental en cuanto a horarios de recolección, cuidados en la salud, prevención de riesgos laborales y tratamiento que deben dar a la población

Figura 18. Ubicación del botiquín de primeros auxilios y extintores

4.2.3. Componente ambiental

Beneficios sociales y ambientales

Los beneficios ambientales se presentan en mayor proporción en el casco urbano, debido a que los servicios de limpieza y barrido son frecuentes, lo cual permite mantener las calles limpias sin presencia de vectores y malos olores.

Por otro lado, el vertedero de Catamayo ofrece un gran beneficio a la población y medio ambiente, debido a que los residuos generados son depositados en sus celdas emergentes, evitando la creación de botaderos clandestinos de basura, por lo que la contaminación existente en el vertedero se concentra en un solo lugar evitando propagarse en otros puntos cercanos a la localidad.

Impactos ambientales

Debido a la inexistencia de recipientes en las calles públicas, escasa educación ambiental de la población y falta de aplicación de una ordenanza rigurosa, muchos de los habitantes de la parroquia urbana Catamayo arrojan sus residuos en la vía pública, dejan sus residuos en horarios inadecuados o los desechan en lotes baldíos, por esta razón, los residuos son expandidos por

animales, produciendo un impacto visual, contaminación del aire, malos olores, presencia de vectores como moscas y roedores los cuales pueden provocar efectos en la salud de la población.

Asimismo, cerca al vertedero existe un recurso hídrico, el mismo se ve afectado por el inadecuado manejo de residuos del vertedero, ya que al no existir sistemas de drenaje de lixiviados éstos percolan y afectan al recurso suelo y agua.

Por otra parte, no se han reforestado las áreas aledañas al vertedero, lo cual evitaría que durante los días que no cubren con tierra los residuos depositados en la celda de vertido se esparzan por acción del viento, y ayudaría a mitigar los malos olores.

Otro impacto ambiental es la contaminación del aire por generación de gases como el metano (CH_4). De acuerdo a los cálculos realizados a partir de la Ecuación 12 el relleno Sanitario de Catamayo genera alrededor de 158 576,47 m^3/anual de CH_4, producto de la oxidación aeróbica de los compuestos orgánicos que se producen en la celda de vertido.

4.2.4. Componente económico

El GAD Municipal Catamayo cobra un costo a sus habitantes en las planillas de agua, el costo del mismo depende del consumo de agua que tenga cada vivienda, es decir, si una persona consume mayor cantidad de agua paga más por el servicio de manejo de RSU, siendo el costo mínimo de 1 dólar con 20 centavos por cada 15m^3 de consumo de agua.

En cuanto a sanciones, la ordenanza establece cobrar el 5% de remuneración básica unificado por su incumplimiento o por disponer inadecuadamente los residuos en calles públicas.

Uno de los beneficios económicos que el municipio recibe al mes es del reciclado de botellas plásticas y cartón, de la venta total entre botellas plásticas y cartones (aproximadamente 193,00 $) el 40% corresponde al municipio de Catamayo, dinero que es destinado al pago del servicio de luz eléctrica del vertedero.

4.2.5. Gobierno y política

El vertedero cuenta con Licencia Ambiental, en el 2015 realizaron la segunda auditoría ambiental. (Anexo 18).

Por otro lado, el GAD Municipal Catamayo tiene una ordenanza muy flexible para la gestión de los residuos sólidos, la cual fue aprobada el 20 de febrero del 2018.

4.3. Alternativas de mejora al manejo de RSU

Luego de analizar los resultados se reafirma la necesidad de diseñar alternativas de mejora al manejo de residuos sólidos de la parroquia urbana Catamayo. En este sentido, se plantearon programas con actividades puntuales, enfatizados en temas de capacitación, aprovechamiento, seguridad laboral y salud ocupacional, readecuación de las instalaciones del vertedero, y mejoramiento de los servicios de recolección, barrido y transporte.

Sin embargo, para que los programas propuestos se lleven a cabo, es necesario que las autoridades competentes tomen decisiones a través de una reforma a la ordenanza Municipal sobre la gestión de residuos sólidos y aplicarla considerando tanto sanciones como incentivos económicos que permitan de mejor manera la participación social para su cumplimiento.

4.3.1. Capacitación no formal para el adecuado manejo de RSU de la parroquia urbana Catamayo.

Esta propuesta consiste en concienciar a la población e incrementar el nivel de conocimiento a los estudiantes de instituciones educativas respecto al adecuado manejo de residuos sólidos, y conservación del ambiente.

MEDIDA: Capacitación sobre el adecuado manejo de RSU en la parroquia urbana Catamayo	
Objetivo de la medida	Sensibilizar a la población y estudiantes de los centros educativos de la parroquia urbana Catamayo, sobre el adecuado manejo de residuos sólidos y conservación del medio ambiente.
Actividades a desarrollar	Capacitación a la población (personas adultas) a través de visitas domiciliarias y talleres. Las capacitaciones serán impartidas por técnicos especialistas en el área mediante la utilización de material didáctico como trípticos (Figuras 19 y 20). Los talleres constarán de los siguientes temas: • Importancia de cuidar el medio ambiente • Impactos que causa el inadecuado manejo de RSU al ambiente y salud de las personas • Adecuado almacenamiento de los residuos orgánicos e inorgánicos • Importancia de la reutilización y reciclaje. • Socialización de normativa municipal donde establece la sanción económica ante la inadecuada disposición de residuos. • Socialización del valor económico que el GAD Municipal cobra por el servicio del manejo de los residuos. Asimismo, se dará talleres a estudiantes de las instituciones educativas, con el objetivo de inculcar desde la educación básica, los contenidos asociados al adecuado manejo de residuos. Para los talleres de capacitación se propone utilizar técnicas de trabajo grupal, talleres prácticos, proyectos y exposiciones. Se impartirán capacitaciones a los estudiantes de 5to a 7mo año de educación básica de las 21 instituciones educativas de la parroquia urbana Catamayo, los contenidos impartidos serán los siguientes: • Importancia de cuidar el medio ambiente • Efectos que causa el inadecuado manejo de residuos al ambiente y personas • Separación diferenciada de los residuos orgánicos e inorgánicos • Importancia de la reutilización y reciclaje de los residuos • Dinámicas concernientes al adecuado manejo de residuos Las capacitaciones dirigidas a los estudiantes de 8vo a 3ro de bachillerato constará del siguiente contenido: • Conceptos generales sobre residuos sólidos • Fases del manejo de RSU • Adecuada gestión de residuos sólidos • Impactos que causa el inadecuado manejo de residuos al ambiente y salud de las personas • Taller teórico práctico de aprovechamiento de los residuos orgánicos (abonos) e inorgánicos.

Continuación

	• Socialización de normativa municipal donde establece la sanción económica ante la inadecuada disposición de residuos. • Socialización del valor económico que el GAD Municipal cobra por el servicio del manejo de los residuos. • Capacitaciones sobre el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de talleres teórico prácticos en temas de compostaje y lombricultura. Se implementarán capacitaciones a docentes de las instituciones educativas, y se incentivará con la entrega de un certificado avalado por la Dirección de Educación de Loja, la capacitación tratará sobre el análisis de la situación actual de la gestión de RSU de Catamayo y las acciones que deberán considerarse para mejorarlo. Se realizará un seguimiento a través de encuestas a la población y evaluaciones a los estudiantes, para constatar los resultados. Además, a través de un cuestionario de observación sobre la actitud de la población se realizarán las comparaciones respectivas.
Impacto a controlar	• Evitar la contaminación al medio ambiente y los recursos naturales por generación de RSU • Combatir el impacto visual provocado por la inadecuada disposición de residuos.

Costo de la medida

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
Contratación de técnico para capacitaciones	Salarial	3	800,00	2 400,00
Material didáctico	Salarial	Global	600,00	600,00
				TOTAL 3 000,00 USD

Responsable de la ejecución y monitoreo	• Alcalde del GAD Municipal Catamayo • Presidentes de cada barrio de la parroquia urbana Catamayo • Ingeniero encargado del departamento de Gestión Ambiental del GAD Municipal Catamayo • Ministerio del Ambiente • Técnicos capacitadores
Indicador de verificación y cumplimiento	• La población y estudiantes, han sido capacitados sobre los temas establecidos. • El material didáctico previsto, ha sido entregado a cada uno de los participantes
Medios de verificación y cumplimiento	• Verificación u observación directa • Registro Fotográfico • Facturas de adquisición de material didáctico • Contrato de los capacitadores • Registro de asistencia

¿Qué hacer con la basura…

… para tener una ciudad limpia y sana

¡Recuerda!

Reduce la cantidad de basura. Evite bolsas y envoltorios, lleva un recipiente reusable cuando vayas de compras.

Reutiliza recipientes plásticos y de vidrio, prepara **compost** con restos de comida, yerba, verduras, cáscaras de huevos etc.

Recicla y colabora con el reciclado separando el plástico, cartón, vidrios y metales de la basura.

Usa el servicio de recolección, mantén limpia tu casa y tu barrio.

No olvides: La basura es una fuente de **contaminación** y **enfermedades.**

GAD Municipal Catamayo

¡No todo lo que se arroja es basura!

La basura puede ser reciclada

Reciclar es usar materiales de un producto para la producción de otro. Así disminuye la cantidad de basura y la materia prima extraída de la naturaleza.

La basura es un recurso económico

Por eso existen diversas empresas que compran cartón, vidrio y metales.

En tu casa puedes…

Separar la basura orgánica de la inorgánica.

Con la basura orgánica se hacen abonos como el **COMPOST:**

Mezclas restos de comida y de la poda del jardín y césped prepara una pila en una esquina de tu jardín; si se seca mucho riega algo. En 3 meses tendrás un abono natural, rico en nitrógeno, materia orgánica, ideal para flores y verduras.

Figura 19. Diseño de la parte posterior del tríptico a utilizarse en loa talleres de capacitación

En la casa

¡Contribuimos para una recolección adecuada!

Clasifica la basura.

Separa los desechos orgánicos de los plásticos, cartones, vidrio y metal para facilitar el reciclaje.

Acumula la basura en basureros tapados

Las bolsas plásticas facilitan vaciar y limpiarlos

Coloca la basura a recolectarse en recipientes que no se rompan

La acumulación adecuada impide que la basura se disperse por la calle y facilita la recolección

OJO: Basura incontrolada atrae moscas y alimañas

En la ciudad

Si la recolección llega a tu casa:

La basura es transportada a vertederos fuera de la zona urbana y se deposita en áreas preparadas especialmente para que la basura no contamine el ambiente.

Si la recolección no llega a tu casa:

No arrojes la basura a la calle, arroyos o sitios donde nadie recolecta, ayuda a mantener tu ciudad limpia y hermosa.

Contacta a tu municipalidad para solicitar el servicio.

En tu barrio

No quemes ni entierres en tu patio la basura.

La quema de basura contamina el aire y hace daño a la salud de las personas.
La basura enterrada contamina el suelo y el agua subterránea.

No acumules o viertas basura en sitios inapropiados porque estás contribuyendo a la generación de vertederos clandestinos.

Figura 20. Diseño de la parte inferior del tríptico a utilizarse en loa talleres de capacitación

4.3.2. Aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos generados en la parroquia urbana Catamayo

El aprovechamiento de residuos es uno de los aspectos más importantes en cuanto al manejo de RSU, en donde la población de Catamayo será capaz de separar los residuos en fuente, como resultado del proyecto de segregación e implementación de campañas de educación ambiental para su posterior aprovechamiento.

Medida

Aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos generados en la parroquia urbana Catamayo

Objetivo de la medida

Aprovechar los residuos sólidos generados en la parroquia urbana Catamayo, a partir de la fabricación de compostaje, lombricultura y reciclaje, para mitigar los impactos al ambiente.

Actividades

Implementación de un proyecto de separación de residuos sólidos en fuente

El proyecto deberá constar de lo siguiente:

Proporcionar recipientes plásticos diferenciados (verde y negro) para la separación y almacenamiento de residuos domiciliarios, los recipientes plásticos se deberán cobrar a la población en sus planillas de agua. La capacidad de los recipientes será de 95 000 cm^3. En la Figura 21 se representa el diseño de los contenedores domiciliarios, cuyas mediciones serán, 70 cm de alto por 49 cm de diámetro.

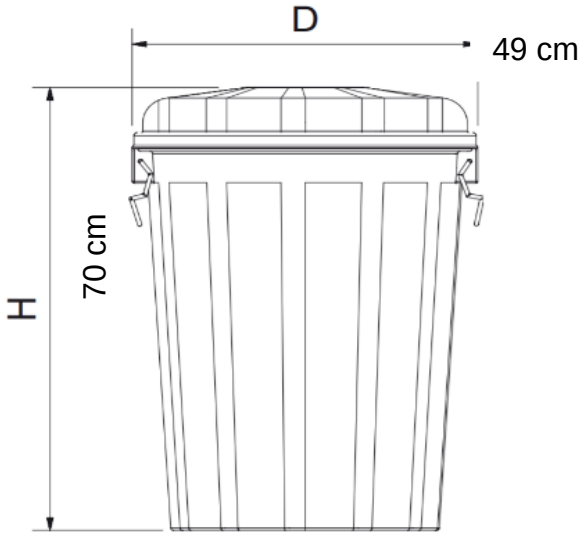


Figura 21. Diseño de contenedor para depositar los residuos en domicilios

Se recomienda implementar 116 contenedores en las calles de la localidad, 58 contenedores para residuos orgánicos y 58 contenedores para residuos inorgánicos, la capacidad de cada contenedor será de 0,132 m^3. En la Figura 22 se presenta el diseño de los contenedores a implementar y en la Figura 23 se presenta la localización de los mismos.

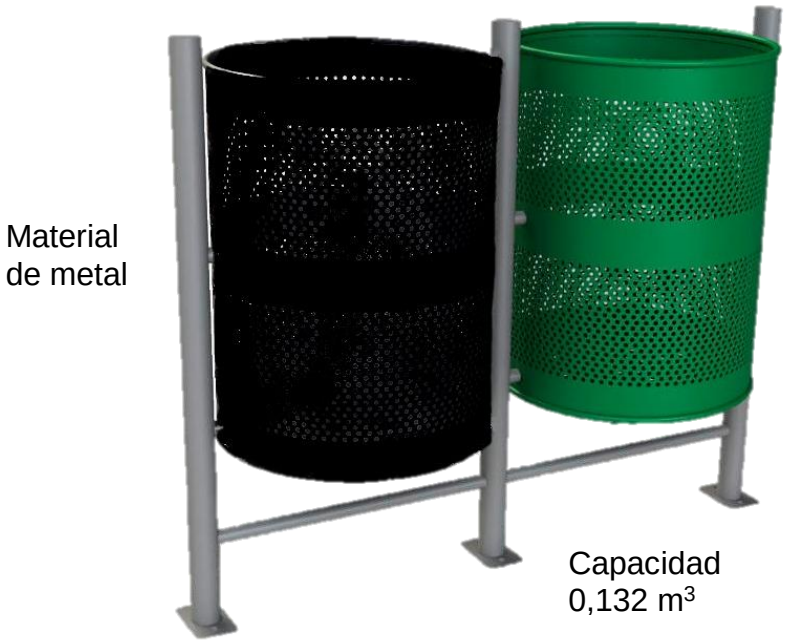


Figura 22. Diseño de contenedores a implementar en calles de la localidad

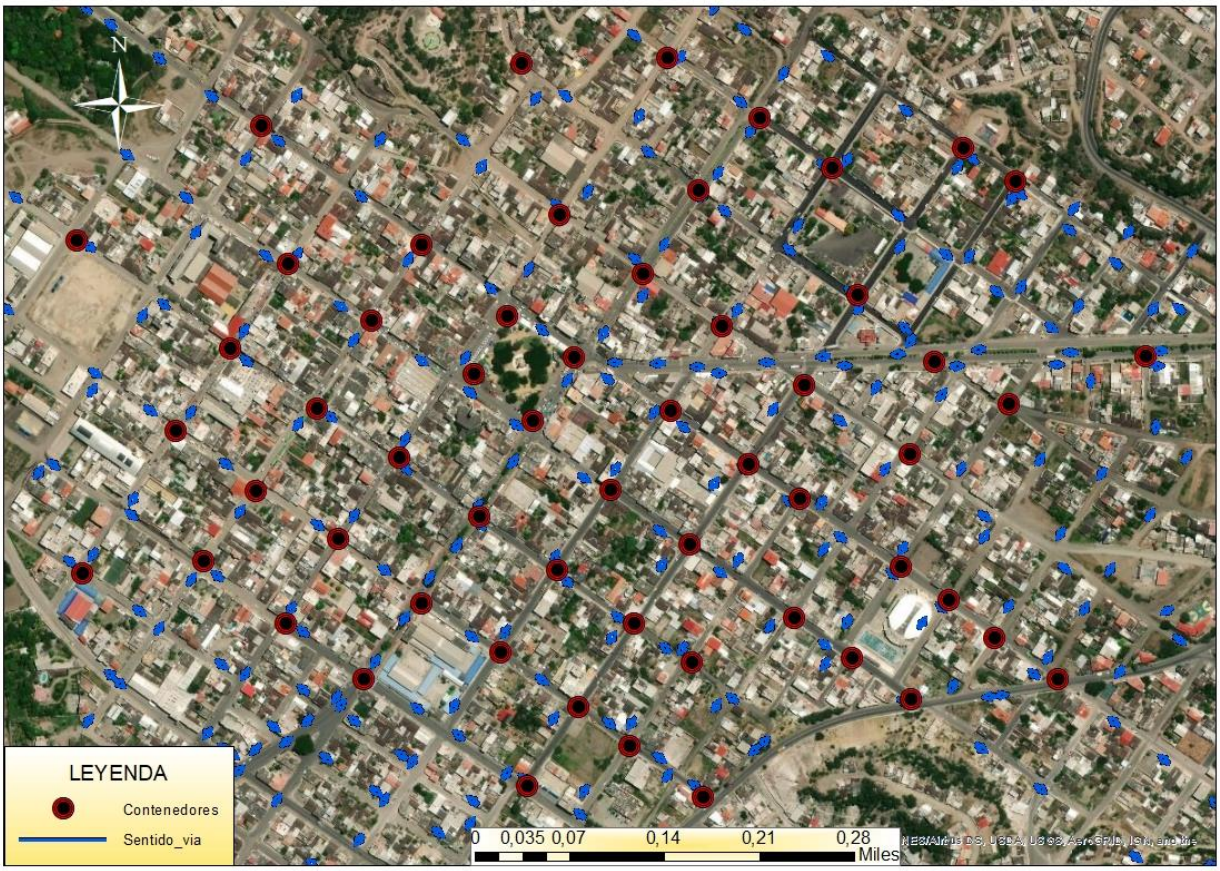


Figura 23. Diseño de lugares estratégicos para la implementación de contenedores

Además, se recomienda la Instalación de 2 contenedores diferenciados en el exterior del mercado central 1 verde para residuos orgánicos y 1 negro para residuos inorgánicos. La capacidad de los recipientes será de 1,2 m^3 considerando que el carro recolector pasa por este sector 2 veces/día.

Se deberá readecuar los días de recolección de residuos, es decir, un día se recogerán residuos orgánicos y otro día residuos inorgánicos.

También, se deberá impartir charlas sobre el adecuado almacenamiento de los residuos reciclables. En el caso de botellas plásticas se deberán almacenar totalmente vacías y aplastadas, asimismo con el tretrapak se deberán abrir totalmente antes de su almacenamiento, con el fin de evitar que otros residuos como el papel pierda su valor de recuperación.

Se colocarán 50 afiches informativos en formato A3 (Figura 24) sobre la correcta disposición de los residuos y su influencia en el medio ambiente y la salud. El material de impresión de los afiches será de lona.

Figura 24. Diseño de afiche en formato A3 sobre la separación de los residuos

Impacto a controlar

- Evitar la contaminación al medio ambiente y los recursos naturales por generación de RSU
- Combatir el impacto visual provocado por la inadecuada disposición de residuos.

Costo de la medida

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
Recipientes diferenciados para las calles	Salarial	116	60,00	6 960,00
Contenedores para mercado central	Salarial	2	600,00	1 200,00
Afiches informativos	Salarial	50	6,00	300,00
			TOTAL	8 460,00 USD

Responsable de la ejecución y monitoreo

- Alcalde del GAD Municipal Catamayo
- Presidentes de cada barrio de la parroquia urbana Catamayo
- Ingeniero encargado del departamento de Gestión Ambiental del GAD Municipal Catamayo
- Ministerio del Ambiente
- Técnicos capacitadores

Indicador de verificación y cumplimiento

- La población, ha sido capacitada sobre los temas establecidos.
- Los recipientes y contenedores diferenciados han sido correctamente instalados tanto en las calles como en centros educativos y mercado central.
- Todos los habitantes de la parroquia urbana Catamayo poseen los recipientes diferenciados para la separación de residuos en fuente.

Medios de verificación y cumplimiento

- Verificación u observación directa
- Registro Fotográfico
- Facturas de adquisición de recipientes y contenedores
- Contrato de los capacitadores
- Registro de asistencia
- Registro de cobro de recipientes domiciliarios

4.3.3. Seguridad laboral y salud ocupacional de los trabajadores encargados de la recolección de residuos y del vertedero de Catamayo

Este programa contempla medidas que garanticen la prevención de los riesgos relacionados con la seguridad laboral y salud ocupacional del personal que laboran en la recolección y manipulación de residuos en el relleno sanitario.

