



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PLAN PARA MEJORAMIENTO DEL TRANSPORTE Y VERTIDO DE RSU,  
CANTON EL GUABO, EL ORO

REASCO MACAS SAMANTHA MICHELLE  
INGENIERA CIVIL

MACHALA  
2019



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PLAN PARA MEJORAMIENTO DEL TRANSPORTE Y VERTIDO DE  
RSU, CANTON EL GUABO, EL ORO

REASCO MACAS SAMANTHA MICHELLE  
INGENIERA CIVIL

MACHALA  
2019



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

PLAN PARA MEJORAMIENTO DEL TRANSPORTE Y VERTIDO DE RSU, CANTON  
EL GUABO, EL ORO

REASCO MACAS SAMANTHA MICHELLE  
INGENIERA CIVIL

CARRILLO LANDIN ANGEL ANTONIO

MACHALA, 27 DE AGOSTO DE 2019

MACHALA  
27 de agosto de 2019

**Nota de aceptación:**

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado PLAN PARA MEJORAMIENTO DEL TRANSPORTE Y VERTIDO DE RSU, CANTON EL GUABO, EL ORO, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



---

CARRILLO LANDIN ANGEL ANTONIO  
0701210668  
TUTOR - ESPECIALISTA 1



---

AGUIRRE MORALES FREDY ALEJANDRO  
0701788283  
ESPECIALISTA 2



---

CABRERA GORDILLO JORGE PAUL  
0703092874  
ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: miércoles 21 de agosto de 2019 - 12:33

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** ReascoSamantha\_FIC\_UTMACHALA\_Complexivo.docx  
(D54786555)  
**Submitted:** 8/12/2019 4:02:00 PM  
**Submitted By:** sreasco\_est@utmachala.edu.ec  
**Significance:** 2 %

### Sources included in the report:

b6afdf31-e69d-4c35-8bcb-9e36bdf84d76

### Instances where selected sources appear:

2

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, REASCO MACAS SAMANTHA MICHELLE, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado PLAN PARA MEJORAMIENTO DEL TRANSPORTE Y VERTIDO DE RSU, CANTON EL GUABO, EL ORO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

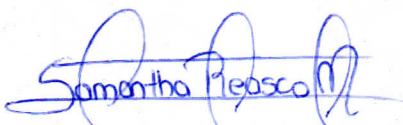
La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 27 de agosto de 2019



REASCO MACAS SAMANTHA MICHELLE  
0705823987

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto lo dedico principalmente a Dios, por haberme dado la vida y brindarme las fuerzas necesarias para culminar uno de los anhelos que más he deseado.

A mi madre, por ser el pilar fundamental, por su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera profesional, y hacer de mi lo que soy ahora una mujer humilde, fuerte, guerrera, segura de sí misma que debe de vencer todo obstáculo para conseguir lo que tanto desea.

A mi padre que cada día se esfuerza en su trabajo para darnos el estudio y convertirnos en lo que somos, sin el nada hubiera sido posible. Es un orgullo y privilegio ser su hija.

A mi queridos y adorados hermanos Melissa y Victor por siempre estar presente, acompañándome y por el apoyo moral, que supieron brindarme a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por todas sus bendiciones, a mis padres Marta y Guillermo por ser los principales promotores de mi sueño, por confiar y creen en mis expectativas, por los consejos, principios, valores que nos han inculcado desde pequeña.

A mi tutor Ing. Ángel Carrillo por impartirme sus conocimientos y guiarme en este largo camino con su paciencia y empeño.

A mis docentes por brindarme su conocimiento, prepararme académicamente, por compartir su experiencia, por su tiempo aún fuera del horario de trabajo, por su exigencia y sus consejos para poder enfrentarnos al mundo que nos espera y a mis compañeros que supieron apoyarme en toda circunstancia. A todos ellos gracias.



## RESUMEN

En la presente investigación se da a conocer la situación actual del Cantón El Guabo, en cuanto al sistema de recolección, transporte y vertido final de RSU; a nivel mundial el manejo de desechos sólidos ha representado un problema, debido a los altos volúmenes de desechos generados por los ciudadanos, los mismos que afectan a la salud y al medio ambiente.