MEDIDA: Seguridad laboral y salud ocupacional de los trabajadores encargados de la recolección de residuos y relleno sanitario de Catamayo					
Objetivo de la medida	Prevenir riesgos laborales, y afecciones a la salud de los trabajadores que laboran en los carros recolectores y relleno sanitario.				
Actividades a desarrollar	• Preparar a los trabajadores en temas de manejo de equipos de seguridad, primeros auxilios, uso de extintores y manipulación de residuos peligrosos, a través de capacitaciones o charlas. • Implementación de un botiquín de primeros auxilios con los insumos necesarios, alcohol, gasas, vendas, algodón etc. • Repotenciar extintores del relleno sanitario y realizar un mantenimiento constante, de manera que estos se encuentren recargados y disponibles para cualquier eventualidad. Según la normativa vigente del Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios, se deben considerar las siguientes normas de instalación: - Los extintores deberán colocarse a una altura de 1,50 m desde el nivel del piso hasta la parte superior donde llega el extintor, deberán estar debidamente empotrados o en su gabinete correspondiente. - Se deberá inspeccionar mensualmente o con la frecuencia necesaria, según las circunstancias lo amerite. - El mantenimiento y recarga debe ser llevado a cabo por personal autorizado por el cuerpo de bomberos. - Los extintores contarán con una etiqueta de identificación, en la que constarán los siguientes datos: fecha de recarga, fecha de mantenimiento, tipo de agente extintor, capacidad, procedencia e instrucciones para el uso. • Proveer equipo de protección personal a los trabajadores encargados de la recolección de los residuos, como también a los trabajadores encargados del relleno sanitario. El equipo de protección consta de: casco, mascarilla, guantes, overol y botas con punta de acero. • Readecuación del área administrativa en donde se implemente un sitio adecuado para que los trabajadores ingieran sus alimentos, y otro sitio adecuado donde se ubique correctamente el botiquín de primeros auxilios y equipo de protección Figura 25.				
Impacto a controlar	• Afección a la salud del personal que labora en la recolección y disposición final de residuos, causada por el incumplimiento de protocolos de bioseguridad.				
Costo de la medida	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**Valor unitario**	**Valor Total**
	Botiquín de primeros auxilios	Salarial	1	150,00	150,00
	Extintores	Salarial	2	100,00	200,00
	Recarga de extintores	Salarial	2	8,00	16,00
	Contratación de técnico para capacitaciones	Salarial	1	800,00	800,00
	Equipo de protección	Salarial	Global	500,00	500,00

Continuación

	TOTAL 1666,00 USD
Responsable de la ejecución y monitoreo	• Alcalde del GAD Municipal Catamayo • Ingeniero encargado del departamento de Gestión Ambiental del GAD Municipal Catamayo • Ministerio del Ambiente • Técnico capacitador
Indicador de verificación y cumplimiento	• Personal 100% capacitado • Equipos de protección otorgados al personal laboral • Instalación de extintores y botiquín de primeros auxilios
Medios de verificación y cumplimiento	• Verificación u observación directa • Registro Fotográfico • Facturas de adquisición de equipo de protección personal • Contrato de los capacitadores • Registro de asistencia

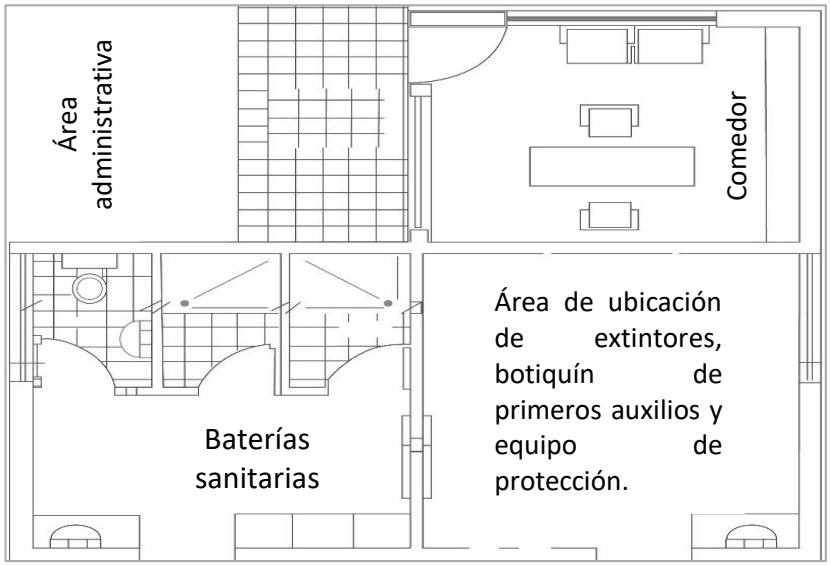


Figura 25. Diseño de sitios adecuados para el personal que labora en el vertedero

4.3.4. Mejoramiento de servicios de barrido, recolección y transporte de residuos de la parroquia urbana Catamayo

<table>
<tr><td colspan="6">MEDIDA: Mejoramiento de los servicios de barrido, recolección y transporte de residuos de la parroquia urbana Catamayo</td></tr>
<tr><td>Objetivo de la medida</td><td colspan="5">Readecuar los servicios de limpieza y recolección para el mejoramiento de la calidad de vida de la población y ambiente</td></tr>
<tr><td>Actividades a desarrollar</td><td colspan="5">Servicio de barrido
• Se deberá contratar 11 operarios para el servicio de barrido con el fin de cumplir a cabalidad el barrido de los 17 km de calles asfaltadas, considerando que cada operario deberá barrer 1,5 km de las mismas.
• Considerar el barrido y limpieza de las calles propuestas en la, Figura 26.
• Se deberá realizar limpieza de las calles no asfaltadas, y riego de agua en las mismas con el fin de evitar excesivo polvo y existencia de desechos en las calles.

Servicio de recolección y transporte de residuos
• Considerar el diseño de rutas de recolección presentado en la Figura 27, con la finalidad de optimizar las 6 a 7 horas de recorrido que normalmente los carros recolectores realizan durante la recolección de residuos.
• Considerar la compra de un carro recolector de 10 t de capacidad de almacenamiento de residuos, y considerar el mantenimiento mecánico de los tres carros recolectores existentes, de esta manera se obtendrá 4 vehículos óptimos para garantizar el servicio de recolección a la población Figura 28.</td></tr>
<tr><td>Impacto a controlar</td><td colspan="5">• Evitar el impacto paisajístico a causa de la falta de limpieza de calles.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Costo de la medida</td><td>Descripción</td><td>Unidad</td><td>Cantidad</td><td>Valor unitario</td><td>Valor Total</td></tr>
<tr><td>Carros recolectores</td><td>Salarial</td><td>1</td><td>9 000,00</td><td>9 000,00</td></tr>
<tr><td>Mantenimiento</td><td>Salarial</td><td>Global</td><td>500,00</td><td>500,00</td></tr>
<tr><td colspan="5">TOTAL 9 500,00 USD</td></tr>
<tr><td>Responsable de la ejecución y monitoreo</td><td colspan="5">• Alcalde del GAD Municipal Catamayo
• Ingeniero encargado del departamento de Gestión Ambiental del GAD Municipal Catamayo</td></tr>
<tr><td>Indicador de verificación y cumplimiento</td><td colspan="5">• Instalación de carros recolectores
• Correcto funcionamiento de los carros recolectores existentes</td></tr>
<tr><td>Medios de verificación y cumplimiento</td><td colspan="5">• Verificación u observación directa
• Registro Fotográfico
• Facturas de adquisición de carros recolectores</td></tr>
</table>

En la Figura 26 se presentan las calles a considerar para el barrido y limpieza de las mismas, las calles son: 1ro de Mayo, 10 de Agosto, Avenida Catamayo Gonzanamá, Alicia Burneo, 24 de Mayo, 12 de Octubre, y la Troncal.

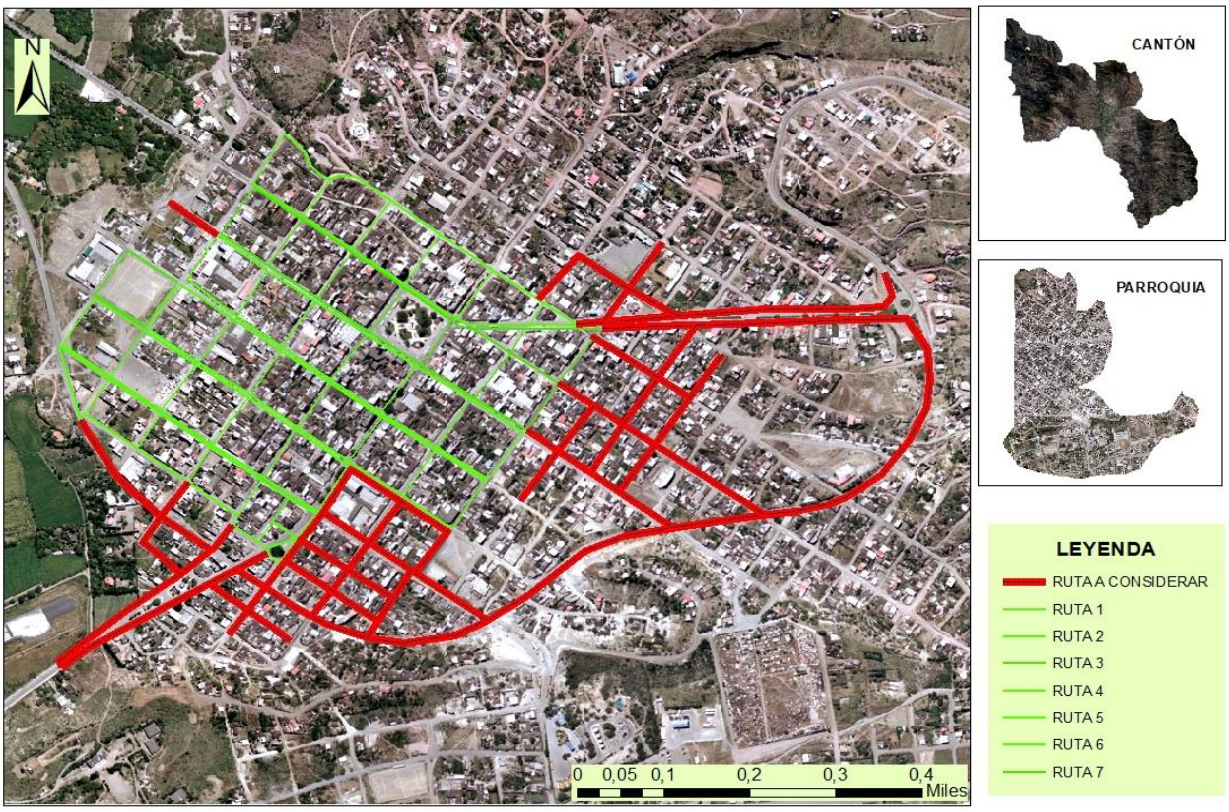


Figura 26. Diseño de rutas de barrido de la parroquia urbana Catamayo
Adaptado a partir de información del GAD Municipal Catamayo

A partir de la metodología aplicada se propone el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos presentado en la Figura 27.

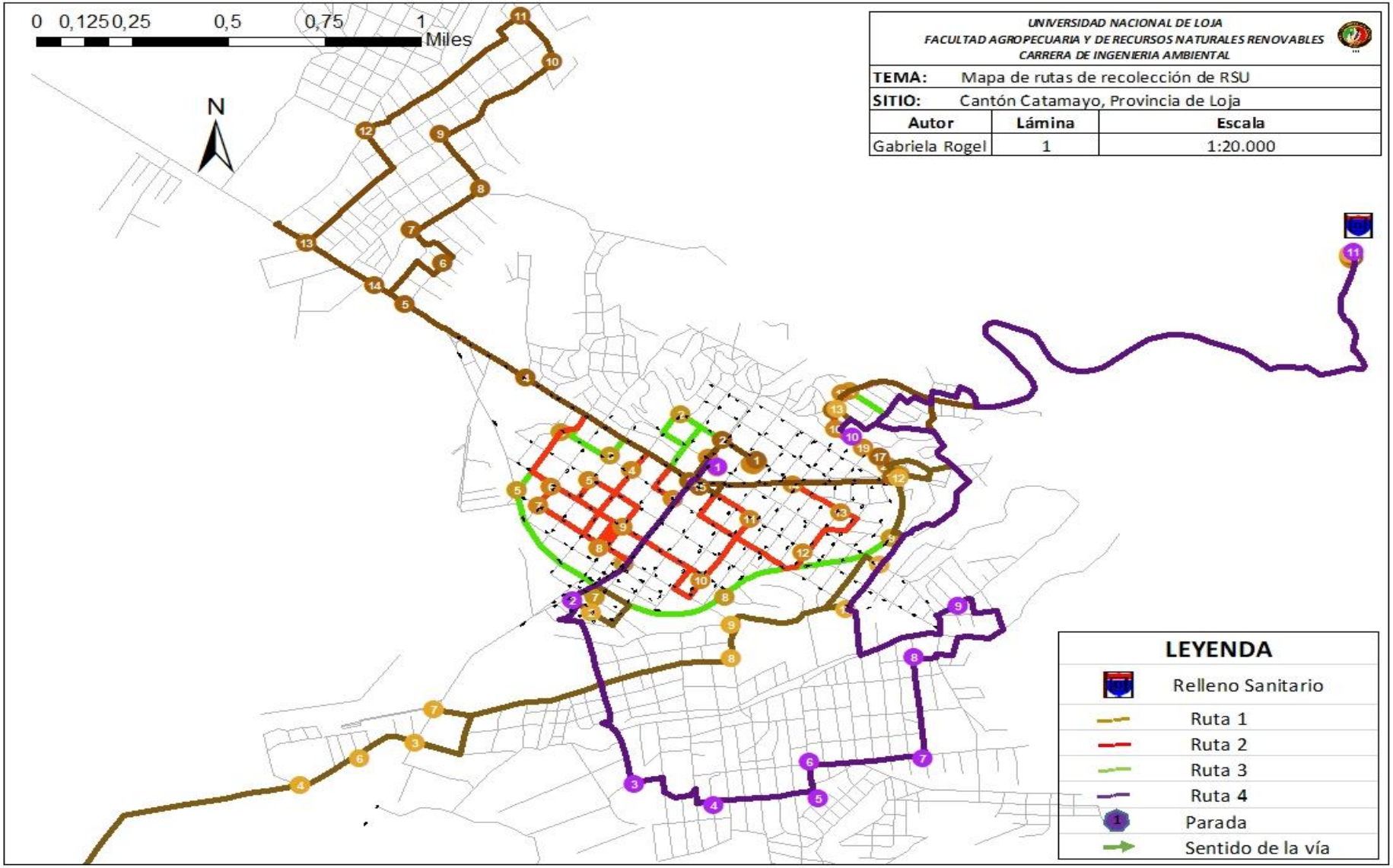


Figura 27. Diseño de rutas de recolección de residuos sólidos de la parroquia urbana Catamayo

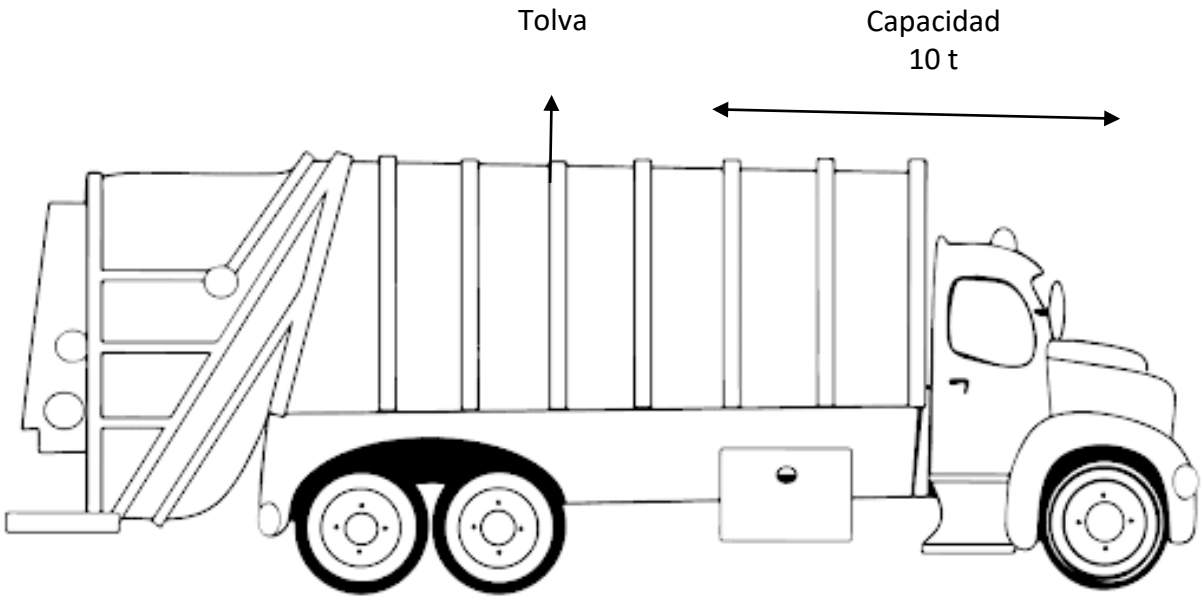


Figura 28. Ilustración de carro recolector de residuos

4.3.5. Readecuación de las instalaciones del vertedero

La readecuación de las instalaciones del vertedero contribuirá al mejoramiento y correcto funcionamiento de las diferentes instalaciones del relleno sanitario, las cuales permitirán tratar los residuos generados en Catamayo.

Medida

Readecuación de las instalaciones del vertedero del cantón Catamayo

Actividades

De acuerdo a los cálculos realizados, se propone la construcción de 18 camas de lombricultura para el aprovechamiento de los residuos orgánicos, considerando que en el cantón Catamayo de la generación de 40 t/día el 71,66% (28,66 t/día) corresponde a residuos orgánicos. Asimismo, en la Figura 29 se propone el diseño de las camas a construirse con sus respectivas medidas de construcción. Mismas que deberán contar con lo siguiente:

- Un contrapiso de cemento en el interior de las camas de lombricultura, y prever de drenaje en las partes laterales de cada cama por donde deberán evacuar los lixiviados producidos por los residuos.
- Las camas de lombricultura deberán contar con techo para evitar la lluvia en el cultivo. Asimismo, se deberá instalar un cerramiento de malla, para evitar la presencia de vectores y aves que puedan afectar el proceso.
- Para un desagüe fácil de las aguas lixiviadas, se debe construir las camas con una inclinación de 1 - 2 % y un orificio de desagüe. Con esa medida, se impide la putrefacción del material dentro del lecho.

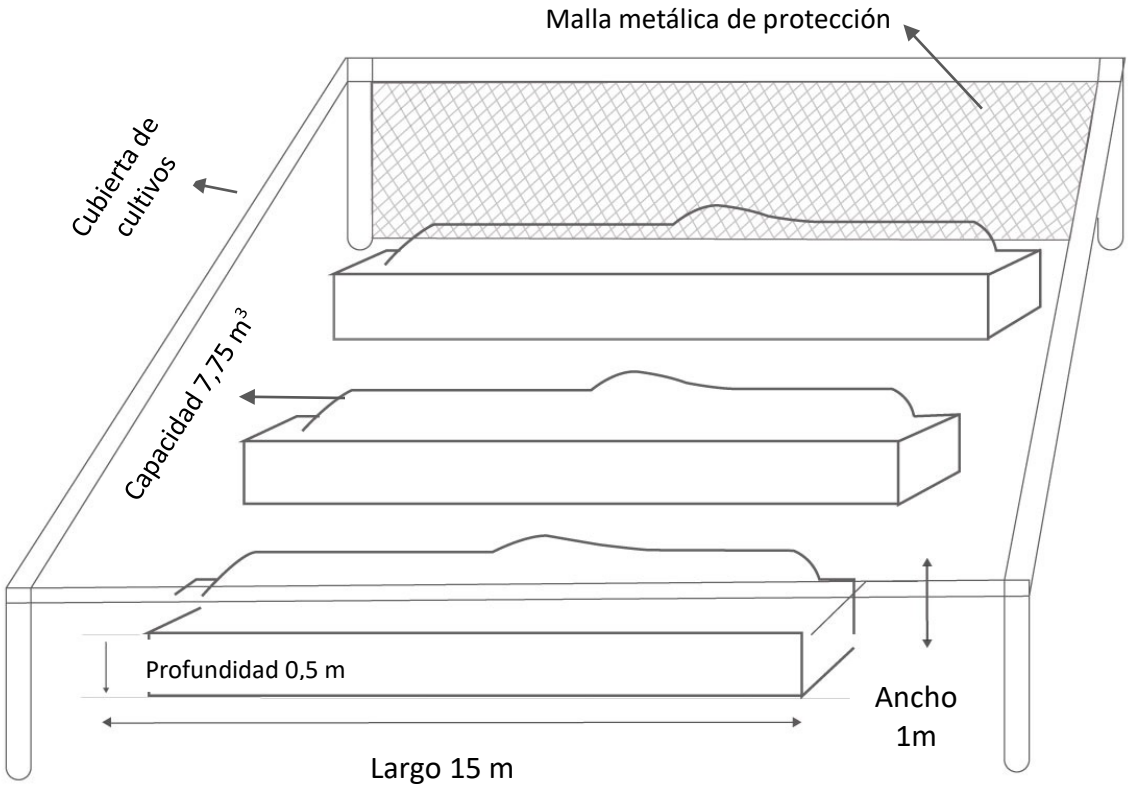


Figura 29. Diseño de camas de lombricultura para la generación de abono orgánicos

En cuanto al sistema de difusión natural de gases producidos por la biodegradación de residuos orgánicos, se propone el rediseño del levantamiento de las chimeneas existentes, mismas

que deberán construirse verticalmente mediante pozos de piedra y revestimiento de concreto, también se colocará malla y un tubo que permitirá la emisión de gases del vertedero (Figura 30). Con el fin de facilitar la quema del metano, la Figura 31 demuestra el diseño de la caperuza metálica y la preparación de un mechón para encender el gas a la salida del tubo.

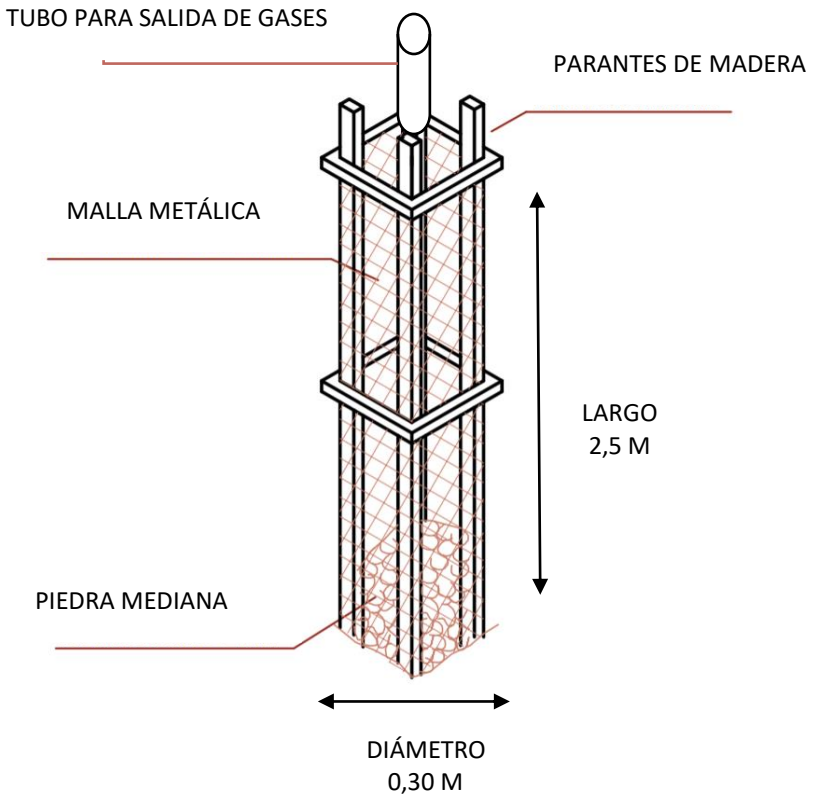


Figura 30. Rediseño de las chimeneas del vertedero del Cantón Catamayo

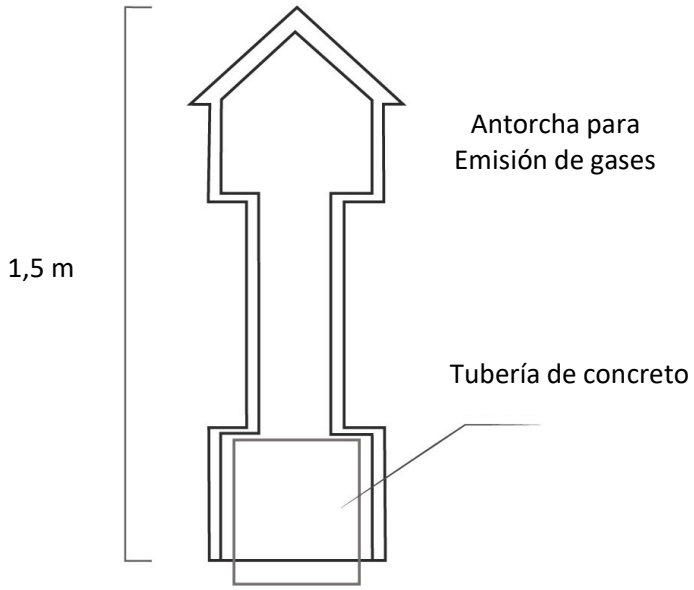


Figura 31. Diseño de la caperuza metálica para la emisión de gases de la celda de vertido

Por otro lado, se propone la implementación de cercas vivas alrededor del perímetro del vertedero de Catamayo, de acuerdo con el MMAyA (2012) se debe plantar un árbol cada dos metros, por lo tanto, en el vertedero de Catamayo se deberán sembrar 1 585 árboles considerando que el perímetro del vertedero es de 3 171,6 m. Se recomienda sembrar árboles como el chereco *Sapindus saponaria*, arupo *Chionanthus Pubescens Kunth* y/o wilco *Anadenanthera colubrina*, debido que son especies arbustivas que se adaptan a zonas cálidas como Catamayo Figura 32.