Mediante encuestas, entrevistas y visitas in situ se obtuvo como resultado que el Cantón no cuenta con horarios establecidos, rutas bien definidas, ni la suficiente cantidad de camiones recolectores para abastecer la demanda de la ciudadanía, y un botadero a cielo abierto causando una severa contaminación ambiental.

Ante estas circunstancias se vio la necesidad de plantear un plan para mejoramiento del transporte y vertido de RSU del Cantón, planteando los siguientes programas: establecer horarios, mejorar las rutas existentes, adquirir 3 nuevos camiones recolectores con capacidad de recolección de 15.29m<sup>3</sup>, capacitar a los operarios y a la ciudadanía y poner en marcha el estudio realizado en el año 2014 por AME (Asociación de Municipalidades Ecuatorianas) por lo que se necesita de manera inmediata el cierre del botadero a cielo abierto, con el fin de mitigar el impacto ambiental.

**PALABRAS CLAVES:** Recolección, Transporte, Vertido Final, Desechos Sólidos Cielo Abierto.

## **ABSTRACT**

The current investigation unveils the current situation of Canton El Guabo, about the collection, transport and final dumping system of RSU; globally, solid waste management has been a problem, to the high volumes of waste generated by citizens, these affecting health and the environment.

Through surveys, interviews and visits was obtained as a result that of Canton El Guabo there are no set schedules, defined routes and not enough trucks to cater to the demand for citizens and an open rubbish dump causing severe environmental pollution.

In these circumstances, we saw the need to come up with a plan to improve transport and landfill of El Guabo, considering the following programs: set schedules, improve routes, buy three new collection trucks with collection capacity of 15.29 m<sup>3</sup>, teach operators and citizens and start the study conducted in the year 2014 by AME ( Association of Ecuadorian Municipalities) so it takes immediate need to close the open rubbish dump, to mitigate the environmental impact.

**KEYWORDS:** Collection, Transport, Final Pour, Solid Waste, Environmental impact

## CONTENIDO

DEDICATORIA	7
AGRADECIMIENTO	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUCCIÓN	14
2. DESARROLLO	16
2.1 MARCO TEÓRICO	16
2.1.1 DESECHOS SÓLIDOS	16
2.1.2 GENERACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS	16
2.1.3 DESECHOS SOLIDOS COMO UN PROBLEMA PÚBLICO	16
2.1.4 DESECHOS SÓLIDOS Y SU RELACIÓN CON LA SALUD Y EL AMBIENTE.	16
2.1.5 DESARROLLO SOSTENIBLE	16
2.1.6 TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA (TULSMA)	17
2.1.7 RESPONSABILIDAD DEL GAD	17
2.1.8 RECOLECCIÓN	18
2.1.9 TRANSFERENCIA Y TRANSPORTE	18
2.1.10 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PARA EL PERSONAL DE OBREROS QUE REALIZAN EL SERVICIO RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RSU.	18
2.1.11 VERTIDO FINAL	19
2.1.12 EFECTO INADECUADO DE EL USO DEL TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL	19
2.1.13 LIXIVIADO	19
2.1.14 TRATAMIENTO Y EVACUACIÓN FINAL DE RSU	19
2.1.15 RELLENO SANITARIO	19
2.2 MARCO CONTEXTUAL	20
2.2.1 ÁREA DE ESTUDIO	20
2.2.2 METODOLOGÍA	20
2.2.3 ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DEL GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN EL GUABO.	20
2.2.4 SITUACIÓN ACTUAL SOBRE EL TRANSPORTE Y VERTIDO FINAL DE LOS RSU DEL CANTÓN EL GUABO.	21
TRANSPORTE	22
2.2.5 CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS POR KG/HAB* <sup>DIA</sup>	24
2.2.6 ENCUESTAS	25
RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS	25
2.2.7 PROPUESTA DE UN PLAN PARA MEJORAMIENTO DEL TRANSPORTE Y VERTIDO DE RSU, CANTÓN EL GUABO, EL ORO.	27
3 CONCLUSIONES	28

4	BIBLIOGRAFIA _____	29
5	ANEXOS _____	32
	PROPUESTA TÉCNICA _____	56
1.1	TÍTULO DE LA PROPUESTA _____	56
1.2	INSTITUCIÓN EJECUTORA _____	56
1.3	UBICACIÓN _____	56
1.4	BENEFICIARIOS _____	56
1.5	ANTECEDENTES _____	56
1.6	JUSTIFICACIÓN _____	57
1.7	OBJETIVOS _____	58
1.7.1	OBJETIVOS GENERAL _____	58
1.7.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS _____	58
1.8	PLAN DE ACCIÓN _____	58
1.8.1	NÚMERO DE VEHÍCULOS Y ZONAS DE RECOLECCIÓN _____	59
1.8.2	COBERTURA DEL SERVICIO _____	60
1.8.3	NUEVAS RUTAS DE RECOLECCIÓN _____	60
1.8.4	HORARIOS _____	62
1.8.5	CAPACITACIÓN AL PERSONAL ENCARGADO DE LA RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y VERTIDO Y A TODA LA CIUDADANÍA _____	63
1.8.6	CIERRE ACTUAL BOTADERO DE BASURA _____	63
1.8.7	RELLENO SANITARIO _____	65

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Camiones Recolectores Existentes .....	21
Tabla 2 Categorización del actual botadero de basura según los impactos ambientales .	24
Tabla 3 Categorización de un botadero de basura .....	24
Tabla 4 Datos para ejecutar el plan de acción.....	58
Tabla 5 Distribución de camiones recolectores .....	59
Tabla 6 Factor de la Frecuencia de Recolección .....	60

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ubicación Geográfica del área de estudio del Cantón El Guabo.....	32
Anexo 2. Población y número de viviendas de la zona urbana del cantón El Guabo.....	33
Anexo 3. Cálculo de la población futura -Método Geométrico.....	34
Anexo 4 Organigrama estructural del GADM del Cantón El Guabo .....	35
Anexo 5. Rutas actuales de recolección de RSU del Cantón El Guabo .....	36
Anexo 6. Fotografías.....	37
Anexo 7 Peso Volumétrico de RSU realizado por AME Equipo Consultor .....	46
Anexo 8 Encuesta realizada a 33 personas de diferentes puntos de la zona Urbana de Cantón El Guabo.....	47
Anexo 9 Tabulaciones de la encuesta realizada a 33 personas de diferentes puntos de la zona urbana del Cantón el Guabo.....	51
Anexo 10 Propuesta Técnica .....	56

## LISTA DE ABREVIACIONES

RSU	Residuos Sólidos Urbanos
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
MAE	Ministerio del Ambiente del Ecuador
PPC	Producción Pér Capita
AME	Asociación de Municipalidades Ecuatorianas
TULSAM	Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente

## 1. INTRODUCCIÓN

En nuestro país así como en el resto del mundo presenta una gran preocupación por la cantidad de desechos sólidos que se produce diariamente, el aumento de la población a nivel regional y mundial es una de las causas principales que genera el aumento de RSU.

“Actualmente los cambios a nivel global ocasionan un desgaste ambiental, debido a una inadecuada organización en lo que respecta a la recolección, transporte y vertido final de los RSU”. [1]

Los GAD Municipales son los componentes encargados para velar por el bienestar de la salud y la protección del medio ambiente de su Cantón, ya que su responsabilidad es subsidiar desde la recolección hasta la disposición final de los residuos sólidos.

La recolección y transporte de los desechos sólidos, es un servicio básico para la población, la cobertura de este servicio se lo realiza en el área urbana y rural, después de ser recolectados son transportados para llegar a su destino final que es el botadero, el mismo que se encuentra en muy mal estado, los desechos se vierten directamente sobre el suelo, y producto de ello “genera una variedad de impactos potenciales para el medio ambiente, ya que los procesos naturales actúan de tal modo que dispersan los contaminantes y sustancias peligrosas por todos el ambiente”. [2]

En el año 2012 se realizó un estudio de cierre técnico, en el cual brindaron medidas a tomar sobre su cierre y operación, las mismas que no fueron tomadas en cuenta por las autoridades de turno, por esa razón desde sus inicios hasta la actualidad se lo ha tratado como un botadero de cielo abierto. [3]

En la actualidad el Cantón no cuenta con rutas adecuadas, ni horarios establecidos para la recolección, la cantidad de camiones recolectores son insuficientes para abastecer la demanda generada, lo cual ocasiona que la tolva de los mismos alcance su capacidad máxima, y al momento de realizar la compactación los desechos dispersen lixiviado durante su recorrido por las calles, dando lugar a la contaminación, siendo este un riesgo para la salud de los ciudadanos.