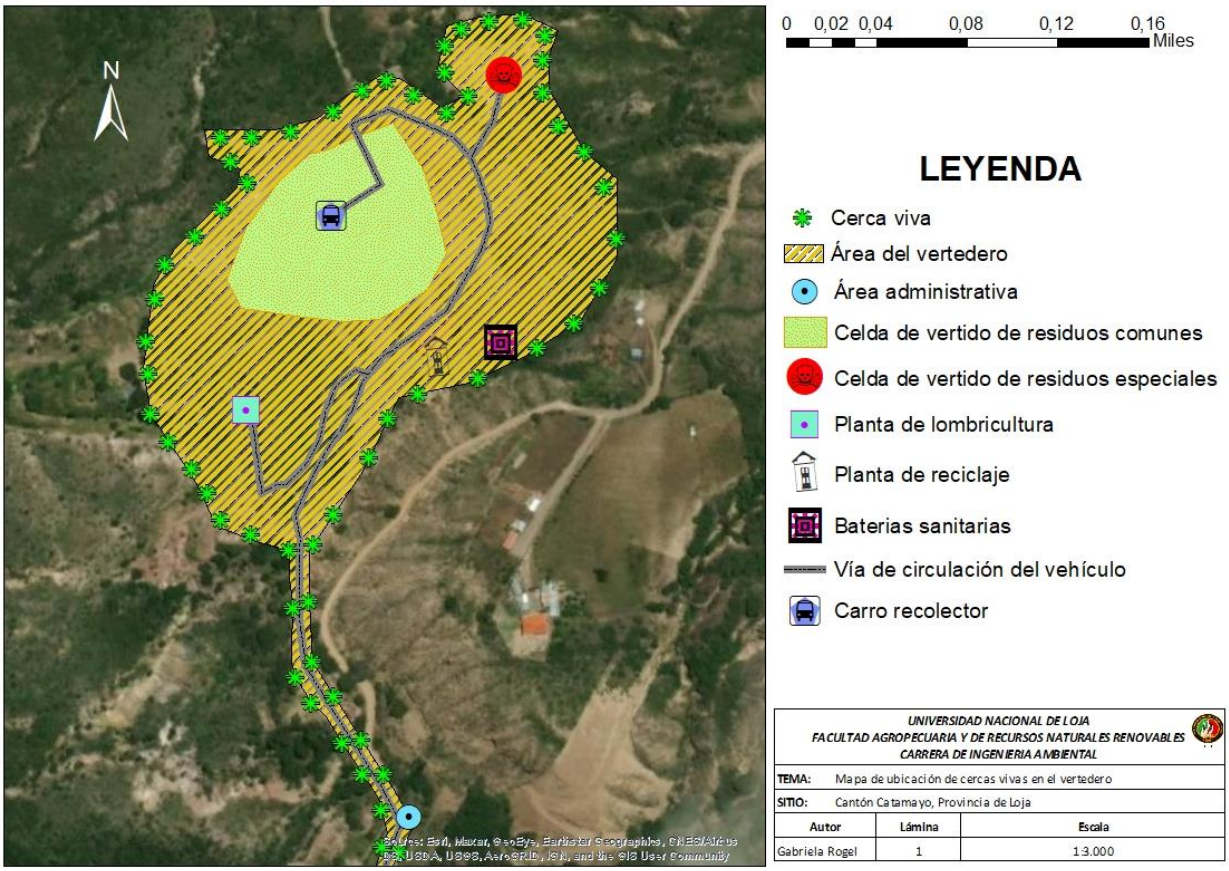


Figura 32. Diseño de ubicación de cercas vivas

- Se recomienda implementar 1 tractor para compactar los residuos que llegan a la celda de vertido y posteriormente sellarla diariamente con capas de tierra. Al vertedero de Catamayo llegan 40 t de residuos diariamente, por lo tanto, se recomienda un tractor con las siguientes características Tabla 17.

Tabla 17. Características de equipo para compactar los residuos sólidos urbanos

Población	Toneladas de residuos /día	Productividad estimada	Tipo de máquina	Modelo
20.000-60.000	40-50	30 t de RSU/hora	Tractor de cadenas	D3C, 933C

(Caterpillar, 1997; MINAM, 2008)

- Realizar un rastreo dentro y fuera del perímetro del vertedero con la finalidad de encontrar la presencia de lixiviados, en caso de existencia de percolación se recomienda la implementación de cunetas perimetrales para capturarlos o encausarlos para su posterior tratamiento y de esta manera evitar que se dirijan hacia recursos de agua o suelo.
- Realizar un previo tratamiento a los residuos peligrosos infecciosos, a través de un proceso de esterilización, mediante la aplicación de altas temperaturas y presión, para ello, se deberá contar con un equipo que permitan la eliminación de bacterias, virus etc. Debido a que la parroquia urbana Catamayo genera 13,54 kg/día de residuos peligrosos se recomienda un equipo con las características presentadas en la Tabla 18.
- Posterior al tratamiento, los residuos deberán depositarse en la celda de vertido de materiales especiales y deberán verter cal, tierra y compactarlos diariamente.

Tabla 18. Características de equipo a vapor para esterilizar los residuos peligrosos

Masa de RSH (kg)	Volumen de equipo (m^3)	Cantidad de vapor promedio (kg/ciclo)
<100	1,5	16

(Grupo Español sobre Esterilización, 2018)

Impacto a controlar

Evitar la contaminación de los recursos naturales a causa del inadecuado funcionamiento de sus instalaciones

Costo de la medida

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
Contrapiso de cemento para camas de lombricultura	Salarial	Global	200,00	200,00
Techo y cerramiento de malla	Salarial	Global	100,00	100,00
Tractor	Salarial	1	12 000,00	12 000,00
Reconstrucción de chimeneas	Salarial	Global	300,00	300,00
Cerco vivo	Salarial	1585	4,00	6 340,00
Equipo para esterilizar los residuos peligrosos	Salarial	1	18,000	18 000,00
				TOTAL 36 940,00 USD

Responsable de la ejecución y monitoreo

- Alcalde del GAD Municipal Catamayo
- Ingeniero encargado del departamento de Gestión Ambiental del GAD Municipal Catamayo
- Ministerio del Ambiente.

Indicador de verificación y cumplimiento

- El vertedero cuenta con las todas las instalaciones en correcto funcionamiento
- El vertedero cuenta con los equipos necesarios para llevar a cabo la compactación y tratamiento de residuos

Medios de verificación y cumplimiento

- Verificación u observación directa
- Registro Fotográfico
- Facturas de adquisición de equipos y tractor

4.4. Cronograma

En la Tabla 19 se presenta el cronograma de cumplimiento de los programas de mejora propuestos en la presente investigación, en donde se ha considerado iniciar con su implementación desde el mes de enero con el fin de abarcar todos los meses del año.

Tabla 19. Cronograma de los programas de Manejo de residuos sólidos de la parroquia urbana Catamayo

PROGRAMAS	MESES											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Programa de capacitación no formal para el adecuado manejo de RSU de la parroquia urbana Catamayo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Programa de aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos generados en la parroquia urbana Catamayo		X	X	X	X	X	X					
Programa de seguridad laboral y salud ocupacional de los trabajadores encargados de la recolección de residuos y del vertedero de Catamayo	X	X	X									
Programa de mejoramiento de servicios de barrido, recolección y transporte de residuos de la parroquia urbana Catamayo	X	X	X									
Programa de readecuación de las instalaciones del relleno sanitario	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

4.5. Presupuesto

Por otra parte, la Tabla 20, demuestra que el presupuesto total de la implementación de los programas para mejorar el manejo de los residuos de la parroquia urbana Catamayo es de 59 566,00 dólares.

Tabla 20. Presupuesto de los programas para el manejo de residuos sólidos

Programa	Costo
Programa de capacitación no formal para el adecuado manejo de RSU de la parroquia urbana Catamayo	**3 000,00 USD**
Programa de aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos generados en la parroquia urbana Catamayo	**8 460,00 USD**
Programa de seguridad laboral y salud ocupacional de los trabajadores encargados de la recolección de residuos y del vertedero de Catamayo	**1 666,00 USD**
Programa de mejoramiento de servicios de barrido, recolección y transporte de residuos de la parroquia urbana Catamayo	**9 500,00 USD**
Programa de readecuación de las instalaciones del relleno sanitario	**36 940,00 USD**
	TOTAL 59 566,00 USD

5. DISCUSIÓN

La GPC de la parroquia urbana Catamayo fue de 0,68 kg/hab/día, inferior a los valores de GPC de ciudades con densidades poblacionales pequeñas de América Latina y el Caribe (0,80 kg/hab/día) (CEPAL, 2016). Asimismo, la GPC de la parroquia urbana Catamayo se encuentra dentro del rango óptimo de GPC de los cantones a nivel nacional (0,81 kg/hab/día) siendo 0,1 kg el valor mínimo, y 2,21 kg el valor máximo que un habitante genera al día (Solíz, 2015). Sin embargo, Araiza et al., (2017), menciona que la GPC varía de un lugar a otro de acuerdo al crecimiento poblacional, urbanización, ingresos económicos y hábitos de consumo, tal es el caso de Brasil, en donde la GPC para ciudades grandes es de 1,31 kg/hab/día, mientras que para ciudades pequeñas es de 0,86 kg/hab/día (CEPAL, 2016). Por otra parte, la GPC de la parroquia urbana Catamayo es similar a la de cabeceras cantonales del Ecuador tales como, Santa Isabel (0,51 kg/hab/día) (PDYOT Santa Isabel, 2016), Biblián (0,60 kg/hab/día) y Sigcho (0,61 kg/hab/día) (Ministerio del Ambiente y Plan Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos MAE y PNGIDS, 2015) debido a que tienen aproximadamente la misma densidad poblacional.

Por otra parte, la parroquia urbana Catamayo genera 96,46 t/semana lo cual indica que el área de estudio posee una moderada generación de residuos al encontrarse entre el rango de generación de 37 a 120 t/semana (Cuvi, 2015). De los cuales, el 71,6 % corresponde a residuos orgánicos, superando al promedio estimado para América Latina y el Caribe (54%) (Martínez et al., 2015), incluso para el promedio estimado a nivel nacional (58%) (INEC y AME, 2017). Probablemente esto se deba a la elevada actividad comercial proveniente del mercado central y restaurantes de la localidad. No obstante, el 21,66% corresponde a residuos inorgánicos aprovechables como, papel, cartón, plástico, vidrio y tetrapack, el cual es inferior al valor estimado para América Latina y el Caribe (34%) (Martínez et al., 2015). Y solamente el 6,78% corresponde a residuos inorgánicos no aprovechables, mismo que supera al promedio para los GADs Municipales del Ecuador (5,1%) (INEC y AME, 2017). Sin embargo, la elevada generación de residuos orgánicos e inorgánicos aprovechables demuestra que la parroquia urbana Catamayo posee un gran potencial de aprovechamiento de residuos al encontrarse entre el 60%-80% de

estimación de residuos valorizables (Campos y Soto, 2014). Estos valores incluyen a los estratos domiciliario, institucionales y provisión de alimentos del área de estudio.

Por otra parte, el promedio de la densidad de los residuos sólidos proveniente de los estratos domiciliario, provisión de alimentos e instituciones educativas de la parroquia urbana Catamayo fue de 325,74 kg/m^3 y es sumamente superior en comparación a lo establecido por Mezúa y Domínguez (2017), el cual menciona que la densidad varía de 150 kg/m^3 a 250 kg/m^3, posiblemente esto se deba a que tanto en el estrato domiciliario como provisión de alimentos procedente de restaurantes y puestos del mercado generan en mayor proporción residuos orgánicos y por ende producen mayor humedad (Figura 8). Además, la OPS (2010), sostiene que además del alto contenido de materia orgánica, la variación de la densidad puede deberse a otros factores como, localización geográfica, tiempo de almacenamiento y clima.

Actualmente, la densidad poblacional de la parroquia urbana Catamayo es de 22 703 habitantes, sin embargo, en la proyección para el año 2040 se estimó que la población ascenderá a 34 674 habitantes y con ello incrementará la generación de residuos sólidos a 0,80 kg/hab/día y 27 739 kg/día, lo que demuestra que la parroquia urbana Catamayo pasará de tener una moderada generación a encontrarse entre los cantones de alta generación (>120t/sem) (Cuvi, 2015). A su vez, estos resultados concuerdan con el PDYOT de la provincia de Loja (2011), el cual menciona que Catamayo es uno de los cantones más representativos poblacionalmente al formar parte del 6,7 % del total de habitantes a nivel provincial, debido a que es una zona de actividad comercial, turística, agrícola y ganadera, además, es una zona por donde concurren vías de comunicación y transporte de diferentes sectores de la provincia de Loja (PDYOT Catamayo, 2012).

En cuanto a la GPC y GTD de residuos peligrosos/infecciosos de centros de salud, veterinarias y centros agropecuarios de la parroquia urbana Catamayo fue de 0,14 kg/establecimiento/día y de 13,54 kg/día respectivamente, lo que equivale a 0,22 % del total de generación de residuos de la parroquia urbana Catamayo, este valor es notablemente bajo a lo estimado a nivel nacional (10%) (Evolución Jurídica, 2019), e incluso para los valores reportados para otros países como Colombia (40%) (Rodríguez et al., 2016).

Mediante las entrevistas aplicadas a las autoridades competentes del GAD Municipal Catamayo y perspectiva de la población, se pudo conocer que la parroquia urbana Catamayo cuenta con un modelo de gestión de residuos, el mismo se basa en la recolección, barrido y disposición final, formando parte del 62,4% de GADs Municipales del Ecuador que poseen un sistema de gestión de residuos (AME e INEC, 2016).

Sin embargo, en el modelo de gestión de Catamayo, no existe clasificación o segregación de residuos en fuente, por lo que los habitantes depositan sus residuos de manera conjunta en fundas plásticas, cartones o costales. Cabe señalar que de acuerdo con el INEC (2016), en Ecuador, el 58,54% de hogares no clasifican sus residuos, ubicando a Machala (72,83%) y Guayaquil (96%) como las principales ciudades que no realizan separación en fuente. Por el contrario, las provincias de Pichincha (100%), Cañar (71%), Loja (56,3%), Azuay (50%) y Cuenca (49,28%) son las ciudades que mayormente clasifican los residuos a nivel nacional (INEC, 2018; PDYOT Azuay, 2018). Cuvi et al., (2015) menciona que una de las razones por las que no existe clasificación de residuos, es por la ausencia de recipientes diferenciados en los hogares y centros de acopio, falta de programas de educación ambiental que permitan la participación ciudadana y aplicación de una ordenanza municipal (Sáez y Urdaneta, 2014).

En cuanto al barrido, Jiménez (2011), recomienda un barrido manual en avenidas y calles con poco tráfico, espacios públicos y calles de difícil acceso, éste tipo de barrido también se aplica en la parroquia urbana Catamayo, cuya longitud de las calles oscila entre 0,4 km a 2,8 km, además la Secretaría de Desarrollo Social, SEDESOL (s.f), indica que, para una ciudad de 2000 a 2500 habitantes, es necesario un operario, cuyo rendimiento es de 1,3 km/día. Asimismo, en gran parte de América Latina, el rendimiento de un operario es de 1.0 a 2.0 km/día (OPS, 2010). Bajo este contexto, en la parroquia urbana Catamayo se requiere de 11 operarios para llevar a cabalidad el servicio, en el cual se incluya: limpieza diaria de calles sin asfalto, zonas verdes, áreas de tráfico vehicular y peatonal (INEC, 2017). En lo referente a frecuencia de barrido SEDESOL (s.f.), señala que una frecuencia óptima de barrido en calles principales y comerciales es de 2 veces/día, en la zona central y de mercado lo óptimo es 5 veces y mínimo 1vez/día, sin embargo, en zonas de bajos ingresos y calles secundarias es de 1 vez/día. Esto difiere con lo que sucede en la parroquia urbana Catamayo, debido a que la frecuencia de barrido en la zona comercial y de mercado se realiza 2

veces/día mientras que en calles alejadas al casco urbano se realiza de 2 a 3 veces/semana, por tanto, se debe aumentar la frecuencia de barrido y limpieza en calles secundarias de la parroquia urbana Catamayo.

Otra de las actividades consideradas en la gestión de residuos sólidos, es la recolección y transporte, el 52% de la población urbana de América Latina posee este servicio (Banco Interamericano de Desarrollo BID, 2013), de la misma manera ocurre en la parroquia urbana Catamayo, en donde el servicio de recolección y transporte lo cumplen a cabalidad, debido a que recogen los residuos frecuentemente los 7 días de la semana, en horarios de doble jornada tanto en zonas de mercado como comerciales, comparando con lo que indica Bonifacio (2010), la frecuencia óptima de recolección en calles de la zona central, comercial y suburbano es de 1 a 2 veces/día, mientras que la frecuencia óptima para la zona de mercados lo óptimo es 2 veces/día, de la misma manera, en América Latina el 45% de la población recibe el servicio de recolección todos los días y solamente el 1,8% lo recibe 1 vez/semana (BID, 2013).

A partir de la aplicación de la lista de chequeo se pudo conocer que los residuos generados por la población son dirigidos hacia el relleno sanitario en donde son pesados mediante una báscula y vertidos directamente en la celda de vertido de residuos comunes. En Ecuador, de los 221 GADs Municipales el 45,7% cuenta con rellenos sanitarios (INEC y AME, 2017), siendo el de la ciudad de Cuenca el más grande a nivel nacional, además, cuenta con una adecuada distribución de instalaciones donde se llevan a cabo los diferentes procesos de manejo y aprovechamiento de residuos sólidos (Jimbo, 2016). Sin embargo, en Catamayo el único tratamiento que se les da a los residuos es verter capas de tierra sin compactar y sin ningún tipo de aprovechamiento.

De acuerdo a la CEPAL (2016), los residuos orgánicos pueden ser tratados y aprovechados a través de métodos térmicos, mecánicos, y biológicos como el compostaje y lombricultura. En Ecuador el 41% de GADs utilizan diferentes metodologías para aprovechar los residuos, siendo en la región sierra donde más se lleva a cabo esta actividad (AME et al., 2020). El 28,6% de GADs aprovechan los residuos orgánicos en el compostaje (CEPAL, 2016) debido a que es fácil y de bajo costo de operación y mantenimiento, mientras que el 11% de GADs realiza lombricultura (AME et al., 2020). Sin embargo, para que los residuos sean aprovechados y proporcionen beneficios

técnicos, operativos, económicos y ambientales es necesario clasificarlos en la fuente (Empresa Pública Metropolitana de Aseo EMASEO, 2010), Por el contrario, en Catamayo pese a que existe la infraestructura (camas para compostaje) no se realiza ni compostaje ni lombricultura. Por otra parte, Guayaquil, Cuenca y Quito es dónde más reciclan plástico, cartón, papel y vidrio, cuyos ingresos económicos aproximados son de 244 dólares/mes, 172,20 dólares/mes y 122,15 dólares/mes respectivamente (Iniciativa Regional para el Reciclaje Inclusivo IRR, 2015). En Catamayo el personal que labora en el vertedero recicla y vende productos como cartón y plástico, sin embargo, los beneficios económicos no son retribuidos al GAD Municipal en su totalidad ya que de cada venta realizada entre plástico y cartón ingresan 193 dólares/mes de los cuales el 40% de ganancia es dirigido hacia el GAD Municipal.

En cuanto a los lixiviados, Martínez et al., (2014), indica que la producción de estos en el relleno sanitario depende directamente de las condiciones climatológicas y de la humedad de los residuos. Sin embargo, el Ministerio del Medio Ambiente y Agua MMyA (2010), menciona que a pesar de que un relleno sanitario cuente con buenas prácticas de operación, lo único que se logra es reducir la generación de lixiviados mas no existen técnicas que los eliminen completamente. Por el contrario, de acuerdo a las autoridades del GAD Municipal, y de lo que se pudo constatar cuando se realizó la lista de chequeo, en el vertedero controlado de Catamayo no se generan lixiviados procedentes de la biodegradación de los residuos orgánicos, los funcionarios indican que esto es debido a que se evaporan por las altas temperaturas de la localidad. Sin embargo, a pesar de que Catamayo cuenta con un clima cálido, es posible que la generación de lixiviados se produzca en pequeñas cantidades y al no existir un sistema de drenaje adecuado, los lixiviados podrían estar percolando hacia el suelo y a su vez contaminando (De León, et al., 2015).

Según la Global Methane Initiative GMI (2011), a nivel mundial, las emisiones de metano (CH4) procedente de rellenos sanitarios se generan en mayor proporción en países como: China, México, Rusia, Turquía e Indonesia. Por su parte, el continente Americano es responsable del 10% de emisiones de CH_4 generados en rellenos sanitarios a nivel mundial (ONU, 2020) uno de estos países es México, el cual emana 29’398 472,4 m^3/anual de metano (Escamilla, 2019), al igual que la ciudad de Juliaca Perú (719 871,49 m^3/anual) (Madrigal et al., 2018). En Ecuador, el relleno sanitario “El Ingo” de la ciudad de Quito produce al año 251 836 m^3 de CH_4 con una generación

diaria de 2 200 t de residuos, de los cuales el 60% corresponde a residuos orgánicos (EMGIRS, 2017). La generación de CH4 en Quito es superior en un 63% de lo que genera Catamayo (158 576,47 m^3/anual CH_4) debido a que entre estas dos ciudades existen diferencias representativas tanto en densidad poblacional como en generación de residuos orgánicos.

Según Sánchez et al., (2012) el biogás producido en el relleno sanitario está compuesto en mayor proporción por metano CH_4 40%-60% y CO_2 40%-55% y otros compuestos en mínimas cantidades, si estos gases no son evacuados adecuadamente se dispersan sin control y pueden provocar incendios o explosiones (Colmenares y Santos, 2011). Por lo tanto, el biogás posee un alto valor energético 36 MJ/m^3 (BID, 2013). En este sentido, países como Chile, México, Argentina, Uruguay, Estados Unidos y España, han optado por implementar infraestructura para la captura de biogás, solamente entre los dos últimos países, existen 1200 plantas de captura de biogás, como fuente de energía y calefacción (BID, 2013). Ecuador no es la excepción, Quito y Cuenca también han implementado sistemas de captación de biogás con fines de generación de electricidad (AME et al., 2020). Sin embargo, Catamayo no cuenta con los requerimientos necesarios para aprovechar los residuos orgánicos como fuente de energía debido a que no produce la cantidad suficiente de residuos orgánicos como lo menciona GIZ (2017), cantidad mínima de materia prima para la producción de energía 100 000 t/año, además de otros factores como nivel de compactación, contenido de agua del relleno sanitario y clima (MMAyA, 2010).

Bajo este contexto, ante el inadecuado manejo de gases producidos en el vertedero de Catamayo, es apremiante la reconstrucción de las 5 chimeneas existentes, considerando que la altura óptima de construcción de las chimeneas debe ser de 2,5m sobre la superficie del suelo (CEPAL 2016). Actualmente los gases producidos en el vertedero de Catamayo no son aprovechados, por tal motivo, el Ministerio de Tierras (2014), considera que los gases producidos deben quemarse y evacuarse a través de una antorcha de por lo menos 1,5m sobre la superficie de la chimenea (Ministerios del Ambiente y Agua MMAyA, 2012).

En cuanto a los residuos biopeligrosos, la AME e INEC (2016), mencionan que el 51,1% de GADs Municipales del Ecuador poseen recolección diferenciada de los residuos biopeligrosos, y únicamente el 39,4% de municipios cuentan con una celda exclusiva para su disposición final,

tal es el caso de Catamayo, en donde los residuos biopeligrosos procedentes de centros de salud y veterinarias son recolectados de manera separada de los residuos comunes, 3 veces por semana. Los mismos son dirigidos hacia el relleno sanitario, donde son pesados mediante una báscula y vertidos en la celda de residuos biopeligrosos, el único tratamiento que el GAD Catamayo les da a estos residuos es verter capas de tierra y cal una vez por semana.

6. CONCLUSIONES

- La GPC y GTD de la parroquia urbana Catamayo fue de 0,68 kg/hab/día y 15 438,04 kg/día respectivamente, de los cuales el 71,66% corresponde a residuos orgánicos, 6,66% plástico y 6% cartón y papel, en tanto al promedio de densidad obtenida en los tres estratos es de 325,74 kg/m^3, valor considerablemente alto, esto debido a los residuos orgánicos que producen mayor humedad provenientes especialmente de los estratos domiciliario y provisión de alimentos, así mismo, se estima que luego de realizar la proyección a 20 años, la población incrementará en un 52% siendo directamente proporcional el incremento de los residuos sólidos urbanos que lo harán en un 18% (GPC 0,80 kg/hab/día y GTD 27 739 kg/día) en el mismo periodo calculado.