El presente trabajo tiene como objetivo general elaborar un plan para mejoramiento del transporte y vertido de RSU, mediante observación directa, entrevistas y encuestas para optimizar recursos y mitigar el impacto ambiental; y, como objetivos específicos: determinar el tipo de transporte actual de RSU del Cantón el Guabo; determinar la forma de vertido actual de RSU del Cantón el Guabo; proponer un plan para mejoramiento del transporte y vertido de RSU, Cantón el Guabo, El Oro.

## **2. DESARROLLO**

### **2.1 MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.1 DESECHOS SÓLIDOS**

Los residuos sólidos más conocidos como basura, usualmente producidos por las distintas actividades de los ciudadanos, los mismos que en algún punto se los califica como inútiles, indeseables o desechables, y estos no siempre generan un mal olor ya que dependerá de su origen y composición. [4]

#### **2.1.2 GENERACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS**

La generación de basura como normalmente es conocida, es producida por la ciudadanía general ocasionando un gran impacto en el medio ambiente, provocando distintos tipos de desechos como los que se clasifican como desechos no peligrosos, desechos peligrosos y desechos especiales. [5]

#### **2.1.3 DESECHOS SOLIDOS COMO UN PROBLEMA PÚBLICO**

Teniendo en cuenta que los desechos sólidos significan una problemática para la sociedad, los mismos que no han recibido una adecuada atención por parte de las autoridades competentes y por los ciudadanos para tratar de mejorar la situación relacionada a la recolección-transporte de desechos sólidos.[6]

#### **2.1.4 DESECHOS SÓLIDOS Y SU RELACIÓN CON LA SALUD Y EL AMBIENTE.**

La manipulación de los desechos sólidos se encuentra ligado con el ambiente y por tanto con la salud de los ciudadanos, el cual consigo trae muchas consecuencias, unas de ellas es la transmisión de enfermedades infecciosas; además representa un riesgo para quienes habitan alrededor de los vertederos de desechos sólidos, debido a los gases que se originan durante su proceso de descomposición.[7]

#### **2.1.5 DESARROLLO SOSTENIBLE**

Se considera desarrollo sostenible en el momento que el ser humano cumple con sus necesidades y deseos del presente, sin comprometer la capacidad económica y medio ambiental de seguir cumpliendo con ese objetivo en el futuro. [8]



## **2.1.6 TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA (TULSMA)**

### **PARAGRAFO IV**

#### **DE LA RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE**

**Art. 66.- De la recolección.-** Es responsabilidad de cada GAD Municipal el adecuado servicio de recolección evitando la contaminación del ambiente en las diferentes ciudades, teniendo en cuenta varios parámetros:

- Se lo podrá realizar mediante recolección manual, semi mecanizada y mecanizada, empleando alguno de estos métodos: de esquina, de acera, intra domiciliarios, de contenedores y los operarios durante el proceso de recolección deberán evitar dejar caer los residuos y esparcir lixiviado en la vía pública por donde realiza su ruta. [9]

**Art. 67.- Del transporte.-** El traslado de los desechos desde el lugar de recolección hasta el botadero de basura debe de cumplir con las siguientes instrucciones:

- Se debe de realizar una limpieza, desinfección y mantenimiento de los camiones recolectores y demás implementos utilizados en el transporte de RSU.
- Los equipos de transporte deberán ser apropiados al medio y a la actividad realizada. [9]

**Art. 75.- De la disposición final.-**Para elegir el sitio adecuado para la disposición final de los RSU, se realizará en base a un estudio técnico que deberá ser aprobado por parte de la Autoridad Ambiental, y los rellenos sanitarios, deberán cumplir lo establecido en la norma técnica emitida por la Autoridad Ambiental Nacional.[9]

### **2.1.7 RESPONSABILIDAD DEL GAD**

El GAD es la autoridad máxima responsable de velar por el bienestar de su población, la misma que se encarga de la limpieza pública y recolección-transporte de desechos sólidos hacia su evacuación final, contando con rutas de transporte específicas que abarque toda la ciudad en un horario predispuesto por el mismo, de esta manera se el GAD disminuye el impacto ambiental negativo que conlleva la interacción de los residuos sólidos.