- La parroquia urbana Catamayo enfrenta considerables problemas en el manejo de los residuos, durante el diagnóstico se identificaron los siguientes: en la actualidad, no existe un proyecto de separación de residuos en fuente tan solo el 16,99% de la población mencionaron que realiza procesos de segregación de residuos. Pese a que el barrido se realiza de una manera aceptable en el centro urbano propiamente dicho, se deja de lado los sectores más alejados, sea por falta de personal o por que las vías no permiten el barrido (calles de tierra). No existen rutas de recolección adecuadas para los residuos sólidos, es decir un diseño que permita optimizar tiempos y recursos económicos. Por otra parte, no existen programas de educación y capacitación ambiental, inexistencia de contenedores en la vía pública, inadecuado manejo de lixiviados y gases, inexistencia de aprovechamiento de residuos orgánicos, no se ha reforestado el perímetro del vertedero, no se compactan los residuos luego de depositarlos en la celda de disposición final.

- Luego de haber identificado los principales problemas en el manejo de residuos sólidos en la parroquia urbana Catamayo se proponen como alternativas que permitan mejorar el actual, en primer lugar, se ha diseñado un programa de educación ambiental, esto debido a que, sin el apoyo y compromiso de la población, ningún proyecto podrá tener éxito. Por otra parte, la GPC, densidad y porcentaje de generación, permitieron calcular y diseñar el

número de contenedores a implementarse (116), así como las camas para realizar lombricultura (18). La caracterización y composición permitieron diseñar rutas adecuadas para la recolección de residuos, que para este caso se aplicó la metodología de doble peine, es decir permite que el carro recolector haga doble pasada por la misma vía, esto debido a las características urbanísticas de la parroquia (calles sin salida), mientras que el diseño de rutas y de barrido permitieron establecer la ubicación de los 116 contenedores.

- El vertedero de Catamayo recibe al año 10 460 t de residuos biodegradables y genera 158 576,47 m^3 de metano, cantidades insuficientes para implementar un sistema de captación de biogás con fines de generación de electricidad.

7. RECOMENDACIONES

- Considerar la actualización de la ordenanza concerniente al manejo de RSU, donde se incluyan sanciones ante su incumplimiento e incentivos por cumplirla y socializarla con la población dándoles a conocer el costo que pagan por recibir el servicio.

- Llevar a cabo los programas de educación ambiental expuestos en la presente investigación con la finalidad de generar una cultura ambiental en la población y lograr mejorar el manejo de RSU de Catamayo.

- Implementar contenedores diferenciados en las calles de la parroquia urbana Catamayo para facilitar los procesos del manejo de residuos y evitar la contaminación ambiental y afectación al paisaje.

- Establecer la limpieza de calles no asfaltadas, para mejorar la calidad de vida de la población.

- Realizar estudios de suelo y de agua subterránea con la finalidad de conocer si existe contaminación por percolación de lixiviados.

8. REFERENCIAS

Aguilar Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Salud En Tabasco, 2–7. https://doi.org/ISSN:1405-2091

Ahmed, M. A., Diaz, C., Faaij, A., Gao, Q., Hashimoto, S., Mareckova, K., Pipatti, R., Zhang, T., Davidson, O. R., Bosch, P. R., & Dave, R. (2007). Waste Management. Waste Magnament, 34.

Anónimo. (2008). Manual para el Mejoramiento del Servicio de Recolección. Recuperado de: https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/171025_03.pdf

Araiza Aguilar, J. A., Chávez Moreno, J. C., & Moreno Pérez, J. A. (2017). Cuantificación de residuos sólidos urbanos generados en la cabecera Municipal de Berriozábal, Chiapas, México. *Revista Int. Contaminación Del Ambiente*, *33*(4), 691–699. https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.04.12

Asociación de Municipalidades Ecuatorianas, A., & ACRA. (2018). Guía para la Caracterización de Los Residuos Sólidos Urbanos. Mejoramiento del servicio municipal de manejo integral sostenible de los desechos sólidos e implementación de políticas públicas sobre GIRS en Ecuador", 53.

Asociación de Municipalidades Ecuatorianas, A., Agua, M. del A. y, & ACRA. (2020). *Manual de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos Municipales*. https://www.ambiente.gob.ec

Asociación de Municipalidades Ecuatorianas, A., & Instituto Nacional de Estadísticas y censos, I.

(2016). *Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales 2016*. www.ecuadorencifras.gob.ec

Banco Interamericano de Desarrollo BID. (2013). Situación de la gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Recuperado de: https://publications.iadb.org/es/situacion-de-la-gestion-de-residuos-solidos-en-america-latina-y-el-caribe

Breceda Martos, A., Millán López, J. A., Obregón Ortega, L. C., & Richera Calleja, M. L. (2017). Diagnóstico de manejo de residuos sólidos urbanos en San Pedro Valencia y comunidades aledañas. *Depósito Del Hábitat y Desarrollo Urbano*, *1*, 20.

Campos-Rodríguez, R., & Soto-Córdoba, S. (2014). Estudio de generación y composición de residuos sólidos en el cantón de Guácimo, Costa Rica. *Revista Tecnología En Marcha*, *27*(3), 122. https://doi.org/10.18845/tm.v27i3.2072

Cárdenas Ferrer, T. M., Santos Herrero, R. F., Contreras Moya, A., & Domínguez, E. (2019, May). Propuesta Metodológica Para el Sistema de Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en Villa Clara. *Tecnología Química*, *39*, 471–488.

Castañeda Torres, S., & Rodriguez Miranda, J. P. (2017). Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia. *Universidad y Salud*, *19*(1), 116. https://doi.org/10.22267/rus.171901.75

Castells, X. E. (2012). Reciclaje de Residuos Industriales: Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora (Alabazans 2 (ed.); 2nd ed.). Díaz de Santos, S.A.

CATERPILLAR “Curso Internacional: Tecnología de Rellenos Sanitarios”. Perú, 1997.

Centro Panamericano de Ingeniaría Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS. (1986). *Guía Para Caracterización De Residuos Sólidos Domiciliarios. OPS,* pp. 60 – 71.

Civeira, G. (2010). Influence of Municipal Solid Waste Compost on Soil Properties and Plant Reestablishment in Peri-Urban Environments. *Chilean Journal of Agricultural Research*, *70*(3), 446–453. https://doi.org/10.4067/s0718-58392010000300012

Código Orgánico del Ambiente, C. (2017). Codigo Organico Del Ambiente. *Registro Oficial Suplemento 983*, 1–92. http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/Archivos/Transparencia/2017/07julio/A2/ANEXOS/PROCU_CODIGO_ORGANICO_ADMINISTRATIVO.pdf

Colmenares, Wagner, Santos, Karin. (2011). Generación y Manejo de Gases en sitios de disposición final. Recuperado de: http://www.ingenieriaquimica.org/articulos/relleno_sanitario

Collazos Peñaloza, H., y Duque Muñoz, R. (1993). Residuos Sólidos. Santa Fe de Bogotá. Fundación para la Investigación sobre Residuos Solidos (FUNPIRS).

Comisión Económica para América Latina y el Caribe, C. (2016). Guía General para la Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios (Ministerio de Desarrollo Social (ed.); Naciones U).

Comisión Europea, Gobierno Marino de España, Ministerios de Medio Ambiente y Medio Rural. (2011). Mejores Técnicas Disponibles de referencia europea para la Incineración de residuos: Ingeniería Química. Centro de Publicaciones Infanta Isabel I_28014. Madrid.

Cuvi, N. (2015). Residuos sólidos en América Latina. Revista Latinoamericana de Estudios

SocioambientalesFLACSO-ECUADOR. https://doi.org/10.17141/letrasverdes.17.2015.1259

da Silva Alcântara Fratta, K. D., de Campos Leite Toneli, J. T., & Antonio, G. C. (2018). Diagnosis of the management of solid urban waste of the municipalities of ABC Paulista of Brasil through the application of sustainability indicators. *Waste Management*, *85*, 11–17. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.12.001

da Silva Alcântara Fratta, K. D., de Campos Leite Toneli, J. T., & Antonio, G. C. (2019). Diagnosis of the management of solid urban waste of the municipalities of ABC Paulista of Brasil through the application of sustainability indicators. *Waste Management*, *85*, 11–17. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.12.001

De León-Gómez, Héctor, Cruz-Vega, Carlos R., Dávila-Pórcel, René Alberto, Velasco Tapia, Fernando, Chapa-Guerrero, José R. (2015). Impacto del lixiviado generado en el relleno sanitario municipal de Linares (Nuevo León) sobre la calidad del agua superficial y subterránea. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas.* 32 (3), 514-526. Recuperado de: http://www.anesapa.org/wp-content/uploads/2014/12/GuiaRellenosSanitarios.pdf

Ecuador, C. de la R. del. (2018). *Constitucion De La Republica Del Ecuador*. 1–222.

Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos, E. (2017). Informe de Gestión 2017: Gerencia General. Recuperado de: http://emgirs.gob.e c/in forme2017/

Empresa Pública Metropolitana de Aseo EMASEO. (2010). Plan de Servicios de Aseo Administración zonal Tumbaco. Recuperado de: http://www.emaseo.gob.ec/

Entidad Municipal de Aseo Villazon, E. (2019). Manual de Operaciones del área de barrido y

limpieza de la entidad EMAVI. Villazon Bolivia. Recuperado de: https://www.municipiovillazon.gob.bo/uploads/documento/manual-de-operaciones-area-de-recoleccion-y-transporte_72e5e7484d4fe4f.pdf

Escamilla García, Pablo Emilio. (2019). Eficiencia y Confiabilidad de Modelos de Estimación de biogás en rellenos sanitarios. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida.* 29(1) 2019:32-44. http://doi.org/10.17163/lgr.n29.2019.03

Escuela de Organización Industrial. (2010). Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos Domiciliarios en el Municipio de Neyba (Rep. Dominicana) Recuperado de: https://static.eoi.es/savia/documents/componente56074.pdf

Evolución Jurídica. (2019). Manual de gestión Interna de los residuos y desechos generados en los establecimientos de salud. *Revista Venezolana de Gerencia*, *2019*(2), 1–70. https://doi.org/10.37960/revista.v24i2

Field Actions Science Reports, F. (2019). Plastics recycling worldwide : current overview and desirable. *Reinventing Plastics*. Recuperado de: https://journals.openedition.org/factsreports/pdf/5102

Fiscalía General del Estado, F. (2011). Manual sobre Derecho Penal Ambiental Ecuatoriano (Hugo Heche). Recuperado de: https://redempambiental.org/manual-sobre-derecho-penal-ambiental-ecuatoriano

Freiles Ariza, N. S. (2016). Manejo y Separación de residuos sólidos urbanos. Análisis comparativo entre Madrid (España) y el distrito especial industrial y portuario de

Barranquillas (Colombia). *Observatorio Medioambiental*, 197–211. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5209/OBMD.54168

García Cardona, L. J. (2018). Criterios de Implementación ISO 14001 : 2015 Caso de Estudio - Relleno Sanitario. Sistema Integrado de Gestión En Seguridad, Salud, Ambiente y Calidad. Recuperado de: https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/19008/39456953.pdf?sequence=1

GIZ. (2017). Guía para los Responsables de la Toma de Decisiones en Países en vías de Desarrollo y Emergentes. Deutsche Gesellschaft. Alemania.

Global Methane Initiative GMI (2011). Metano de Vertederos: Avance de las Oportunidades de Recuperación y Utilización. Recuperado de: https://www.globalmethane.org/documents/landfill_fs_spa.pdf

Granada, L., Álvarez, N., & Afanador, M. (2018). Lineamientos para la implementación de una filosofía de gestión ambiental (U. Ediciones de La Unión José Camacho (ed.); Primera ed).

Grupo Español de Estudio sobre Esterilización. (2018). Guía de Funcionamiento y Recomendaciones para la Central de Esterilización. España. Recuperado de: https://www.seeof.es/archivos/articulos/adjunto_34_2.pdf.

Instituto Nacional de Estadísticas y censos, I. (2010). Fascículo Provincia de Loja. *Fascículo Provincial Loja*. Recuperado de: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/loja.pdf

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, I. (2016). Estadística Ambiental Económica en

Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. *Gestión de Residuos Sólidos*, 23. Recuperado de: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Gestion_Integral_de_Residuos_Solidos/2016/Documento tecnico Residuos solidos 2016 F.pdf

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, I. (2018). Gestión de Residuos Sólidos. Boletín Técnico 01-2017-GAD Municipales. Recuperado de: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2018/Boletin tecnico.pdf

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, I., & Asociación de Municipalidades del Ecuador, A. (2017). Gestión de Residuos Sólidos de GAD Municipales del Ecuador. Recuperado de: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2017/Residuos_solidos_2017/PRESENTACION_RESIDUOS_2017.pdf

Isabel, P. cantón S. (2016). Actualización del plan de ordenamiento territorial del cantón Santa Isabel. Recuperado de: http://app.sni.gob.ec/snilink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0160000780001_pdyot gad si_13-03-2015_19-11-58.pdf

Jaramillo Jorge. (1997). Residuos Sólidos Municipales Guía Para El Diseño, Construcción y Operación De Rellenos Sanitarios Manuales. Recuperado de: http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/curso/relleno/relleno.html

Jimbo Díaz, J. S. (2016). El Negocio Inclusivo De Reciclaje Entendido Como Una Estrategia

Empresarial a Desarrollar Por La Industria Manufacturera De Papel Y Cartón En La Ciudad De Cuenca - Ecuador. *Revista Economía y Política*, *24*, 141–160. https://doi.org/10.25097/rep.n24.2016.06

Jiménez Martínez, N. M. (2015). La Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en México: entre la intención y la realidad. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, *17*, 29–56. https://doi.org/10.17141/letrasverdes.17.2015.1419

Jimenez Liliana. (2011). Disposición Final Rellenos Sanitarios. Recuperado de: https://residuosolidosupb.blogia.com/ 09 agosto 2019.

Jorge, J. (1997). *Residuos Solidos Municipales Guía Para El Diseño, Construccion Y Operacion De Rellenos Sanitarios Manuales*. http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/curso/relleno/relleno.html

Kunz, J. (2016). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, *239*(7), 644–645. https://doi.org/10.1001/jama.1978.03280340064027

Leiton Rodriguez, N. V., & Revelo Maya, W. G. (2017). Gestión integral de residuos sólidos en la empresa Cyrgo SAS. *Tendencias*, *18*(2), 103. https://doi.org/10.22267/rtend.171802.79

Madrigal Perez, Glen Bryan Quispe Saavedra, Jose Quispe Vargas Huamans, Yoel Modesto. (2018). Cálculo de la generación de biogás para el relleno sanitario de la ciudad de Juliaca, utilizando el modelo LandGEM Versión 3.02 de la USEPA y estimación del potencial de producción eléctrica. *Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo*. 4 (2): 42 –

55 DOI: https://doi.org/10.17162/rictd.v4i2.1096

Martínez Sepúlveda, J. A., Bielsa, R. O., Llopart Gracia, S., Herrera, B. C., Lambarry, F., Rinaudo, M. E., Rivas, L. A., Rodríguez, M. del P., Torres, A. Y., Trujillo, M. M., & Yesares, N. (2015). Residuos en Hispanoamérica de lo ambiental a lo social. In *Residuos en Hispanoamérica de lo ambiental a lo social*. https://doi.org/10.21158/9789587563504

Martínez López, A.G., Padrón Hernández, W., Rodriguez Bernal, O.F., Hernández Lara, J.M., Méndez, G.A. (2014). Alternativas Actuales del Manejo de Lixiviados. *Avances en Química.* 9(1) 37-47. Recuperado de*:* http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93330767005

Mezúa, L., & Domínguez, V. M. (2017). Plan de manejo integral de residuos sólidos para la comunidad de Pijibasal, zona de amortiguamiento del Parque Nacional Darién, República de Panamá. *Revista de Iniciación Científica*, *2*. http://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/137

Millares Romo, A. C. (2015). Aprovechamiento de residuos sólidos urbanos (RSU). *Tendencias Tecnológicas*, *2*(Abril), 7. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales. (2014). Memoria cálculo Generación de Biogás y Sistemas de Gestión Centro Ambiental El Borbollón. Recuperado de: https://ciudaddemendoza.gob.ar/wp-content/uploads/2019/11/Anexo-7-Memoria

Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (2010). Guía para la Implementación, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios. *Estado Plurinacional de Bolivia*, 1–62. http://www.anesapa.org/wp-content/uploads/2014/12/GuiaRellenosSanitarios.pdf

Ministerio del Ambiente del Perú, M. (2018). Guía para la caracterización de residuos sólidos

municipales. Recuperado de: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2017/Residuos_solidos_2017/presentacion_residuos_2017.pdf

Ministerio del ambiente, M., Fortalecimiento de la Capacidad Institucional en el Manejo Integral de los Residuos sólidos, F., & Jica. (2017). Manual de Cracterización y Proyección de los residuos ólidos. *Proyecto de Fortalecimiento de La Capacidad Institucional En El Manejo Integral de Los Residuos Sólidos a Nivel Nacional En La República Dominicana*, 53. http://ambiente.gob.do/wp-content/uploads/2016/10/02-Caracterización-de-RSM.pdf

Ministerio del Ambiente, MAE. (2008). Reciclaje y disposición final segura de Residuos Sólidos. 107. Recuperado de: https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/39052

Ministerio del Ambiente, MAE. (2014). El Programa Nacional de Gestión Integral de Desechos Sólidos (MAE – PNGIDS). http://www.ambiente.gob.ec/el-programa-nacional-de-gestion-integral-de-desechos-solidos-mae-pngids-difundio-los-resultados-de-su-gestion/

Ministerio del Ambiente, MAE. (2015). Guía para la Elaboración del Plan de Manejo Ambiental para celdas emergentes de residuos y/o desechos no peligrosos y desechos sanitarios. Recuperado de: http://qasuia.ambiente.gob.ec/documents/10179/252342/guia+para+la+elaboracion+del+pma+para+celdas.pdf/f2a5925a-1ed6-4f76-9a3f

Ministerio del Ambiente, MAE, & Plan Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos, P. (2015). Ficha Informativa de Proyecto 2015 Subsecretaría de Calidad Ambiental Dirección Nacional de Control Ambiental PROYECTO : K009 MAE - Programa Nacional para la

Gestión Integral de Desechos Sólidos. https://www.ambiente.gob.ec

Ministerio del Ambiente, (2016). Plan Nacional de Gestion Integral de Residuos Solidos 2016 - 2024. 1–80. Recuperado de: https://sinia.minam.gob.pe/documentos/plan-nacional-gestion-integral-residuos-solidos-2016-2024

Ministerio del Medio Ambiente y Agua, MMyA., & Bolivia, E. P. de. (2010). Guía para el Aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos. 1–58. Recuperado de: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/manual-de-aprovechamiento-de-residuos-organicos-municipal.pdf

Ministerio del Ambiente Perú MINAM. (2008). Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado. Recuperado de: https://redrrss.minam.gob.pe/material/20130703130018.pdf

Montoya, C., & Martínez, P. (2013). Diagnóstico del Manejo actual de Residuos Sólidos (empaques) en la Universidad El Bosque. *PL.8*(1), 80–90. Recuperado de: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5012121.pdf

Montoya Rendón, A. F. (2012). Caracterización de Residuos Sólidos. 4, 67–72. *Revista Tecnológica de Antioquia*, Medellín (Colombia). Recuperado de: https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/download/34/31/

Oldenhage, F. (2016). Propuesta de un programa de gestión para mejorar el Manejo de los Residuos Sólidos en el Distrito de San Juan de Miraflores. *Revista Industrial*, *19*(2), 7–12. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15381/idata.v19i2.12810

Organización de las Naciones Unidas, O. (2020). Aumenta la generación de residuos en América Latina y el Caribe mientras 145.000 toneladas aún se disponen de forma inadecuada cada día | UNEP - UN Environment Programme. Programa Para El Medio Ambiente. https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/aumenta-la-generacion-de-residuos-en-america-latina-y-el-caribe

Organización de Naciones Unidas, O. (2019). Instrumentos para la implementación efectiva y coherente de la dimensión ambiental de la agenda de desarrollo. *Comisión Económica Para América Latina y El Caribe*, 102.

Organización Panamericana de la Salud, O. (2010). Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos en el municipio de Danlí.

Phillips Victor, Ron T, Hernández Marco. (2017), Manual para el Manejo de Residuos Sólidos. Editorial Trillas México.

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la provincia de Loja, P. provincia de L. (2011). Diagnóstico del Sistema de Asentamientos Humanos. 1–83. Recuperado de: http://www.prefecturaloja.gob.ec/documentos/pdtot/asentamientos_humanos.pdf

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, P. (2012). Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado.

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, P. (2012). Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Catamayo Unidad de Gobernabilidad y Desarrollo Territorial, Recuperado de http://app.sni.gob.ec.gobiernodecatamayoutm_campaign=profiletracking&utm_medium=sss

ite&utm_source=ssslideview Julio 12, 2019

Plan de Ordenamiento Territorial, P. C. (2014). GAD Municipal Catamayo. Recuperado dehttp://app.sni.gob.ec/snilink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1160000400001_GADM%20Catamayo%20PDyOT%202014-2019_13-03-2015_21-07-42.pdf Julio 12, 2019

Razali, F., Weng Wai, C., & Daud, D. (2019). A review of Malaysia Solid Waste Management Policies To Improve Recycling Practice and Waste Separation Among Households. *International Journal of Built Environment and Sustainability*, *6*(1–2), 39–45. https://doi.org/10.11113/ijbes.v6.n1-2.381

Rodríguez, J., García, C., & Zafra, C. (2016). Residuos hospitalarios: indicadores de tasas de generación en Bogotá, D.C. 2012-2015. *Revista de La Facultad de Medicina*, *64*(4), 625. https://doi.org/10.15446/revfacmed.v64n4.54770

Rojas, J. P. (2011). La filosofía " Zero waste ." *COGESTY*, *159*, 1–3. http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_159_030811_es.pdf

Román, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. (2015). Manual de compostaje del agricultor Experiencias en América Latina. In FIAT PANIS FAO (Ed.), *Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe* (2nd ed.). http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf

Sáez, A., & Urdaneta, J. (2014). Manejo de Residuos Sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*. (20), p14.

Sanchez Yañez, Juan Manuel Baltierra Trejo, Eduardo Márquez Benavides, Liliana. (2012). El

efecto de los gases de relleno sanitario en el crecimiento vegetal. *Journal of the Selva Andina Research Society*. 1(1):55-65. DOI: 10.36610/j.jsars.2012.030100055

Sánchez-Núñez, J. M., Serna, J. V., Serrano Flores, M. E., Treviño, A. R., Vázquez, A. B., & Rodríguez, R. Q. (2010). Criterios ambientales y geológicos básicos para la propuesta de un relleno sanitario en Zinapécuaro, michoacán, México. *Boletin de La Sociedad Geologica Mexicana*, *61*(3), 305–324. https://doi.org/10.18268/BSGM2009v61n3a2

Secretaría de Energía, S., Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, S., Alemana, C., & Seutsche Geselischaft fur Internationale Zusammenarbeit, G. (2018). Plantas de incineración de residuos sólidos urbanos en México (ENRES). Aprovechamiento Energético de RSU, 1, 19. https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/aprovechamiento-energetico-de-residuos-urbanos-enres

Secretaría de Ambiente, y Empresa Pública Metropolitana de Aseo, E. (2012). Consultoría para la Realización de un estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos, Domésticos para el Distrito Metropolitano de Quito. In Informe ejecutivo (p. 24) Recuperado de: http://www.emaseo.gob.ec/documentos/pdf/Caracterizacion_residuos.pdf

SEDESOL. (Sf). *Manual Técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales.*

Solíz Torre, M. F. (2015). Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, *17*, 4–28. https://doi.org/10.17141/letrasverdes.17.2015.1259

Suárez-Silgado, S., Molina, J. D. A., Mahecha, L., & Calderón, L. (2018). Diagnóstico y propuestas para la gestión de los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Ibagué (Colombia). *Gestión y Ambiente*, *21*(1), 9–21. https://doi.org/10.15446/ga.v21n1.69637

Taboada, G. P. A., Aguilar Virgen, Q., & Ojeda Benitez, S. (2011). Statistical Analysis of Domestic Solid Waste in a Border Municipality of Mexico. *Avances En Ciencias e Ingeniería*, volumen *2*(1), pp 9–20.