En el **Texto Unificado de Legislación secundaria del ministerio del ambiente Art 57 literal g** nos dice que, es responsabilidad de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales eliminar los botaderos a cielo abierto existentes en el Cantón en el lapso establecido por la autoridad ambiental, mediante cierres técnicos avalados.[10]

### **2.1.8 RECOLECCIÓN**

“La recolección consiste en transportar los RSU desde su almacenamiento en la fuente generadora, hasta el camión recolector y luego trasladarlos hasta el sitio de vertido final”. [11]

**MÉTODO DE CONTENEDORES:** El sistema de contenedores es una medida para disminuir los costos de transporte de los desechos sólidos, de tal manera que se reducen las rutas de recolección contando con depósitos adecuados para la basura en puntos específicos, el deber de GAD es incrementar rutas de recolección para cubrir completamente la zona urbana y rural. [12]

### **2.1.9 TRANSFERENCIA Y TRANSPORTE**

Hay que tener en cuenta que su propósito principal es conservar la salud pública por medio de la transferencia y transporte de desechos sólidos a su evacuación final, el mismo que se maneja de una manera variada y a la vez depende de ciertas situaciones como por ejemplo: tipo de desechos, distancias a recorrer, estado de las vías de acceso, capacidad y número de camiones recolectores, etc. Siendo este un inconveniente para obtener una debida organización. [13]

#### **2.1.10 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PARA EL PERSONAL DE OBREROS QUE REALIZAN EL SERVICIO RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RSU.**

Los operadores que son los encargados de realizar el servicio de recolección y transporte de RSU deben utilizar los debidos equipos de protección personal, para evitar posibles riesgos laborales; tales como: [14]

- Overol o pantalón
- Camisa de color fosforescente con franjas de seguridad
- Mascarillas de protección de tela
- Protección auricular
- Botas de PVC
- Guantes de nitrilo
- Botines de cuero
- Gafas y copotín impermeable [14]

### **2.1.11 VERTIDO FINAL**

Esta es la última etapa del proceso del manejo de desechos sólidos, siendo esta la acción de depositar la basura en los sitios adecuados, hoy en día se efectúa este proceso a través de vertederos, los mismos que pertenecen a una instalación de ingeniería utilizada para la evacuación de los desechos.[15]

Los residuos maltratados en su evacuación final tienden a provocar un alto índice de enfermedades u otras afecciones crónicas para la salud del ser humano.[16]

### **2.1.12 EFECTO INADECUADO DE EL USO DEL TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL**

Es importante tener un adecuado manejo de los RSU, los mismos que ocupan un papel importante en los distintos factores ambientales, de tal manera que afecta directamente a la salud de los ciudadanos. Las personas más vulnerables ante esta situación son los recolectores y los separadores de RSU, los cuales mantienen un contacto directo con la basura que recogen para transportarla a su destino final.[17]

### **2.1.13 LIXIVIADO**

Se denomina Lixiviado a todo el líquido que es originado por precipitaciones pluviales, escorrentía, la humedad de la basura o por la propia descomposición de los residuos.[18]

### **2.1.14 TRATAMIENTO Y EVACUACIÓN FINAL DE RSU**

Una vez concluido el proceso de transferencia y transporte los RSU especialmente deben ser tratados para finalmente depositarlos en los lugares destinados para su evacuación final. El objetivo principal del proceso de tratamiento de RSU es reducir volumen y peso de los mismos.[7]

### **2.1.15 RELLENO SANITARIO**

Es una de las técnicas de disposición final de los desechos sólidos, además es económica en comparación con otras técnicas, se lo construye con las debidas precauciones evitando la contaminación ambiental y riesgos para la salud de los usuarios. Este método utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en una pequeña área, cubriéndola con capas de tierra a diario. [19]

## **2.2 MARCO CONTEXTUAL**

### **2.2.1 ÁREA DE ESTUDIO**

El cantón El Guabo se encuentra en la provincia de El Oro, posee una superficie de 498Km<sup>2</sup>, a una distancia de 18km de Machala la capital de la provincia, cuenta con cinco parroquias, cuatro rurales (La Iberia, Rio Bonito, Tendales, Barbones) y una urbana siendo esta la más extensa y la cabecera cantonal (El Guabo). (Ver Anexo1)