Tron, F. (2011). La Gestión de residuos sólidos en Tokio, París, Madrid y México. Recuperado de : https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3874401.pdf

United States Environmental Protection Agency, U. (2005). *Landfill gas emissions model. United States Environmental Protection Agency, Version 3.02 user's guide. May*, 48. http://www.epa.gov/ttncatc1/dir1/landgem-v302-guide.pdf

Vera, P., & González, R. (2010). Manejo inadecuado de residuos sólidos urbanos como una causa de la pérdida de biodiversidad en Chiapas. *Lacadonia 4*(1), 65–73.

Villegas Cornelio, V. M., & Laines Canepa, J. R. (2017). Vermicompostaje: II avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 8(2), 407. https://doi.org/10.29312/remexca.v8i2.60

Zaman, A. U. (2014). Identification of key assessment indicators of the zero waste management systems. Ecological Indicators, 36, 682–693. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.09.024

Zaman, A. U., & Lehmann, S. (2011). Urban growth and waste management optimization towards "zero waste city." City, Culture and Society, 2(4), 177–187.

https://doi.org/10.1016/j.ccs.2011.11.007

9. ANEXOS

ANEXO 1. Ordenanza sobre la GIRS del cantón Catamayo

CAPITULO III

GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS

Art. 5.- Definición y tipo de residuos.- Para el manejo ambiental correcto de los residuos sólidos generados en el Cantón Catamayo se definen los siguientes tipos de residuos.

1. **Residuos sólidos no peligrosos**

a) **Residuos Orgánicos** "lo que se pudre" o se desintegra fácilmente como:
- Cáscaras de frutas y residuos de vegetales.
- Restos de comidas y alimentos que ya están en mal estado y que deben arrojar
- Restos de podas (hojas, ramas), restos de flores.
- Huesos de pollo, res, pescado, animales muertos.
- Basura orgánica de mercados, ferias, parques, sitios donde se expenden alimentos.
- Estiércol de animales herbívoros y otros residuos de origen orgánico no peligroso.

b) **Residuos sólidos Inorgánicos** "lo que no se pudre y su desintegración toma muchos años" que se compone de: vidrio, plástico, papel de todo tipo, cartón, caucho, telas, restos metálicos, escombros y otros cuyos componentes inorgánicos son no peligrosos al manipularlos.

LEXIS

2. **Desechos peligrosos y/o especiales**

a). **Desechos Sanitarios**: Los desechos sanitarios son aquellos generados en todos los establecimientos de atención de salud humana, animal y otros sujetos a control sanitario, cuya actividad los genere. Los desechos sanitarios se clasifican en:

Desechos peligrosos:
- Infecciosos: biológicos, anátomo-patológicos, corto-punzantes, cadáveres o partes de animales provenientes de establecimientos de atención veterinaria o que han estado expuestos a agentes infecciosos, en laboratorios de investigación.
- Químicos caducados o fuera de especificaciones.
- Farmacéuticos (medicamentos caducados, fuera de especificaciones y parcialmente consumidos) y dispositivos médicos.
- Radiactivos
- Otros descritos en el listado de desechos peligrosos expedido por la autoridad ambiental nacional.

Desechos y/o residuos no peligrosos: Biodegradables, Reciclables, Comunes.

Art. 6.- Son considerados desechos.- Aquellos que por razones técnicas, económicas y ecológicas, no pueden ser reutilizados.

Art. 7.- Servicio Ordinario.- Es el que presta la Dirección de Gestión Ambiental, por la recolección de residuos sólidos que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen, son generados en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar.

Son servicios especiales los siguientes:

a) Servicio Comercial.- Es el manejo de residuos generados en los establecimientos comerciales y mercantiles tales como: almacenes, depósitos, bodegas, hoteles, restaurantes, cafeterías, discotecas, centros de diversión nocturnos, plazas de mercado, puestos de venta, escenarios deportivos, y demás sitios de espectáculos masivos.

b) Servicio de Desechos Sólidos Peligrosos.- Es el manejo de desechos que comprenden los objetos, elementos o sustancias que se abandonan, botan, desechan, descartan o rechazan y que por sus características resulten corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas, infecciosas, irritantes, de patogenicidad, y representan un peligro para los seres vivos, al equilibrio ecológico y/o el ambiente.

Art 8.- En forma paulatina los diferentes barrios de la ciudad y las parroquias rurales se irán incorporando en el sistema de clasificación domiciliaria de los residuos. Por lo tanto, todo ciudadano que genere residuos sólidos, esta en la obligación de almacenar en forma separada y limpia, siempre y cuando exista la disposición de la municipalidad.

TITULO I
BARRIDO, RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS COMUNES

Art. 9.- Es obligación de los propietarios o arrendatarios de los locales ubicados en el área urbana de la ciudad, centros parroquiales y poblados del cantón, cuidar la limpieza del frente de sus propiedades, a fin de mantener limpia la calle y vigilar que terceros no la ensucien.

Art. 10.- Las personas que deseen reciclar, deben coordinar con la Dirección de Gestión Ambiental para registrarse y sujetarse a las disposiciones que le sean otorgadas. Queda prohibido a toda persona recolectar materiales en los vehículos recolectores y lugares de disposición final sin autorización previa.

Art. 11.- Todo ciudadano tiene el compromiso de coordinar con la Dirección de Gestión Ambiental en lo referente, a actividades de barrido, separación, recolección, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos en el cantón Catamayo.

Art. 12.- La recolección, transporte y disposición final será realizado por el Departamento de Gestión Ambienta del GAD Municipal de Catamayo directamente, por contratación o concesión.

TIPOS DE RECIPIENTES Y UTILIZACIÓN

Art. 13.- Los recipientes a utilizar para la recolección de residuos sólidos en el Cantón Catamayo serán: fundas plásticas (polietileno), recipientes plásticos (estandarizados).

Los moradores de los barrios que se integran al sistema de clasificación domiciliaria de los residuos deberán adquirir y cubrir los costos de los recipientes, conforme a los diseños y especificaciones técnicas de la Dirección de Gestión Ambiental (según Normativa Vigente) y sus valores deberán ser cancelados a través de planillas mensuales.

Art. 14.- La funda plástica será de polietileno de baja densidad, el espesor y volumen serán normalizados por la municipalidad de Catamayo su uso será obligatorio por las zonas establecidas por la institución.

Las fundas se presentarán para su recolección en forma cerrada para evitar la propagación de malos olores y derramamiento en la vía pública.

Art. 15.- Los administradores de locales comerciales, tiendas, bazares, restaurantes, heladerías, kioscos de comida deberán mantener sus establecimientos y sus alrededores limpios, colocando papeleras o depósitos de desperdicios en lugares visibles, capaces de cubrir toda la basura que genere su actividad; los locales comerciales de gran afluencia de personas deberán obtener recipientes de mayor tamaño diferenciando los residuos. El recipiente deberá ser de material resistente y con las normas indicadas por la Dirección de Gestión Ambiental del GAD Municipal.

DE LOS DESECHOS A CONSECUENCIA DE OBRAS Y ACTIVIDADES DIVERSAS

Art. 16.- Todas las actividades que puedan ocasionar desechos en la vía pública, cualquiera que sea el lugar en que se desarrollen y sin perjuicio de las licencias o autorizaciones que en cada caso sean procedentes, se deberá exigir de sus titulares la obligación de adoptar las medidas necesarias para limpiar y evitar los desechos dispersos en la vía pública.

La Dirección de Gestión Ambiental, a través de sus funcionarios, podrá exigir en todo momento las acciones de limpieza correspondientes, teniendo en cuenta lo establecido en esta Ordenanza.

Art. 17.- Los concesionarios y titulares de talleres, estarán obligados a llevar sus permisos correspondientes de generadores de desechos industriales peligrosos y especiales de acuerdo a la normativa vigente emitida por el Autoridad Ambiental Nacional.

Art. 18.- Se prohíbe realizar en la vía pública, solares no edificados, lo que a continuación se detalla:

a. Vaciar, verter y depositar cualquier clase de aceite, grasa, combustibles o cualquier clase de producto industrial líquido, sólido o solidificable tanto en la calzada como en las aceras,

solares sin edificar, redes de alcantarillado y en cualquier cuerpo de agua dulce o quebradas secas;

b. Derramar cualquier clase de agua sucia maloliente sobre las calzadas, aceras, bordillos y solares sin edificar;

c. Abandonar animales muertos;

d. Lavar, reparar y cambiar aceite de los vehículos en la vía pública;

e. Realizar cualquier acto que produzca suciedad o sea contrario a la limpieza y decoro de la vía pública.

f. Depositar colillas de cigarrillos u otras materias encendidas en las papeleras y demás contenedores.

g. Botar al suelo cualquier clase de desperdicio desde los vehículos, estacionados o en marcha y se coordinará con la Autoridad sancionadora (Policía Nacional) o Autoridad reguladora (Agencia Nacional de Tránsito), para sancionar lo estipulado con las normativas vigentes.

h. Depositar en espacios o vías públicas colchones, muebles y otros enseres fuera de los horarios establecidos para la recolección.

i. Mesclar residuos comunes con escombros de construcciones.

j. Se prohíbe la instalación de canastas metálicas, adheridas a verjas, postes, cerramientos que obstruyan el paso peatonal o libre de las personas, ya que contravienen las normativas vigentes.

Art. 19.- Se prohíbe el abandono de muebles, chatarra, enseres particulares, residuos vegetales y escombros en la vía pública.

Será potestad de la Comisaría Municipal, cumpliendo el debido proceso exigir la retirada de todo vehículo, chatarra, material u objeto presuntamente abandonado cuando dificulte el paso, la libre circulación, o pueda ser causa de afección de limpieza de la vía pública.

El depósito de estos materiales se regirá, en todo momento, por las leyes vigentes respectivas y, en lo no previsto, por lo que disponga el GAD Municipal de Catamayo.

Los gastos producidos por el traslado, depósito y custodia de estos materiales serán a cargo de sus propietarios o productores.

LIMPIEZA Y TENENCIA DE ANIMALES EN LA VÍA PÚBLICA

Art. 20.- Los propietarios son directamente responsables de los daños o afecciones a personas o cosas y de cualquier acción que ocasione suciedad en la vía publica producida por animales de su pertenencia.

En ausencia del propietario, será responsable subsidiario la persona que condujese al animal en el momento de producirse la acción que causó la suciedad o daño.

Los agentes de limpieza e inspectores estan facultados en todo momento para: Exigir al propietario o tenedor del animal la reparación inmediata de la afección.

Es obligación de los ciudadanos cuidar a sus mascotas y es responsabilidad del dueño ver que no destruyan las fundas de basura.

DE LA LIMPIEZA DE RESIDUOS DE LOS MERCADOS

Art. 21.- Es obligación de los usuarios, comerciantes y del personal responsable de los mercados, centros de acopio y ferias libres, situar los residuos producto de la mercadería que expenden, en los recipientes para tales efectos, cuya recolección se efectuará con la frecuencia establecida por la Dirección de Gestión Ambiental.

Art. 22.- Se indicará la zona en donde se ubicarán los recipientes y el horario de recolección. Todo propietario o comerciante está en la obligación de mantener en perfecto estado de limpieza su local y alrededores, así como tener su propio recipiente de residuo homologado. Los responsables de los mercados vigilarán la limpieza de las instalaciones, sitios de almacenamiento de residuos y papeleras para uso exclusivo del público.

TITULO II
SISTEMAS DE TRATAMIENTO Y RECICLAJE

Art. 23.- La Dirección de Gestión Ambiental del GADMC establecerá en diferentes sectores la recolección diferenciada de los residuos y desechos sólidos, de acuerdo a la planificación que fuere más conveniente para los intereses de la comunidad.

Art. 24.- El GAD Municipal promoverá a través de la Dirección de Gestión Ambiental modelos de gestión que permitan el aprovechamiento de residuos sólidos con inclusión social y económica de los recicladores de base, promoverá la formalización, asociación, fortalecimiento y capacitación, especialmente de grupos de economía popular y solidaria.

Art. 25.- Se prohíbe expresamente el trabajo de menores de edad, en el relleno sanitario o su intervención de una u otra manera en el manejo de desechos sólidos o en el proceso de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Art. 26.- La Dirección de Gestión Ambiental autorizará, coordinará, apoyará y supervisará las iniciativas de carácter privado o público, que se emprendan con miras a reducir, reutilizar, reciclar o transformar los desechos sólidos.

TITULO III:
DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Art. 27.- Es la acción de depósito permanente de los residuos sólidos no peligrosos en rellenos sanitarios u otra alternativa técnica aprobada por la Autoridad Ambiental Nacional; éstos deberán cumplir con las condiciones técnicas de diseño de construcción y operación. La selección del sitio para la disposición final, se lo realizará en base a un estudio técnico de alternativas que deberá ser aprobado por parte de la Autoridad Ambiental Nacional, en concordancia con las normativas emitidas para el efecto de tal manera que se minimicen el impacto ambiental y los riesgos a la salud.

Art. 28.- La Dirección de Gestión Ambiental Municipal se enfocará en tecnologías apropiadas para la disposición final de residuos y/o desechos sólidos, siempre y cuando exista disponibilidad de recursos.

Art. 29.- La disposición final de los residuos sólidos no peligrosos sólo podrá hacerse en rellenos sanitarios manejados técnicamente y con su respectiva licencia ambiental. Por lo tanto, los botaderos a cielo abierto están totalmente prohibidos y aquellas personas que dispongan residuos en dichos lugares no autorizados serán sancionadas.

Art. 30.- La Autoridad Municipal asignará los recursos necesarios para el funcionamiento y operación adecuada del relleno sanitario Municipal en función de los requerimientos técnicos establecidos por códigos, acuerdos ministeriales, reglamentos y normativas vigentes emitidas por la Autoridad Ambiental Nacional.

Las iniciativas comunitarias, sean en barrios o parroquias, sobre la gestión de residuos sólidos y el procesamiento de los mismos, deberán contar con la coordinación y aprobación de la Dirección de Gestión Ambiental del GAD Municipal de Catamayo.

Art. 31.- En los lugares considerados como rellenos sanitarios no se recibirán aquellos residuos con características diferentes a aquellas aprobadas y aceptadas en la licencia ambiental emitida por la Autoridad Ambiental Nacional.

Art. 32.- Las instalaciones que se establezcan para el aprovechamiento de residuos orgánicos destinados para compostaje u otros similares deberán coordinarse y ser autorizados por la Dirección de Gestión Ambiental Municipal del GAD Municipal de Catamayo.

Art. 33.- El relleno Sanitario del Cantón Catamayo deberá contar con:

a) Estudios de factibilidad y diseños definitivos para la gestión integral de los residuos sólidos en concordancia con las normativas emitidas con la Autoridad Ambiental Nacional.

b) Los nuevos rellenos sanitarios estarán ubicados a una distancia mínima de 200 metros lineales de cualquier fuente superficial del recurso hídrico más próximo.

c) Los nuevos rellenos sanitarios, no se ubicarán en áreas incompatibles con el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad. La distancia del relleno o celda de disposición final de los residuos comunes deberán estar a un mínimo de 500 metros lineales de distancia de las viviendas cercanas. Tampoco se utilizará áreas previstas para proyectos de desarrollo regional o nacional (hidroeléctricas, aeropuertos, represas).

TITULO IV
DESECHOS SANITARIOS, PELIGROSOS Y/O ESPECIALES

Art. 34.- De acuerdo a la Normativa se realizará la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos sanitarios conforme los lineamientos dispuestos por la Autoridad Ambiental y Sanitaria Nacional, ya sea por **GESTIÓN DIRECTA**, contando con el permiso ambiental respectivo, o a través de **GESTORES EXTERNOS**, bajo la responsabilidad del Gobierno Municipal.

Art. 35.- El GAD Municipal de Catamayo, convocará, registrará y calificará a **GESTORES EXTERNOS** autorizados por la Autoridad Ambiental Nacional, para prestar el servicio de gestión de desechos sanitarios en todo el Cantón. Se calificará con una comisión designada por Alcaldía, considerando las especificaciones técnicas y el mejor puntaje a favor de los generadores.

Art. 36.- Las obligaciones del gestor calificado son:

- ✓ Mantener vigente la Licencia Ambiental otorgada por la Autoridad Ambiental competente, que le autorice realizar el manejo de recolección, transporte de los desechos sanitarios peligrosos.
- ✓ Disponer de vehículos adecuados según normativa vigente para realizar la recolección de los desechos sanitarios peligrosos.
- ✓ Emitir los respectivos Manifiestos Únicos de Entrega, Transporte y Recepción de Desechos con la respectiva Información del Registro de Generador, firmas y sellos de responsabilidad.
- ✓ Firmar la recepción de los Manifiestos, entregar un ejemplar al responsable de la entrega y completar la cadena de custodia del movimiento hasta la entrega del residuo en su sitio de tratamiento y disposición final.
- ✓ Entregar al Generador una copia de Licencia Ambiental y documentación complementaria que demuestre su estado de regulación ambiental.
- ✓ Retornar al Generador una copia completa (con 3 firmas) de todos los **Manifiestos Únicos que se emitan** en el desarrollo de la gestión integral.
- ✓ Entregar al Generador el certificado de su gestión.

Art. 37.- De la gestión integral de los desechos sanitarios peligrosos en establecimientos de salud humana y otros que generen esta clase de desechos:

1. Registrarse como Generador de desechos sanitarios según reglamento interministerial, de desechos sanitarios o normativa vigente emitida por la Autoridad Ambiental Nacional.
2. Suscribir un contrato de prestación de servicios, entre el Generador y un Gestor Ambiental Calificado.
3. El Gestor Ambiental autorizado será el responsable de implementar un programa de recolección y transporte de desechos sanitarios peligrosos, que incluya las rutas, frecuencias y horarios respectivos, aprobado por la Dirección de Gestión Ambiental del GAD Municipal de Catamayo.
4. Los costos por la prestación de los servicios es asumido directamente por el generador, sin perjuicio que los valores establecidos sean avalados por el GAD Municipal de Catamayo.
5. Constituye obligación de los generadores de desechos sanitarios peligrosos, entregar los mismos, únicamente al gestor o gestores autorizados por el GAD Municipal de Catamayo.
6. Se regularizará a los establecimientos que generen desechos sanitarios peligrosos, en la emisión de los permisos de funcionamiento municipal, se exigirá: el registro de Generador de desechos peligrosos emitido por el MAE, contrato de Gestión Integral de

Desechos Sanitarios Peligrosos suscrito con un Gestor Ambiental Autorizado por la Autoridad Ambiental, Ministerio del Ambiente y calificado por el Municipio, Declaración anual de los desechos peligrosos generados y gestionados, manifiestos que evidencien la gestión de los desechos sanitarios peligrosos.

Art. 38.- Los desechos peligrosos y especiales, botellas de vidrio, neumáticos usados, aceites usados, plásticos en la agricultura, celulares, equipos eléctricos y electrónicos, focos, pilas los controla y regula la Autoridad Ambiental Nacional con Acuerdos Ministeriales y reglamentos vigentes para el efecto.

CAPITULO IV

DE LA CONDUCTA, PARTICIPACIÓN, OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS CIUDADANOS

Art. 39.- Todos los ciudadanos deben cumplir las siguientes disposiciones:

a) Mantener hábitos de limpieza, aseo y cuidar el Medio Ambiente;
b) Depositar los residuos sólidos en los recipientes o dispositivos previstos para el efecto;
c) Almacenar, seleccionar y reciclar los desechos que se originen en las viviendas, establecimientos comerciales, industriales de servicios y otros locales, en los lugares y en recipientes que cumplan con las disposiciones establecidas por la Dirección de Gestión Ambiental.
d) Igualmente todos los vehículos públicos y privados deberán poseer recipientes o fundas para que los usuarios puedan depositar sus residuos.
e) Conocer y respetar los horarios, las frecuencias y demás disposiciones para la recolección y disposición final de los residuos por parte de la Dirección de Gestión Ambiental.
f) Los organizadores de actos o espectáculos dirigidos al público, son responsables de mantener limpios los espacios que ocupen, así como su área de influencia. Antes de la ejecución de estos eventos, los organizadores deberán cancelar en la Tesorería Municipal, por concepto de limpieza el 5% del SBU en planes de contingencia aprobados por el Comisario de Policía del cantón y el 10% del SBU por planes de contingencia aprobados por la Intendencia de Loja o prestar las garantías suficientes para hacerlo por sí mismo.
g) Los vendedores que ocupen espacios públicos, son responsables de mantener limpio el espacio que ocupen, así como su área de influencia, además deberán enfundar los desechos clasificadamente y retirarlos luego de su actividad.
h) Todos los ciudadanos están en la obligación de denunciar ante el GAD Municipal de Catamayo las infracciones que en materia de aseo público presencien o tengan conocimiento, tomar medidas preventivas en su sector para evitar daños al ambiente en general y al aseo e higiene en particular.
i) Es responsabilidad de los ciudadanos el cuidar, mantener y proteger todo el mobiliario urbano de aseo.

j) Toda industria, fábrica o comercio que en sus labores cotidianas genere contaminación en las vías públicas, parques, centros turísticos y otros deberán realizar sus labores de limpieza bajo su costo, de no hacerlo el GAD Municipal realizará los trabajos de limpieza y procederá a emitir el respectivo título de crédito en base a los gastos ocasionados.

Art. 40.- La Dirección de Gestión Ambiental Municipal coordinará con las instituciones vinculadas al sistema educativo del Cantón con la finalidad de implementar programas y proyectos, para desarrollar conciencia ciudadana respetuosa del ambiente y que valore las condiciones de aseo, limpieza y salubridad.

Art. 41.- La Dirección de Gestión Ambiental coordinará sus planes, programas y proyectos, con otras dependencias municipales, instituciones públicas, mixtas y privadas con miras a unificar esfuerzos para una acción interinstitucional con el fin de consolidar la gestión integral de los desechos sólidos en el Cantón Catamayo.

Art. 42.- La Dirección de Gestión Ambiental Municipal realizará:

a) Campañas de concientización para fomentar una cultura de limpieza, de respeto con la naturaleza enfocándose a Reducir, Reutilizar, Reciclar, (3Rs) los residuos que se genera en los hogares;
b) Barrido de calles;
c) Recolección y transporte de Residuo
d) Reciclaje, tratamiento, y
e) Disposición final en el relleno sanitario.

Art. 43. Se conformará grupos ecológicos denominados ECOCLUB con la participación de estudiantes de escuelas y colegios incluso entes sociales que aporten a campañas de concientización y educación ambiental como a pequeñas obras o acciones en bien del ambiente y éste será apoyado por el GADMC en cuanto a su accionar.

CAPITULO VI

DEL CONTROL Y ESTIMULO A LA LIMPIEZA

Art. 44. CONTROL.- La Dirección de Gestión Ambiental con el apoyo de la Comisaría Municipal, controlarán el cumplimiento de esta ordenanza y normas conexas; además en el sector rural se coordinará con los GADs Parroquiales.

La Dirección de Gestión Ambiental en coordinación con los departamentos afines coordinará inspecciones periódicas a los locales comerciales del cantón para constatar el cumplimiento de esta ordenanza a través de un formulario de inspección de orden y limpieza (check list) en formato anexo en la cual debe cumplir un puntaje mínimo de 75%, el no cumplimiento de este puntaje tendrá un plazo de 8 días para enmendar las inconformidades.

La Comisaría de Higiene Municipal juzgará y sancionará a los infractores conforme a lo establecido en esta Ordenanza y en general tomará todas las medidas para mejorar el aseo y limpieza de la ciudad de Catamayo y las cabeceras parroquiales. El control se realizará

también por parte de la Policía Municipal, Autoridades Competentes y los veedores cívicos ad honorem.

Art. 45. ESTIMULO.- El GAD Municipal brindará estímulos de reconocimiento público en el día Mundial del Medio Ambiente (5 de junio) a barrios, urbanizaciones, empresas, organizaciones de comerciantes o ciudadanía en general, por las iniciativas que desarrollen y destacará las acciones para mantener limpia la ciudad.

Además, fomentará espacios de cooperación y colaboración entre los diferentes actores de la sociedad, empresas privadas e instituciones gubernamentales y no gubernamentales para una eficiente Gestión de Residuos Sólidos.

CAPITULO VII
DEL PROCEDIMIENTO, CONTRAVENCIONES Y SANCIONES

Art. 46.- Los inspectores de la Dirección de Gestión Ambiental o la Comisaría de Higiene Municipal, los Policías Municipales y el personal designado para el efecto, están obligados a presentar los partes por escrito de todo cuanto se relaciona con las infracciones cometidas en base a lo que dispone la presente ordenanza, para la citación y sanción respectiva.

Art. 47.- Las obligaciones y responsabilidades señaladas en esta ordenanza que se refieren a la limpieza y cuidado al medio ambiente se sancionarán por primera vez con llamado de atención a las siguientes infracciones:

a) Mantener sucia y descuidada la acera y calzada del frente correspondiente a su domicilio, negocio o empresa.
b) Colocar la basura en la acera sin utilizar los recipientes identificados para la clasificación. (según normativa vigente).
c) No retirar el recipiente (o tacho de basura) después de la recolección.
d) Transportar residuos sólidos o líquidos y cualquier tipo de material de desecho sin las protecciones necesarias para evitar el derrame sobre la vía pública que causare malestar.
e) Arrojar a la vía publica todo tipo de desechos sólidos tales como: colillas de cigarrillos, cáscaras, goma de mascar, papeles, envases plásticos o de vidrio o cualquier otro desperdicio similar.
f) Ensuciar el espacio público con residuos, al realizar labores de reciclaje de materiales.
g) Arrojar a la vía pública, red de alcantarillado, quebradas, ríos, áreas comunales y demás espacios públicos, los productos del barrido de viviendas o locales comerciales.
h) Permitir que animales domésticos ensucien con sus excrementos las aceras, calzadas, parques, parterres y en general los espacios públicos.
i) Depositar la basura en los parterres, avenidas, parques, esquinas, terrenos baldíos y quebradas, en cualquier otro sitio que no sea la acera correspondiente a su domicilio o negocio, propiciando la existencia de centros de acopio de basura no autorizados.
j) Arrojar en los espacios públicos, desperdicios de comidas preparadas.
k) Depositar la basura fuera de la frecuencia y horario de su recolección.

l) No disponer de un recipiente plástico dentro de los vehículos de transporte masivo, buses escolares, particulares, oficiales, y vehículos en general.

m) No acatar la disposición de la clasificación de la basura en los barrios establecidos por la Dirección de Gestión Ambiental.

n) Los vehículos que tiendan a ensuciar las vías con materiales de construcción, escombros u otra carga transportada.

o) Hacer sus necesidades fisiológicas en los espacios públicos.

p) Arrojar desechos sólidos o líquidos contaminados a la vía pública desde ventanas o balcones de una edificación.

q) Abandonar en el espacio público o vía pública animales muertos o restos de los mismos, podas de árboles y restos de jardines.

r) Utilizar el espacio público para realizar actividades de mecánica en general y de mantenimiento o lubricación de vehículos, de carpintería o de pintura de objetos, cerrajería y en general todo tipo de actividades industriales que perjudican el aseo y el ornato de la ciudad.

s) Destruir contenedores, papeleras o mobiliario urbano instalado para la recolección de residuos, a más de la multa su restitución.

Art. 48.- Son infracciones leves quienes reincidan las cometidas en el artículo 47, además de las descritas en este artículo y serán sancionados con el 5% SBU:

a) Arrojar chatarra, basura y desechos en general en la vía pública, quebradas y cauces de ríos.

b) Usar el espacio público o privado sin cerramiento como depósito o espacio de comercialización de chatarra y repuestos automotrices.

c) Arrojar directamente a la vía pública, a la red de alcantarillado, quebradas o ríos, aceites, lubricantes, combustibles, aditivos, líquidos y demás materiales altamente tóxicos, de acuerdo con la ordenanza respectiva.

d) Dejar sucias las vías o espacios públicos tras un evento o espectáculo público que haya sido organizado sin haber coordinado con la Dirección de Gestión Ambiental.

e) Mezclar y botar la basura doméstica con basura tóxica, biológica, contaminada, radioactiva u hospitalaria (Desechos Biopeligrosos).

f) No formalizar los desechos Sanitarios, industriales, peligrosos y especiales entre otros, según lo establece la Autoridad Ambiental Nacional en su normativa vigente.

g) Quemar llantas, medicamentos, cualquier otro material o desecho peligroso en la vía pública, comercios o al interior de los domicilios.

h) Propiciar a gran escala la combustión de materiales que generen gases tóxicos salvo los regularizados.

i) Impedir u obstaculizar la prestación de los servicios de aseo urbano en una o varias de sus diferentes etapas (barrido, recolección, transporte, transferencia y disposición final).

l) No disponer de un recipiente plástico dentro de los vehículos de transporte masivo, buses escolares, particulares, oficiales, y vehículos en general.

m) No acatar la disposición de la clasificación de la basura en los barrios establecidos por la Dirección de Gestión Ambiental.

n) Los vehículos que tiendan a ensuciar las vías con materiales de construcción, escombros u otra carga transportada.

o) Hacer sus necesidades fisiológicas en los espacios públicos.

p) Arrojar desechos sólidos o líquidos contaminados a la vía pública desde ventanas o balcones de una edificación.

q) Abandonar en el espacio público o vía pública animales muertos o restos de los mismos, podas de árboles y restos de jardines.

r) Utilizar el espacio público para realizar actividades de mecánica en general y de mantenimiento o lubricación de vehículos, de carpintería o de pintura de objetos, cerrajería y en general todo tipo de actividades industriales que perjudican el aseo y el ornato de la ciudad.

s) Destruir contenedores, papeleras o mobiliario urbano instalado para la recolección de residuos, a más de la multa su restitución.

Art. 48.- Son infracciones leves quienes reincidan las cometidas en el artículo 47, además de las descritas en este artículo y serán sancionados con el 5% SBU:

a) Arrojar chatarra, basura y desechos en general en la vía pública, quebradas y cauces de ríos.

b) Usar el espacio público o privado sin cerramiento como depósito o espacio de comercialización de chatarra y repuestos automotrices.

c) Arrojar directamente a la vía pública, a la red de alcantarillado, quebradas o ríos, aceites, lubricantes, combustibles, aditivos, líquidos y demás materiales altamente tóxicos, de acuerdo con la ordenanza respectiva.

d) Dejar sucias las vías o espacios públicos tras un evento o espectáculo público que haya sido organizado sin haber coordinado con la Dirección de Gestión Ambiental.

e) Mezclar y botar la basura doméstica con basura tóxica, biológica, contaminada, radioactiva u hospitalaria (Desechos Biopeligrosos).

f) No formalizar los desechos Sanitarios, industriales, peligrosos y especiales entre otros, según lo establece la Autoridad Ambiental Nacional en su normativa vigente.

g) Quemar llantas, medicamentos, cualquier otro material o desecho peligroso en la vía pública, comercios o al interior de los domicilios.

h) Propiciar a gran escala la combustión de materiales que generen gases tóxicos salvo los regularizados.

i) Impedir u obstaculizar la prestación de los servicios de aseo urbano en una o varias de sus diferentes etapas (barrido, recolección, transporte, transferencia y disposición final).

El índice de cálculo será de 0,0031088 de un SBU vigente y este será equivalente a un Trb.

Tasa de recolección de basura (1Trb)= Índice de cálculo X 1SBU.

TABLA DE PLIEGO TARIFARIO PARA EL SERVICIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS												
CATEGORIA	RANGO DE CONSUMO M3											
	0-15 (BASE)		16-20		21-30		31-40		41-50		MAYOR A 51	
RESIDENCIAL	1,00	Trb	1,08	Trb	1,46	Trb	2,31	Trb	3,27	Trb	4,50	Trb
COMERCIAL	1,67	Trb	1,80	Trb	2,43	Trb	3,85	Trb	5,49	Trb	7,36	Trb
INDUSTRIAL	1,67	Trb	1,82	Trb	2,54	Trb	4,24	Trb	6,16	Trb	8,32	Trb
OFICIAL	1,67	Trb	1,82	Trb	2,54	Trb	4,24	Trb	6,16	Trb	8,32	Trb
MUNICIPAL	1,67	Trb	1,80	Trb	2,43	Trb	3,85	Trb	5,49	Trb	7,36	Trb
TERCERA EDAD	0,50	Trb	0,54	Trb	0,96	Trb	1,81	Trb	2,77	Trb	4,00	Trb
DISCAPACIDAD	0,50	Trb	0,58	Trb	0,96	Trb	1,81	Trb	2,77	Trb	4,00	Trb

Art. 56.- La Dirección Financiera en coordinación con la Dirección de Gestión Ambiental cada año actualizará la tabla anexa de acuerdo al nuevo Salario Básico Unificado.

Art. 57.- La Dirección de Gestión Ambiental presentará a Dirección Administrativa un reporte mensual de quejas de la ciudadanía y sanciones a través del departamento de Talento Humano, del personal a su cargo que no cumpla a cabalidad con cada una de sus responsabilidades.

DISPOSICIÓN TRANSITORIA

Todos los ciudadanos están obligados al cumplimiento de la ordenanza y las disposiciones complementarias que en materia de limpieza general y mantenimiento del ornato público, dicte en cualquier momento el GAD Municipal de Catamayo o la Autoridad Ambiental Nacional.

La presente Ordenanza será difundida en los diferentes medios de comunicación, socializada con la ciudadanía en general durante el lapso de 30 días, a partir de la aprobación del Ilustre Concejo, con el objeto de que la ciudadanía tenga pleno conocimiento de los deberes, derechos y obligaciones que constan en ella.

DISPOSICIÓN GENERAL PRIMERA

NORMAS SUPLETORIAS.- Todo cuanto no se encuentre contemplado en esta ordenanza, estará a lo dispuesto en el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, Código Orgánico Tributario y demás leyes conexas que sean aplicables y no se contrapongan, Acuerdos Ministeriales y leyes vigentes, emitidas por la Autoridad Ambiental Nacional.

DEROGATORIA PRIMERA

DEROGATORIA.- Deróguese todas las disposiciones que se contrapongan a esta Ordenanza, todas las resoluciones y disposiciones que sobre esta materia se hubieren aprobado anteriormente.

ANEXO 2. Base de datos de los estratos muestreados

Base de datos de los estratos muestreados

Base de datos de los centros agropecuarios y veterinarias de la parroquia urbana Catamayo

GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Oficio Nro. AGR-AGC/Z7/LOJA-2019-000802-OF

Loja, 26 de noviembre de 2019

NO.	NOMBRE DEL ALMACEN	REPRESENTANTE LEGAL	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	TIPO DE ALMACEN	REGISTRO
1	AVICOLA E&S	JOSE EDGAR SALINAS VICENTE	LOJA	CATAMAYO	CATAMAYO	PECUARIO	SI
2	AVICOLA SALINAS	JHON VICENTE SALINAS RODAS	LOJA	CATAMAYO	CATAMAYO	PECUARIO	SI
3	EL SEMENTAL	LIDER FABRICIO MAZA ORDOÑEZ	LOJA	CATAMAYO	CATAMAYO	PECUARIO	SI
4	MIS ALIMANITOS	MAYRA SALINAS SALINAS	LOJA	CATAMAYO	CATAMAYO	PECUARIO	SI
5	AVICOLA CATAMAYO	JOSE LUIS VALVERDE RODRIGUEZ	LOJA	CATAMAYO	CATAMAYO	PECUARIO	SI
6	ALMACÉN VETERINARIO	JORGE GEOVANNY POMA PINEDA	LOJA	CATAMAYO	CATAMAYO	PECUARIO	SI
7	VET-SALUD	VERONICA DEL CISNE JARAMILLO CONDOLO	LOJA	CATAMAYO	CATAMAYO	PECUARIO	SI
8	VETERINARIA SAN FRANCISCO	DIGAR JONATHAN BENITEZ CONTENTO	LOJA	CATAMAYO	CATAMAYO	PECUARIO	SI
9	AVICOLA LUCHITA	MARIANITA DEL CISNE FIERRO LUNA	LOJA	CATAMAYO	CATAMAYO	PECUARIO	SI
10	AGRICOLA EL TAMBO	LADY MABELI GUAMAN ABRIGO	LOJA	CATAMAYO	EL TAMBO	AGRÍCOLA	SI
11	AGRISUR	CARLOS ALBERTO LOJAN ZUMBA	LOJA	CATAMAYO	CATAMAYO	AGRÍCOLA	SI
12	AGROMAX	HERNAN EQUIDIO AGILA PALACIOS	LOJA	CATAMAYO	CATAMAYO	AGRÍCOLA	SI
13	AGROPECUARIO EL TAMBO	EDWIN ROBERTO GONZALEZ CORREA	LOJA	CATAMAYO	EL TAMBO	AGRÍCOLA	SI
14	SOLAGRI	RUBEN DARIO CAÑAR ALVARADO	LOJA	CATAMAYO	CATAMAYO	AGRÍCOLA	SI
15	AGRICOLA LA ERA	MAYRA ALEXANDRA ARMIJOS TORRES	LOJA	CATAMAYO	EL TAMBO	AGRÍCOLA	SI
16	LA PRIMAVERA	JUAN MIGUEL PALADINES TENE	LOJA	CATAMAYO	CATAMAYO	AGRÍCOLA	SI
17	EL HUERTO DEL CHAVAL	LAURA CECIBEL CELI CONDE	LOJA	CATAMAYO	CATAMAYO	AGRÍCOLA	SI
18	IMPORTADORA AGRÍCOLA LA CAMPIÑA DEL SUCO	JOSÉ AGUSTO PAUCAR	LOJA	CATAMAYO	CATAMAYO	AGRÍCOLA	SI
19	AGRICOLA CENTRAL	MIRIAN JHODANIA SANMARTIN TAPIA	LOJA	CATAMAYO	CATAMAYO	AGROPECUARIO	SI
20	EL AGRICULTOR	KLEVER OSWALDO GALVAN CHAVEZ	LOJA	CATAMAYO	CATAMAYO	AGROPECUARIO	SI
21	AGRIPAC Agencia 13	GUSTAVO FRANCISCO WRAY FRANCO	LOJA	CATAMAYO	CATAMAYO	AGROPECUARIO	SI
22	LA GRANJA	EDGAR RAMIRO HERRERA JARAMILLO	LOJA	CATAMAYO	CATAMAYO	AGROPECUARIO	SI
23	INDAGRO	EDGAR PATRICIO JARAMILLO CARRIÓN	LOJA	CATAMAYO	CATAMAYO	AGROPECUARIO	SI
24	AGROMEDICA LA MERCED	CLAUDIO AGUSTIN JAPA GONZALEZ	LOJA	CATAMAYO	EL TAMBO	AGROPECUARIO	SI

1. Manejo y disposición final de desechos peligrosos y/o especiales generados en estos centros.

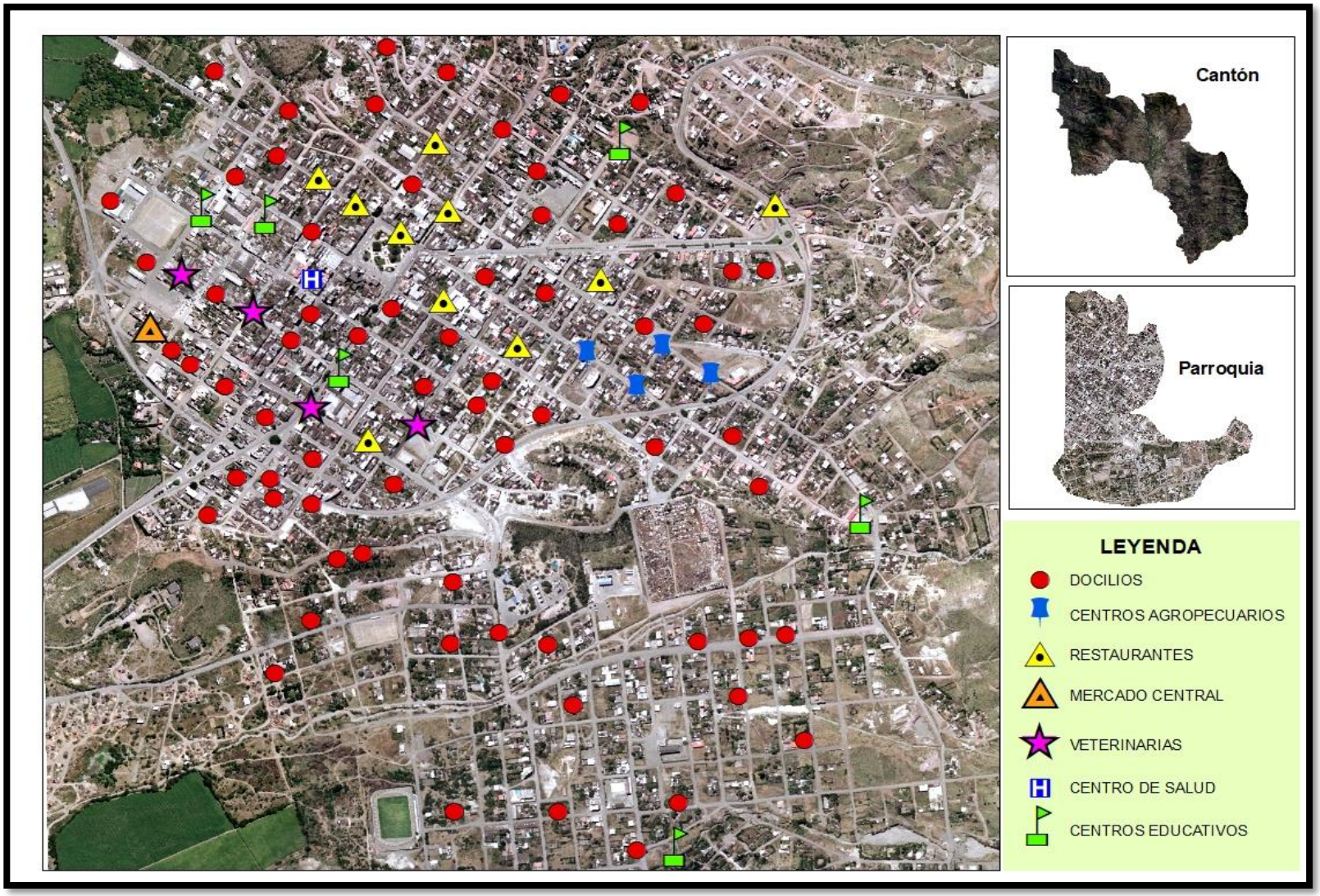
Dentro de la competencia y normativa que rige para AGROCALIDAD no contempla que los almacenistas realicen el manejo y disposición final de desechos peligrosos.

Sin embargo en el Acuerdo Ministerial 021 sobre GESTIÓN INTEGRAL DE DESECHOS PLÁSTICOS DE USO AGRÍCOLA, solo el fabricante, importador, representante, formulador, titular del registro, envasador tiene que obtener el registro de

Base de datos de los centros educativos y veterinarias de la parroquia urbana Catamayo

NRO	NOMBRE DE LA I.E	CANTÓN	PARROQUIA	N° de ALUMNOS
1	UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO	CATAMAYO	CATAMAYO	1815
2	UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL JUAN BAUTISTA	CATAMAYO	CATAMAYO	545
3	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA ULPIANO MOSCOSO	CATAMAYO	CATAMAYO	21
4	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA RÍO PALORA	CATAMAYO	EL TAMBO	16
5	UNIDAD EDUCATIVA OVIDIO DECROLY	CATAMAYO	CATAMAYO	1419
6	CENTRO DE EDUCACION INICIAL MERCEDES QUINDE BURNEO	CATAMAYO	CATAMAYO	143
7	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA LUIS ALFREDO SAMANIEGO ARTEAGA	CATAMAYO	CATAMAYO	242
8	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA ING. ALFONSO CORONEL	CATAMAYO	CATAMAYO	185
9	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA HIPOLITO QUEZADA GONZALEZ	CATAMAYO	CATAMAYO	24
10	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA GABRIELA MISTRAL N°1	CATAMAYO	CATAMAYO	729
11	UNIDA EDUCATIVA EMILIANO ORTEGA ESPINOZA	CATAMAYO	CATAMAYO	1283
12	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA DOLORES ORDOÑEZ	CATAMAYO	CATAMAYO	11
13	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA CORONEL AUGUSTO WITT AÑAZCO	CATAMAYO	CATAMAYO	44
14	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA 22 DE MAYO 1981	CATAMAYO	CATAMAYO	116
15	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA CARLOS AUGUSTO ORTEGA ERIQUE	CATAMAYO	CATAMAYO	183
16	UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL PADRE JULIO MARIA MATOVELLE	CATAMAYO	CATAMAYO	621
17	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA PARTICULAR CATAMAYO	CATAMAYO	CATAMAYO	137
18	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA SEMILLITAS DEL SABER	CATAMAYO	CATAMAYO	41
19	CENTRO DE EDUCACION INICIAL PARTICULAR PETTIROSSO	CATAMAYO	CATAMAYO	51
20	JOSE MARIA VELAS EXTENSIÓN CATAMAYO	CATAMAYO	CATAMAYO	13
21	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA ESPECIALIZADA MARIA AUXILIADORA	CATAMAYO	CATAMAYO	26
22	FINE TUNED ENGLISH LANGUAGE INSTITUTE			20

ANEXO 3. Mapa de establecimientos y domicilios muestreados



ANEXO 4. Etiquetas codificadas para cada establecimiento muestreado

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA **MINISTERIO DEL AMBIENTE** **CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE** **"GENERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PARROQUIA URBANA CATAMAYO: CANTÓN CATAMAYO, DIAGNÓSTICO DE LAS FASES DEL MANEJO Y ALTERNATIVAS DE MEJORA"** **CÓDIGO** D-01	**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA** **MINISTERIO DEL AMBIENTE** **CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE** **"GENERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PARROQUIA URBANA CATAMAYO: CANTÓN CATAMAYO, DIAGNÓSTICO DE LAS FASES DEL MANEJO Y ALTERNATIVAS DE MEJORA"** **CÓDIGO** PA-01
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA **MINISTERIO DEL AMBIENTE** **CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE** **"GENERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PARROQUIA URBANA CATAMAYO: CANTÓN CATAMAYO, DIAGNÓSTICO DE LAS FASES DEL MANEJO Y ALTERNATIVAS DE MEJORA"** **CÓDIGO** I-01	**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA** **MINISTERIO DEL AMBIENTE** **CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE** **"GENERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PARROQUIA URBANA CATAMAYO: CANTÓN CATAMAYO, DIAGNÓSTICO DE LAS FASES DEL MANEJO Y ALTERNATIVAS DE MEJORA"** **CÓDIGO** H-01

ANEXO 5. Diseño de entrevista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

MINISTERIO DEL AMBIENTE

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Entrevista dirigida al Alcalde, jefes de los Departamentos de Gestión Ambiental e Higiene y Abastos del GAD Municipal Catamayo.

1) ¿El GAD municipal Catamayo tiene un modelo de manejo de residuos sólidos urbanos?
2) ¿Existen proyectos de separación de residuos en fuente?
3) ¿Todos los barrios del área urbana de Catamayo cuentan con el servicio de recolección y barrido de residuos?
4) ¿Con que frecuencia realizan el barrido de las calles?
5) ¿Cuántos operarios realizan la actividad de barrido?
6) ¿Cada que tiempo realizan la recolección de residuos?
7) ¿De qué tipo son los carros recolectores de residuos?
8) ¿Están capacitados los trabajadores que realizan el servicio de recolección?
9) ¿Existen contenedores en el mercado y recipientes en vía pública?
10) ¿El GAD municipal ha implementado campañas de educación ambiental y manejo de residuos sólidos?
11) ¿Cuál es el costo del manejo de residuos sólidos?
12) ¿Cuentan con alguna ordenanza sobre los residuos sólidos urbanos?
13) ¿Existe algún tipo de sanción económica a aquellas personas que depositen inadecuadamente sus residuos en la vía pública?
14) ¿Cuál es el diseño y planificación del vertedero?
    - ❖ Vida útil del vertedero
    - ❖ Control de lixiviados
    - ❖ Presencia de personas recicladoras
    - ❖ Celdas de bioseguridad
    - ❖ Plantas de compostaje y lombricultura
    - ❖ Planta de reciclaje
    - ❖ Tiene geomembrana
    - ❖ ¿Qué hace con los residuos especiales de centros agropecuarios, de salud humana, y animal?
    - ❖ ¿Qué hace con las llantas, cartones y otros materiales reciclables?

ANEXO 6. Diseño de encuesta

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

MINISTERIO DEL AMBIENTE

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

La presente encuesta se realiza con fines académicos para obtener información acerca del manejo de residuos sólidos de la cabecera cantonal Catamayo.
Por favor, revise las opciones y marque con una X la o las respuestas según su conveniencia.

Dirección……Cargo en el establecimiento…… Número de encuesta…….....Estrato……...

1. **¿Es usted el encargado de sacar los residuos generados en el establecimiento, para su posterior recolección?**

☐ Si ☐ No

2. **¿Realiza algún otro tipo de actividad? ¿En qué horario?**

☐ Si ☐ No

☐ 7am-10 am ☐ 12am-14pm ☐ 16pm- 18pm

☐ 10am-12am ☐ 14pm- 16pm

3. **¿Qué tipo de recipiente utiliza para almacenar los residuos peligrosos e infecciosos?**

☐ Funda plástica ☐ recipiente plástico ☐ Otro, indique

4. **¿Realiza separación de los "residuos" en diferentes recipientes según sus características "comunes" (cartón, papel, plástico, alimentos) y "peligrosos biológicos infecciosos" (inyecciones, gasas, sangre, residuos patológicos etc)?**

☐ Si ☐ No

5. **¿Pasa el carro recolector por su vivienda?**

☐ Si ☐ No

Si su respuesta es afirmativa conteste las preguntas 6, 7 y 8 caso contrario conteste la pregunta 7

6. ¿Cuál es el horario de recolección de residuos?

☐ 7am-10 am ☐ 12am-14pm ☐ 16pm- 18pm

☐ 10am-12am ☐ 14pm- 16pm

7. ¿Cuántas veces por semana pasa el carro recolector municipal por su sector?

☐ 1 por semana ☐ 2 por semana ☐ 3 por semana ☐ 4 por semana

☐ Otro, indique _____

8. ¿Cuáles son los problemas que presenta el servicio de recolección?

☐ Horario inadecuado ☐ Falta de cortesía ☐ Dejan caer residuos en la vía pública

☐ No recogen completamente los residuos ☐ Ninguno

9. ¿Qué hace con los residuos si no pasa el carro recolector?

☐ Quemar ☐ Desechar en campo o ríos y quebradas ☐ Enterrar ☐ Almacenar

☐ Otro, indique _____

10. ¿El costo adicional que usted cancela en la planilla de agua o de luz es el adecuado para el manejo de residuos que presta el municipio?

☐ Si ☐ No ☐ Desconozco que el municipio cobra un valor

11. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación por parte del GAD municipal sobre el manejo de los residuos peligrosos?

☐ Si ☐ No

12. ¿Con qué frecuencia realizan el barrido de las calles de su sector?

☐ 1 por semana ☐ 2 por semana ☐ 3 por semana ☐ 4 por semana

☐ Otro, indique _____

13. ¿Existen recipientes para depositar la basura en las calles de su localidad?

☐ Si ☐ No

14. ¿Conoce usted si el municipio de Catamayo genera sanciones económicas a las personas que depositan inadecuadamente los residuos en la vía pública?

☐ Si existe sanción ☐ No existe sanción ☐ Desconozco

15. ¿Cuáles son los principales problemas que usted ha evidenciado por el inadecuado manejo de residuos?

☐ Enfermedades ☐ Malos olores ☐ Presencia de vectores (moscos, ratas)

☐ Afectación al paisaje ☐ Ninguno

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ANEXO 7. Procedimiento de diseño de rutas de recolección mediante el software ArcGis 10.3.

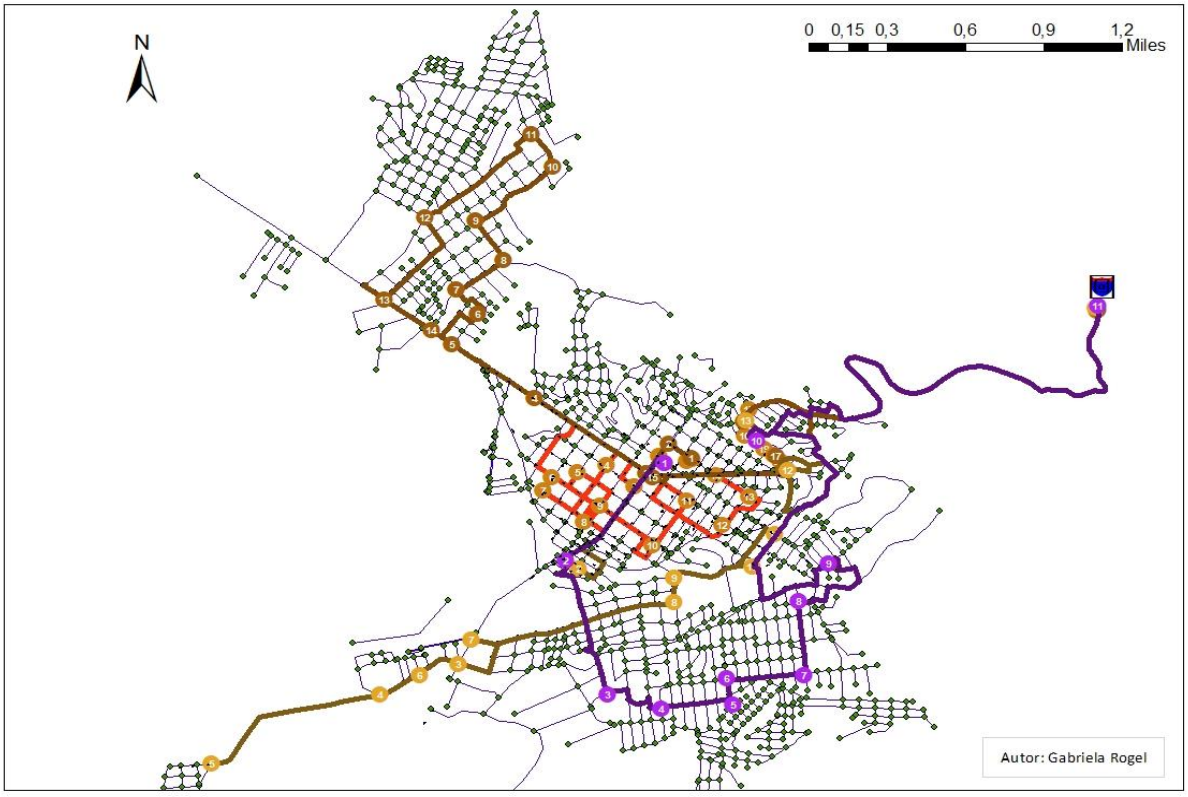
Procedimiento de diseño de rutas de recolección mediante el software ArcGis 10.3.

- Incertación de los puntos GPS

- Delimitación de polígonos de los sectores del área de estudio

- Delimitación de las vías de acuerdo a los sectores de Catamayo

- Determinación de rutas de recolección de acuerdo a la metodología establecida por el MAE,



ANEXO 8. Registro del peso diario de residuos del estrato domiciliario

N°	Código de vivienda	Habitantes	PESO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS POR EL ESTRATO "DOMICILIOS" DE LA PARROQUIA URBANA CATAMAYO (kg/día)										
			DÍA BLANCO	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL	PROMEDIO	GPC (Kg/hab/dia)
1	D-01	6	4,60	4,50	3,33	3,00	3,50	4,30	3,50	4,00	26,13	3,73	**0,62**
2	D-02	5	3,00	3,40	4,32	4,00	3,60	3,00	3,80	3,20	25,32	3,62	**0,72**
3	D-03	5	3,50	4,30	4,50	4,00	3,20	4,50	5,20	3,20	28,90	4,13	**0,83**
4	D-04	6	4,50	3,40	3,60	6,40	5,00	6,00	4,50	5,00	33,90	4,84	**0,81**
5	D-05	2	1,20	2,00	1,00	1,00	1,50	1,78	2,00	1,64	10,92	1,56	**0,78**
6	D-06	7	0,00	0,00	0,00	4,30	5,34	4,30	3,20	5,70	22,84	3,26	**0,47**
7	D-07	5	3,75	4,00	4,65	5,20	4,38	5,30	4,00	3,00	30,53	4,36	**0,87**
8	D-08	5	4,76	3,43	5,20	3,00	1,50	4,00	2,78	4,00	23,91	3,42	**0,68**
9	D-09	4	2,67	2,89	4,00	3,25	4,00	3,00	3,20	2,75	23,09	3,30	**0,82**
10	D-10	6	5,00	3,50	4,60	3,78	2,98	5,00	5,30	4,00	29,16	4,17	**0,69**
11	D-11	1	0,00	0,00	0,00	0,25	1,00	0,75	0,50	0,00	2,50	0,36	**0,36**
12	D-12	4	5,00	3,23	4,00	3,45	4,50	5,00	4,30	3,00	27,48	3,93	**0,98**
13	D-13	4	4,00	4,20	2,80	3,00	3,70	5,00	4,32	4,00	27,02	3,86	**0,97**
14	D-14	7	0,00	5,00	5,00	6,40	5,00	4,00	4,50	3,50	33,40	4,77	**0,68**
15	D-15	6	4,00	3,00	3,26	3,20	2,30	2,00	3,00	2,50	19,26	2,75	**0,46**
16	D-16	4	2,50	2,50	1,78	2,65	3,00	2,30	2,00	1,50	15,73	2,25	**0,56**
17	D-17	5	3,00	2,30	3,00	2,00	4,00	3,20	2,90	2,00	19,40	2,77	**0,55**
18	D-18	6	5,00	4,58	4,00	3,40	4,34	3,78	4,00	3,67	27,77	3,97	**0,66**
19	D-19	2	1,00	1,00	0,50	0,78	0,75	1,00	0,78	1,00	5,81	0,83	**0,42**
20	D-20	5	3,60	4,00	4,30	3,78	5,00	3,76	4,00	2,90	27,74	3,96	**0,79**
21	D-21	2	1,00	0,75	0,80	1,00	1,00	0,60	0,98	1,00	6,13	0,88	**0,44**
22	D-22	6	3,00	2,50	3,60	3,00	2,75	3,25	2,00	2,75	19,85	2,84	**0,47**
23	D-23	4	2,40	2,50	2,76	3,56	2,60	2,85	3,32	3,20	20,79	2,97	**0,74**
24	D-24	3	1,00	2,00	1,50	1,75	1,80	1,23	1,50	1,00	10,78	1,54	**0,51**
25	D-25	2	1,00	0,75	1,00	1,00	1,25	1,75	1,00	0,70	7,45	1,06	**0,53**
26	D-26	4	2,00	2,30	2,00	2,50	2,98	2,00	2,21	2,50	16,49	2,36	**0,59**
27	D-27	3	1,40	1,00	1,40	2,00	2,50	2,30	3,00	2,00	14,20	2,03	**0,68**
28	D-28	2	1,00	1,50	0,75	0,89	1,00	1,50	0,78	1,00	7,42	1,06	**0,53**
29	D-29	5	3,00	4,00	3,50	3,00	2,75	3,00	4,00	3,75	24,00	3,43	**0,69**
30	D-30	3	1,75	2,00	1,80	1,00	2,00	2,30	2,00	1,90	13,00	1,86	**0,62**
31	D-31	5	3,00	4,00	3,50	3,00	4,00	3,75	3,00	3,20	24,45	3,49	**0,70**
32	D-32	4	2,00	3,20	1,00	1,50	2,50	3,00	2,30	1,90	15,40	2,20	**0,55**
33	D-33	6	3,00	4,50	4,30	3,00	4,00	4,34	3,00	2,70	25,84	3,69	**0,62**
34	D-34	3	2,00	1,00	1,30	1,70	0,98	1,00	1,20	2,00	9,18	1,31	**0,44**
35	D-35	4	3,00	2,75	3,00	2,30	2,00	2,80	3,00	2,30	18,15	2,59	**0,65**
36	D-36	4	3,50	3,20	3,00	2,00	1,90	2,70	3,00	2,50	18,30	2,61	**0,65**
37	D-37	3	1,00	1,30	1,10	1,40	2,00	2,10	1,40	1,00	10,30	1,47	**0,49**
38	D-38	6	3,00	4,00	4,75	5,00	3,00	4,00	3,20	3,50	27,45	3,92	**0,65**
39	D-39	7	4,00	4,30	3,70	5,00	5,20	4,00	4,70	5,00	31,90	4,56	**0,65**
40	D-40	4	2,00	2,90	2,00	1,80	3,00	2,20	2,70	1,50	16,10	2,30	**0,58**
41	D-41	3	1,00	2,30	2,40	1,75	2,00	3,00	2,40	2,00	15,85	2,26	**0,75**
42	D-42	2	1,00	2,00	1,60	1,30	2,00	1,43	1,50	1,00	10,83	1,55	**0,77**
43	D-43	2	0,50	1,00	0,80	0,76	0,70	0,50	0,50	0,30	4,56	0,65	**0,33**
44	D-44	3	1,00	2,00	1,50	1,75	2,00	1,00	1,80	1,00	11,05	1,58	**0,53**
45	D-45	4	2,60	2,40	2,70	2,00	3,00	1,50	2,00	1,50	15,10	2,16	**0,54**
46	D-46	3	2,00	1,60	1,40	2,00	2,30	1,98	1,23	1,00	11,51	1,64	**0,55**
47	D-47	4	3,00	1,60	2,00	2,50	2,00	1,76	1,20	1,00	12,06	1,72	**0,43**
48	D-48	4	1,00	2,30	2,00	2,60	2,80	2,00	2,50	2,00	16,20	2,31	**0,58**
49	D-49	5	2,00	3,00	3,20	2,80	2,70	2,80	2,00	3,00	19,50	2,79	**0,56**
50	D-50	3	3,00	2,70	1,70	2,00	1,30	1,20	1,00	1,00	10,90	1,56	**0,52**
51	D-51	5	0,96	3,00	3,45	3,00	2,56	4,23	3,45	3,00	2,76	4,00	**0,80**
52	D-52	4	2,00	1,00	1,80	1,90	1,00	1,50	1,00	1,40	9,60	1,37	**0,34**
53	D-53	5	3,00	3,20	3,00	4,00	4,10	2,90	3,50	2,00	22,70	3,24	**0,65**
54	D-54	4	2,00	1,00	1,00	1,30	1,00	1,70	2,00	2,50	10,50	1,50	**0,38**
55	D-55	3	1,00	0,40	0,60	0,76	1,20	1,00	1,00	2,00	6,96	0,99	**0,33**
56	D-56	3	2,00	1,30	1,50	1,30	1,00	1,00	2,00	2,30	10,40	1,49	**0,50**
57	D-57	2	1,00	0,50	0,75	1,00	0,90	1,00	1,00	0,50	5,65	0,81	**0,40**
58	D-58	4	1,00	2,00	2,30	1,50	1,00	1,80	1,00	2,00	11,60	1,66	**0,41**
59	D-59	3	1,00	1,00	1,30	1,50	2,00	1,00	2,50	3,00	12,30	1,76	**0,59**
60	D-60	3	2,00	2,50	1,30	1,00	1,70	1,50	1,00	2,00	11,00	1,57	**0,52**
61	D-61	5	3,00	4,00	4,20	2,00	2,30	3,00	2,70	2,00	20,20	2,89	**0,58**
62	D-62	4	2,00	3,00	2,20	2,30	2,00	3,00	2,70	4,00	19,20	2,74	**0,69**
63	D-63	4	1,50	3,45	3,00	3,50	3,21	3,00	3,00	2,00	21,16	3,02	**0,76**
64	D-64	3	2,00	2,50	2,00	1,20	1,50	2,00	2,00	3,00	14,20	2,03	**0,68**
65	D-65	3	3,00	3,43	2,50	2,00	1,80	3,00	2,00	3,30	18,03	2,58	**0,86**
66	D-66	5	5,00	4,35	4,00	3,20	2,00	3,20	4,30	3,00	24,05	3,44	**0,69**
67	D-67	5	4,00	3,00	2,76	3,00	4,00	1,50	2,00	0,00	16,26	2,32	**0,46**
TOTAL		**273**	**158,69**	**172,21**	**167,56**	**167,16**	**171,87**	**176,14**	**169,35**	**157,76**	**1182,05**	**GPC**	**0,61**
PROMEDIO			**0,58**	**0,63**	**0,61**	**0,61**	**0,63**	**0,65**	**0,62**	**0,58**		**GTD**	**0,61**
												GTD	**13783,53**

ANEXO 9. Registro del peso diario de residuos del estrato provisión de alimentos

N°	Número de clientes	Código	PESO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS POR EL ESTRATO "PROVISIÓN DE ALIMENTOS" DE LA PARROQUIA URBANA CATAMAYO (kg/día)										
			Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL	PROMEDIO	GPC
1	22	PA-01	11,45	10,48	9,03	8,16	10,34	9,00	8,30	8,62	**63,93**	9,19	0,42
2	22	PA-02	10,32	10,21	11,00	8,94	12,32	9,00	7,56	7,26	**66,29**	9,53	0,43
3	22	PA-03	7,44	8,98	9,07	7,71	7,48	7,94	6,30	8,16	**55,65**	8,00	0,36
4	22	PA-04	17,23	19,43	23,00	18,34	18,00	19,21	19,00	17,32	**134,30**	19,31	0,87
5	22	PA-05	5,00	7,65	3,63	5,44	3,18	4,54	2,49	4,08	**31,01**	4,46	0,2
6	22	PA-06	2,00	3,00	1,00	0,45	0,45	0,18	0,45	0,68	**6,22**	0,89	0,04
7	22	PA-07	0,00	1,00	0,27	0,23	0,23	0,18	0,36	0,32	**2,59**	0,37	0,02
8	22	PA-08	5,90	7,85	8,65	9,89	10,21	10,00	8,30	6,98	**61,88**	8,90	0,4
9	22	PA-09	1,20	2,00	0,91	0,45	0,91	0,23	0,18	0,45	**5,13**	0,74	0,03
10	22	PA-10	18.94	23,00	28,32	21,00	20,00	18,76	17,87	24,00	**152,95**	21,99	0,99
11	22	PA-11	18,00	19,43	18,45	17,00	15,81	19,00	14,98	17,00	**121,67**	17,49	0,79
12	22	PA-12	14,00	16,42	15,00	18,00	12,00	14,00	14,00	18,00	**107,42**	15,45	0,7
13	22	PA-13	17,32	19,00	18,14	16,00	17,00	13,98	16,32	18,31	**118,75**	17,07	0,77
14	22	PA-14	2,00	3,43	1,23	1,00	0,00	0,27	0,41	1,32	**7,66**	1,10	0,05
15	22	PA-15	1,32	2,23	0,00	0,59	0,68	0,45	0,45	0,59	**5,00**	0,72	0,03
16	22	PA-16	3,00	2,65	3,20	1,68	0,91	0,45	0,45	1,04	**10,39**	1,49	0,07
17	22	PA-17	2,72	1,75	0,45	1,36	0,91	0,45	0,91	0,91	**6,74**	0,97	0,04
18	22	PA-18	1,00	0,05	1,13	0,05	1,13	0,23	0,45	0,45	**3,49**	0,50	0,02
19	22	PA-19	4,00	3,43	3,00	1,36	2,50	3,00	2,00	1,36	**16,65**	2,39	0,11
20	22	PA-20	2,18	0,91	1,32	0,91	1,13	1,36	0,91	1,81	**8,35**	1,20	0,05
21	22	PA-21	18,00	15,00	17,00	18,32	19,43	19,00	17,87	19,00	**125,62**	18,06	0,82
22	22	PA-22	25,00	23,43	22,00	21,43	26,31	20,00	21,00	25,00	**159,17**	22,89	1,03
23	22	PA-23	23,00	21,54	19,87	23,00	21,98	20,00	18,98	26,00	**151,37**	21,76	0,98
24	22	PA-24	24,46	25,61	28,16	24,54	21,00	25,00	19,87	18,00	**162,18**	23,32	1,05
25	22	PA-25	27,00	20,23	25,00	23,00	20,00	25,00	21,00	25,55	**159,78**	22,97	1,04
26	22	PA-26	20,00	21,00	23,00	21,00	18,97	20,00	23,43	8,62	**136,02**	19,56	0,88
27	22	PA-27	25,89	24,00	22,00	17,76	18,98	20,32	23,00	26,11	**152,17**	21,88	0,99
28	22	PA-28	18,54	19,43	17,87	18,76	18,00	18,50	16,98	25,00	**134,54**	19,34	0,87
29	22	PA-29	25,00	27,00	24,00	22,00	21,00	22,00	22,00	21,98	**159,98**	23,00	1,04
TOTAL			332,96	360,13	355,70	328,38	320,86	322,05	305,84	333,93	**2326,90**		
			333,0	**350,00**	**378,00**	**367,00**	**396,00**	**399,00**	**410,00**	**455,00**		**GPC**	**0,52**
												GTD	11828,83

ANEXO 10. Pesos diarios de residuos del estrato centros educativos

N°	Nombre del centro educativo	Número de personas	PESO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS POR EL ESTRATO "CENTROS EDUCATIVOS" DE LA PARROQUIA URBANA CATAMAYO										
			DÍA REPRESENTATIVO	Miércoles	Jueves	Viernes	lunes	martes	miercoles	jueves	Total	Promedio	GPC/ESTABLECIMIENTO/DÍA
1	UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO	1815	100,00	89,32	122,00	120,00	78,87	100,10	98,00	102,00	**710,29**	101,47	0,06
2	UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL PADRE JULIO MARIA MATOVELLE	615	55,00	62,45	60,00	72,00	59,00	66,12	61,34	65,25	446,16	63,7371429	0,10
3	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA GABRIELA MISTRAL N°1	729	50,00	55,64	53,00	63,00	49,34	52,90	55,07	64,00	392,95	56,1357143	0,08
4	UNIDA EDUCATIVA EMILIANO ORTEGA ESPINOZA	1283	85,00	73,54	67,65	60,32	78,98	81,20	69,15	74,54	505,38	72,1971429	0,06
5	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA CORONEL AUGUSTO WITT AÑAZCO	44	20,00	18,00	27,00	25,00	20,00	23,00	22,00	21,87	156,87	22,41	0,51
6	ESCUELA PARTICULAR SEMILLITAS DEL SABER	41	18,00	20,00	22,32	19,75	19,82	18,97	21,00	19,75	141,61	20,23	0,49
TOTAL		**4527**	**328,00**	**318,95**	**351,97**	**360,07**	**306,01**	**342,29**	**326,56**	**347,41**		**GPC**	**0,25**
PROMEDIO			**0,07**	**0,07**	**0,08**	**0,08**	**0,07**	**0,08**	**0,07**	**0,08**		**GTD**	**1888,21**

ANEXO 11. Pesos diarios de residuos del estrato centros de salud y animal

N°	Número de clientes	Nombre del centro de salud	PESO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN "CENTROS DE SALUD HUMANA Y ANIMAL" DE LA PARROQUIA URBANA CATAMAYO (kg/día)										
			Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Lunes	Martes	Miercoles	TOTAL	PROMEDIO	GPC/cliente
1	50	Centro de Salud Catamayo	5,05	5,08	7,08	6,15	4,65	4,67	4,00	4,50	36,13	5,16	0,10
2	5	Veterinaria Mis Animalitos	0,52	0,50	0,95	0,78	0,75	0,65	0,70	0,65	4,98	0,71	0,14
3	15	Almacén veterinario	5,00	3,40	3,00	2,00	3,50	3,00	2,50	3,00	20,40	2,91	0,19
4	8	Vet-Salud	0,75	1,55	0,85	1,20	1,29	1,36	0,98	0,89	8,12	1,16	0,15
5	7	Veterinaria La Primavera	0,80	0,56	0,75	0,85	0,55	0,76	0,85	0,80	5,12	0,73	0,10
6	10	Veterinaria San Francisco	1,5	1,75	2,00	3,00	1,00	1,30	1,55	1,00	11,60	1,66	0,17
TOTAL	95		13,62	12,84	14,63	13,98	11,74	11,74	10,58	10,84		GPC	0,14
			0,1433684	0,1351579	0,154	0,1471579	0,1235789	0,1235789	0,1113684	0,1141053	86,35	GTD	13,54

ANEXO 12. Composición física de los residuos sólidos del estrato provisión de alimentos

COMPOSICIÓN FÍSICA DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ESTRATO PROVISIÓN DE ALIMENTOS																
Tipo de residuos	**Día 1**		**Día 2**		**Día 3**		**Día 4**		**Día 5**		**Día 6**		**Día 7**		**TOTAL**	
	Peso	**%**	**Peso**	**%**	**Peso**	**%**	**Peso**	**%**	**Peso**	**%**	**Peso**	**%**	**Peso**	**%**		**%**
Orgánicos	45,35	90,58	45,56	90,58	45,98	91,99	44,67	88,63	46,00	91,56	46,39	92,08	47,28	93,85	45,89	91,32
Cartón y pape	0,22	0,44	0,68	1,35	0,55	1,10	0,74	1,47	0,55	1,09	0,65	1,29	0,87	1,73	0,61	1,21
Plásticos	2,00	3,99	2,72	5,41	2,44	4,88	3,54	7,02	2,50	4,98	2,69	5,34	1,78	3,53	2,52	5,02
Metales	0,23	0,46	0,00	0,00	0,09	0,18	0,20	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,15
Vidrio	0,72	1,44	0,10	0,20	0,43	0,86	0,35	0,69	0,04	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,47
Especiales	0,68	1,36	0,46	0,91	0,31	0,62	0,29	0,58	0,38	0,76	0,54	1,07	0,45	0,89	0,44	0,88
Textil	0,49	0,98	0,00	0,00	0,05	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,08	0,15
Material de construcción	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Polietileno	0,04	0,07	0,24	0,48	0,04	0,07	0,05	0,10	0,23	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,17
Tetrapack	0,34	0,68	0,54	1,07	0,10	0,20	0,56	1,11	0,54	1,07	0,10	0,20	0,00	0,00	0,31	0,62
Total	**50,07**	**100,00**	**50,30**	**100,00**	**49,99**	**100,00**	**50,40**	**100,00**	**50,24**	**100,00**	**50,38**	**100,00**	**50,38**	**100,00**	**50,25**	**100,00**

ANEXO 13. Composición física de los residuos sólidos del estrato domiciliario

COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL ESTRATO DOMICILIARIO																
Tipo de residuos	**Día 1**		**Día 2**		**Día 3**		**Día 4**		**Día 5**		**Día 6**		**Día 7**		**TOTAL**	**%**
	Peso	**%**	**Peso**	**%**	**Peso**	**%**	**Peso**	**%**	**Peso**	**%**	**Peso**	**%**	**Peso**	**%**		
Orgánicos	31,75	63,36	33,00	66,00	32,56	65,21	33,40	67,01	33,54	66,75	34,00	69,11	33,80	69,45	33,15	66,68
Cartón y papel	3,17	6,33	2,27	4,54	3,87	7,75	3,45	6,92	3,84	7,64	3,67	7,46	2,96	6,08	3,32	6,68
Plásticos	4,98	9,94	4,08	8,16	5,08	10,17	4,20	8,43	5,00	9,95	4,40	8,94	4,15	8,53	4,56	9,16
Metales	1,36	2,71	1,56	3,12	0,55	1,10	0,55	1,10	0,89	1,77	0,65	1,32	0,49	1,01	0,86	1,74
Vidrio	2,00	3,99	2,27	4,54	2,60	5,21	1,10	2,21	1,56	3,10	0,70	1,42	0,93	1,91	1,59	3,21
Especiales	3,00	5,99	3,54	7,08	3,43	6,87	2,70	5,42	3,73	7,42	3,35	6,81	3,78	7,77	3,36	6,76
Textil	3,19	6,37	2,12	4,24	1,05	2,10	3,00	6,02	0,00	0,00	0,50	1,02	0,43	0,88	1,47	2,96
Material de construcción	0,21	0,42	0,00	0,00	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,14	0,00	0,00	0,04	0,09
Polietileno	0,35	0,70	0,28	0,56	0,42	0,84	0,57	1,14	0,69	1,37	0,63	1,28	0,58	1,19	0,50	1,01
Tetrapack	0,10	0,20	0,88	1,76	0,35	0,70	0,87	1,75	1,00	1,99	1,23	2,50	1,55	3,18	0,85	1,72
Total	**50,11**	**100,00**	**50,00**	**100,00**	**49,93**	**100,00**	**49,84**	**100,00**	**50,25**	**100,00**	**49,20**	**100,00**	**48,67**	**100,00**	49,71	94,23

ANEXO 14. Composición física de los residuos sólidos del estrato centros educativos

COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL ESTRATO CENTROS EDUCATIVOS																
Tipo de residuos	**Día 1**		**Día 2**		**Día 3**		**Día 4**		**Día 5**		**Día 6**		**Día 7**		**TOTAL**	**%**
	Peso	**%**	**Peso**	**%**	**Peso**	**%**	**Peso**	**%**	**Peso**	**%**	**Peso**	**%**	**Peso**	**%**		
Orgánicos	27,75	54,15	28,00	55,53	27,00	53,74	33,40	64,88	28,89	56,94	29,00	57,54	28,31	55,66	29	56,94
Cartón y papel	7,25	14,15	5,00	9,92	6,25	12,44	3,45	6,70	5,12	10,09	6,20	12,30	7,00	13,76	6	11,33
Plásticos	4,53	8,84	5,00	9,92	4,98	9,91	4,20	8,16	4,65	9,16	4,45	8,83	4,65	9,14	5	9,13
Metales	0,04	0,08	0,00	0,00	0,25	0,50	0,55	1,07	0,00	0,00	0,50	0,99	0,20	0,39	0	0,43
Vidrio	1,45	2,83	1,50	2,98	3,98	7,92	2,10	4,08	3,21	6,33	1,67	3,31	1,54	3,03	2	4,35
Especiales	2,00	3,90	1,87	3,71	1,20	2,39	3,00	5,83	2,00	3,94	2,35	4,66	2,00	3,93	2	4,06
Textil	0,00	0,00	0,50	0,99	0,05	0,10	0,00	0,00	0,05	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,17
Polietileno	2,69	5,25	2,32	4,60	1,55	3,09	1,00	1,94	2,43	4,79	2,00	3,97	1,76	3,46	2	3,87
Tetrapack	5,54	10,81	6,23	12,36	4,98	9,91	3,78	7,34	4,39	8,65	4,23	8,39	5,40	10,62	5	9,72
Material de construcción	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Total	**51,25**	**100,00**	**50,42**	**100,00**	**50,24**	**100,00**	**51,48**	**100,00**	**50,74**	**100,00**	**50,40**	**100,00**	**50,86**	**100,00**	**50,77**	**100,00**

ANEXO 15. Proyección futura de generación de residuos sólidos

Nº	Año	Población proyectada	GPC proyectada Kg/hab/día	Cantidad de residuos kg/día
0	2020	22703	0,620	14075,9
1	2021	23189	0,626	14520,9
2	2022	23685	0,632	14969,0
3	2023	24192	0,638	15434,5
4	2024	24710	0,644	15913,0
5	2025	25238	0,650	16405,0
6	2026	25779	0,656	16910,7
7	2027	26330	0,662	17430,6
8	2028	26894	0,668	17965,0
9	2029	27469	0,674	18514,2
10	2030	28057	0,680	19078,8
11	2031	28657	0,687	19687,7
12	2032	29271	0,693	20284,6
13	2033	29897	0,699	20898,1
14	2034	30537	0,705	21528,5
15	2035	31190	0,712	22207,6
16	2036	31858	0,719	22905,8
17	2037	32540	0,726	23623,8
18	2038	33236	0,733	24362,0
19	2039	33947	0,740	25121,0
20	2040	34674	0,800	27739,0

ANEXO 16. Entrevista detallada

A continuación, se detalla la información proporcionada por el alcalde, jefe del departamento de Gestión Ambiental y técnico encargado del departamento de Gestión ambiental, debido a que sus respuestas dadas coincidieron se han descrito sus dos versiones en conjunto.

El municipio de Catamayo cuenta con un modelo de manejo de residuos sólidos, el mismo inicia desde la recolección domiciliaria y se los dirige directamente al relleno sanitario, el tratamiento que se le da a los mismos consiste en su pesaje diario por medio de báscula, y se los vierte en la celda de vaciado cubriéndolos con capas de tierra, este proceso se lo lleva a cabo a través de maquinaria del municipio tres veces por semana. El GAD municipal Catamayo actualmente cuenta con una ordenanza leve (Anexo 3), la misma manifiesta que se debe realizar la clasificación de residuos, también menciona sanciones del 5% de remuneración básica unificado por su incumplimiento o por disponer inadecuadamente la basura en calles públicas, pero no se está aplicando tal ordenanza, brindan el servicio de recolección y barrido a todos los sectores de la parroquia urbana Catamayo la recolección la realizan 6 veces por semana, en un horario de 07H00-09H00 para los barrios aledaños a la zona céntrica y de 09H00-12H00 para los barrios más alejados, el barrido se realiza diariamente en todas las calles del sector urbano de lunes a domingo desde las 04H00-09H00 esta actividad lo realizan 3 operarios contratados y de 07H00 -12H00 se integran 8 operarios permanentes, siendo un total de 11 operarios que realizan el barrido de calles. El municipio cuenta con 3 carros recolectores Mercedes Benz, con torva para almacenar mayor cantidad de residuos recolectados, en cada carro recolector van 3 operarios, un chofer y dos ayudantes que recolectan los residuos. En cuanto a capacitaciones implementadas por parte del GAD municipal han existido campañas sobre el manejo de RSU y cuidado del ambiente manejado en anteriores y actual administración dirigidas a estudiantes y población en general, los trabajadores se encuentran debidamente capacitados por parte del departamento de salud y seguridad ocupacional y el departamento de gestión ambiental en cuanto a horarios de recolección, prevenciones y tratamiento que deben dar a la población. Existen proyectos de separación de residuos en fuente, sin embargo, aún no han sido implementados, el último proyecto sobre clasificación de residuos fue hace 4 años en donde se entregó a la población recipientes plásticos diferenciados (verde y negro). Las calles y mercado de la parroquia urbana Catamayo no cuentan con recipientes para depositar los residuos, solamente existen dos contenedores para ferias libres.

Se cobra a la población por el servicio del manejo de residuos directamente en las planillas de agua el costo del mismo depende del consumo de agua que tenga cada casa, es decir, si una persona consume mayor cantidad de agua paga más por el servicio de manejo de RSU, siendo el costo mínimo de 1 dólar con 20 centavos por cada $15m^3$ de consumo de agua.

- **En cuanto al diseño y planificación del vertedero**

El vertedero está en funcionamiento desde el año 2005 y está planificado para 5 años más de vida útil, no existe generación de lixiviados, solamente se presentan en temporada invernal, se han realizado estudios sobre el manejo de lixiviados durante la segunda auditoría de cumplimiento, los mismos arrojaron resultados de inexistencia de percolación. Las personas recicladoras se manejan directamente por medio de un convenio, el mismo les obliga a elaborar con materiales de seguridad guantes mascarilla, botas puntas de acero, en caso de incumplimiento tiene sanciones según la ordenanza del convenio que se han establecido conjuntamente con el municipio y personas recicladoras, las celdas de bioseguridad se encuentran con drenaje sin ningún inconveniente. Existen plantas de compostaje y lombricultura, sin embargo, las mismas no se encuentran en funcionamiento debido a que no existe clasificación de residuos, las celdas de disposición final, celdas emergentes y cunas perimetrales y celda de disposición de residuos peligrosos cuentan con geomembrana geotextil. Los residuos biopeligrosos provenientes de centros de salud y veterinarias se recolectan tres días por semana, lunes, miércoles y viernes, luego son trasladados hacia el relleno sanitario ingresando por la báscula y se vierten en la celda de vertido de residuos peligrosos añadiendo capas de tierra y cal 1 ves por semana (viernes). Dentro de las normas establecidas en el manejo de residuos peligrosos incluye en disponer los residuos biológicos patológicos en fundas rojas, mientras que los cortopunzantes en recipientes plásticos. Los materiales reciclables como cartón y plástico los recicladores lo venden y únicamente el 40% de ganancia de cada venta se dirige al municipio el mismo que lo utilizan en el mantenimiento de la banda transportadora y pago de luz de las instalaciones, las llantas las mantienen en un área de almacenamiento con cubierta y se las reutiliza en proyectos manuales ya sea del relleno o para requerimiento de la población.

Entrevista al ingeniero al encargado del relleno sanitario de Catamayo

Catamayo cuenta con un modelo de manejo de residuos sólidos el mismo se lleva acabo de la siguiente manera: la recolección la realizan 6 días por semana en todos los barrios de la zona urbana

del cantón, desde las 07H00- 12H00, esta actividad lo realizan dos operarios y un chofer, en los 3 carros recolectores, dos de ellos son mercedes Benz y se encuentran en mal estado, su capacidad es de 16 yardas el otro carro recolector es pequeño de marca Hino, se desconoce su capacidad, cubren la recolección de residuos de 5 barrios del área urbana. Por otra parte, existe el servicio de barrido de calles, el mismo lo realizan en la parte central de la ciudad, y con poca frecuencia en calles retiradas a la zona céntrica, se han implementado campañas de concientización, sin embargo la falta de una ordenanza adecuada y severa hace que las actividades de concientización no den resultados en la reducción de residuos y mejoramiento del manejo de los mismos, existe una ordenanza que establece sanciones del 5% de remuneración económica ante incumplimientos de malos hábitos, como desechar la basura en vías públicas, y otros lugares inadecuados. No existen proyectos sobre separación de residuos en fuente. El GAD municipal cobra por el manejo de residuos sólidos a la población en las planillas de agua, el costo varía de acuerdo al consumo del servicio básico.

- **En cuanto al diseño y planificación del vertedero**

El vertedero del cantón Catamayo fue diseñado en el año 2005 por parte del municipio y consejo provincial, tiene una vida útil de 20 años, no existe un control de lixiviados, los mismos se evaporan por motivos de altas temperaturas, en un 80%, la fosa de lixiviados tiene tuberías y cajas de revisión construidas con tubos PVC de 6 y 4 pulgadas. La presencia de las personas recicladoras no beneficia al municipio en alto porcentaje debido a que del total de una venta únicamente el 40% pasa al municipio. Existen plantas de lombricultura y compostaje, pero no se realizan abonos, debido a su mal diseño y por la falta de clasificación de residuos. La cubierta final de la celda de vertido lo realizan vertiendo tierra, la compactan únicamente cuando hay disposición de maquinaria.

Entrevista a la encargada del departamento de Higiene y seguridad

El municipio de Catamayo cuenta con un modelo de gestión de residuos sólidos, consiste en recolectar los residuos 6 a 7 veces por semana, luego son dirigidos hacia el relleno sanitario en donde le dan un tratamiento el cual consiste en cubrirlos con tierra, el departamento de higiene y seguridad se encarga del control, higiene y sanciones de acuerdo a normas establecidas, no son ejecutores de proyectos de manejo de residuos sólidos como tal, únicamente se encarga de su normal funcionamiento en cuanto al cumplimiento del servicio y de ordenanzas establecidas para

ferias libres, mercado y restaurantes, además, de capacitar al personal que labora en la recolección del servicio de recolección y barrido de calles y llamado de atención ante incumplimientos al departamento de gestión ambiental.

Entrevista al administrador del mercado

El carro recolector del municipio de Catamayo realiza la recolección de residuos con normalidad los 7 días de la semana en doble jornada, de 07H00 a 10H00 y de 14H00-16H00 el personal que labora en los diferentes puestos del mercado conocen el horario en el que deben sacar sus residuos, el GAD Municipal presta un servicio de barrido de calles el mismo que se realiza los 7 días de la semana, desconoce cuál es el tratamiento y disposición final de los residuos. No existe una ordenanza específica sobre el manejo de residuos sólidos en el mercado debido a que no existen proyectos de separación en fuente, sin embargo, existen otras ordenanzas que se manejan directamente con el departamento de higiene y seguridad en cuanto a limpieza de los puestos del mercado y correcta vestimenta de los trabajadores. El mercado no cuenta con contenedores para depositar la basura, sin embargo, las ferian libres si lo poseen. Las personas que laboran en cada puesto del mercado si han recibido capacitaciones por parte del municipio, el personal del área administrativa no. El municipio no cobra ningún valor por el manejo de residuos sólidos, las personas que laboran únicamente pagan el valor de 3 dólares por el puesto.

ANEXO 17. Resumen de encuestas

Nº	PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA	TOTAL %	
1	*Tipo de recipiente para almacenar los residuos*	Funda, costal, cartón Recipiente de metal Recipientes institucionales Distrito/GAD	77,31 0,47 22,22	100%
2	*Separación de residuos orgánicos e inorgánicos*	Si No Parcialmente	16,99 49,68 33,33	100%
3	*Realizan el barrido de calles públicas de la localidad*	Si No Desconoce	89,04 10,48 0,48	100%
4	*Frecuencia de barrido*	1-2/Sem 3-4/Sem 6-7/Sem Desconocen Nunca barren	22,38 7,78 59,84 0,48 9,52	100%
5	*Servicio de recolección de residuos*	Si	100,00	100%
6	*Horario de recolección de residuos*	07H00-10H00 10H00-12H00 Doble jornada 07H00-10H00/16H00-18H00	75,71 0,96 23,33	100%
7	*Frecuencia de recolección de residuos*	3-4/Semana 5-6/Semana 7/Semana	4,76 73,02 22,22	100%
8	*Problemas que presenta el servicio de recolección*	Horario Inadecuado Dejan caer RS en la vía Recorrido Ninguno	28,89 13,00 1,11 57,00	100%
9	*Qué hace con los residuos si no pasa el carro recolector*	Abono Esperar al carro recolector Relleno sanitario Quemar	0,95 77,94 19,68 1,43	100%
10	*Es adecuado el costo que paga por el manejo de residuos*	Si No Desconoce que cobran No paga	3,81 7,14 44,61 44,44	100%
11	*Ha recibido capacitaciones sobre el manejo de RSU por parte del GAD municipal*	Si No	23,97 76,03	100%
12	*Existen recipientes en las calles para depositar los residuos*	Si No	1,90 98,10	100%

13	*El GAD municipal sanciona económicamente por depositar inadecuadamente los residuos en la vía.*	No existe sanción Desconoce	35,08 64,92	100%
14	*Problemas que ha evidenciado por el inadecuado manejo de residuos*	Enfermedades Mal olor Presencia de Vectores Ninguno Afectación al paisaje/todas las anteriores	1,43 31,74 0,95 34,13 31,75	100%

ANEXO 18. Lista de chequeo

Diagnóstico	Cumplimiento		Observaciones
	Si	No	
¿Cuenta el relleno con una plataforma de maniobras para el vaciado de los residuos que llegan al lugar, antes de ir a la celda de relleno diario?		X	Los residuos son vaciados directamente a la celda de vertido
¿Cuenta el relleno con cunetas perimetrales para el manejo de las aguas lluvias, incluso en la plataforma del vaciado?		X	
¿Cuenta el relleno con material de cobertura y almacenamiento en cantidad suficiente para el uso diario?	X		Cubren los residuos no peligrosos con capas de tierra 3 veces por semana. Vida útil del relleno 25 años
¿Cuenta el relleno con filtros verticales o chimeneas para el manejo de los gases producto de la biodegradación de los residuos orgánicos?	X		Existen 6 chimeneas, 5 de ellas se encuentran por debajo de la superficie del suelo
¿Se realiza constante mantenimiento al relleno sanitario?		X	Únicamente en la planta de reciclaje, los recicladores se encargan de la limpieza.
¿Las celdas se encuentran impermeabilizadas con la geomembrana de alta densidad?	X		Existen 6 geomembranas en total.
¿Después del depositado se realiza la compactación?		X	Los residuos son compactados únicamente cuando hay disponibilidad de maquinaria.
¿Existe drenaje de lixiviados o líquidos percolados?		X	No han realizado mantenimiento al sistema de lixiviados, son inexistentes en la fosa de lixiviados, por lo que puede existir una percolación de los mismos.
¿Se está implementando un sistema de tratamiento de lixiviados?		X	No existe un plan de acción que permita mejorar el sistema de lixiviados
¿A dónde van los lodos generados por los lixiviados?		X	Las lluvias en Catamayo son esporádicas, por lo que la generación de lodos es poco frecuente, sin embargo, cuando se producen se quedan en la celda de vertido ya que no existe ningún sistema de tratamiento.
¿Se realiza compostaje?		X	Existen 15 camas en las plantas de compostaje y lombricultura, las mismas se encuentran sin funcionamiento porque se encuentran mal diseñadas sin un sistema de drenaje además, porque en Catamayo no clasifican los residuos.
¿Qué hacen con los gases producidos por la oxidación aeróbica de los compuestos orgánicos?		X	No existe un plan de acción que permita la mitigación de este impacto.

¿Existe planta de reciclaje en el relleno sanitario?	**X**		Se recicla cartón y plástico. Aproximadamente de una venta 40$ se destina al GAD Municipal.
¿Existe una zona establecida para la disposición de neumáticos usados?	**X**		Las llantas son utilizadas para proyectos manuales de la población.
¿Existe celdas para materiales especiales (Hospitalarios)?	**X**		Se encuentra impermeabilizada con geomembrana, su tratamiento consiste en adicionar tierra y cal, 1 vez por semana.
¿Cuentan con botiquín de primeros auxilios?	**X**		El botiquín no cumple con la normativa vigente, en cuanto a su localización y mantenimiento. No han sido cambiados hace 3 años.
¿Existen cercas vivas?		**X**	No se ha reforestado las áreas aledañas al vertedero.
¿El vertedero o relleno sanitario cuenta con licencia ambiental?	**X**		En el 2015 sacaron la segunda auditoría ambiental

ANEXO 19. Licencia Ambiental del relleno sanitario del cantón Catamayo

Ministerio del Ambiente

GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Oficio Nro. MAE-CGZ7-DPAL-2014-2121

Loja, 17 de diciembre de 2014

Asunto: Entrega de Licencia Ambiental "GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL CANTÓN CATAMAYO"

Señora
Janet del Cisne Guerrero Luzuriaga
Alcaldesa
GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN CATAMAYO
En su Despacho

Adjunto al presente sírvase encontrar Licencia Ambiental con Resolución N° 35-2014 de fecha 16 de diciembre del 2014, correspondiente al Estudio de Impacto y Plan de Manejo Ambiental del proyecto: ***"GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL CANTÓN CATAMAYO",*** *documento que contiene condicionamientos técnicos que deberán ser cumplidos de forma obligatoria conforme lo previsto en la Normativa Ambiental vigente.*

Atentamente,

COORDINACIÓN GENERAL ZONAL - ZONA 7
LOJA, EL ORO Y ZAMORA CHINCHIPE
DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE LOJA

Mgs. Carlos Antonio Espinosa González
COORDINADOR GENERAL ZONAL - ZONA 7 (LOJA, EL ORO Y ZAMORA CHINCHIPE) - DIRECTOR PROVINCIAL DE AMBIENTE DE LOJA

rt

GOBIERNO AUTONOMO MUNICIPAL DE CATAMAYO
RECIBIDO: Mario D.
FECHA: 23-12-2014
HORA: 15:45
SECRETARIA RECEPCIONISTA
Ext = 1636-14

I. MUNICIPIO DEL CANTÓN CATAMAYO
GESTION AMBIENTAL,ZA UD E HIGIENE MUNICIPAL
Recibido: Mario
Fecha: 29-12-2014
Hora: 11:19'
(F.) 113

Papel Ecológico

COORDINACIÓN GENERAL ZONA 7 (LOJA, EL ORO Y ZAMORA CHINCHIPE)
DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE LOJA
Sucre 04-55 entre Imbabura y Quito - Edificio Inda Piso 1 y 3
Loja – Ecuador
Código Postal: 110102
Telefax: (593 7) 2571534 / 2571125
www.ambiente.gob.ec

* Documento generado por Quipux

1/1

ANEXO 20. Fotografías del proceso de recolección de datos

Imagen 1. Aplicación de encuestas a la población por estratos

Imagen 2. Aplicación de entrevistas a las autoridades competentes

Imagen 3. Fundas etiquetadas para depositar los residuos

Imagen 4. Proceso de caracterización de residuos