Según el Instituto nacional de estadística y censo (Inec 2010) el censo de población y vivienda el Cantón El Guabo, específicamente la cabeza cantonal tiene una población de 29.980 habitantes y 7.897 viviendas. (Ver anexo 2)

Para calcular la población futura se utiliza el método geométrico el cual nos da como resultado está por 34.279 habitantes. (Ver anexo 3)

### **2.2.2 METODOLOGÍA**

A continuación se describe la metodología empleada para la obtención de información la misma que se realizó de la siguiente manera:

- Se detectó las falencias que existe en el sistema de recolección, transporte y vertido de RSU en el Cantón El Guabo, mediante la aplicación de las herramientas de encuestas en cada barriada, entrevistas con el jefe del departamento de sanidad local, seguimiento de una ruta y observación in situ.
- Se describió el área de estudio, estimación de la cantidad de residuos que se genera, cobertura del servicio, estado y número de unidades de recolección y disposición final.
- Se utilizó información mediante revistas científicas, tesis, libros e internet para el mejoramiento del sistema actual.

### **2.2.3 ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DEL GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN EL GUABO.**

Se considera que todos los municipios deben contar con las autoridades competentes que busquen el desarrollo sustentable del mismo para mejorar la calidad de vida y el cuidado del ornato de la ciudad.[20]

El municipio del Cantón el Guabo cuenta con un departamento de Obras públicas en el

cual se deriva un área de Sanidad Local y desechos sólidos el mismo que es representado por el Ing. José Herrera. (Ver anexo 4)

## 2.2.4 SITUACIÓN ACTUAL SOBRE EL TRANSPORTE Y VERTIDO FINAL DE LOS RSU DEL CANTÓN EL GUABO.

### SISTEMA DE RECOLECCIÓN

En el cantón El Guabo la recolección de desechos sólidos lo realiza el GAD municipal, el método que se aplica actualmente es el de acera, el mismo que cuenta con 3 rutas en la zona urbana y 2 rutas en la zona rural, el recorrido de recolección que se lleva a cabo en el área urbana son 2 veces por semana y en la zona céntrica del cantón todos los días en un horario no establecido adecuadamente.

#### RUTA 1

Calle Pasaje desde Panamericana a Panamericana hasta el monumento. (Ver Anexo 5)

#### RUTA 2

Desde calle Pasaje de panamericana a panamericana a monumento General Serrano (Ver Anexo 5)

#### RUTA 3

Desde la Calle boca toma hasta Pontazgo Viejo. (Ver Anexo 5)

En el cantón existen 3 camiones recolectores de los cuales 2 recorren la zona urbana y 1 la zona rural.

MARCA	AÑO	TIPO	SISTEMA DE COMPACTACIÓN	CAPACIDAD TON	ESTADO
<b>Kenworth T-300</b>	S/N	Sis.De Volteo	Si	9	Bueno
<b>Internacional</b>	S/N	Sis.De Volteo	Si	9	Regular
<b>Internacional</b>	1979	Sis.De Volteo	Si	S/N	Bueno

*Tabla 1 Camiones Recolectores Existentes*

Fuente: Elaboración Propia.

Actualmente la falta de unidades de recolección de basura se considera una problemática al no cubrir las necesidades de todos los guabeños, por lo tanto esto ocasiona que la tolva de los camiones sobrepasen su capacidad de recolección, los mismos que al compactarse originan lixiviado a lo largo de las rutas de recolección. (Ver Anexo 6 Fotográfico 1)

Al no existir un horario de recolección fijo, los usuarios depositan la basura en las veredas a cualquier hora del día, ocasionando un mal aspecto en el ornato a la cabecera cantonal. (Ver Anexo 6 Fotográfico 2)

## **TRANSPORTE**

Una vez recolectados los desechos se los lleva a su vertido final, el cual se encuentra ubicado en la Vía Guayaquil en el sector del Antiguo Pontazgo hacia el interior de la Hda. Río Salado, a 3 Km aproximadamente al noreste de la población de El Guabo, este botadero tiene un área aproximada de 1.88 Ha.[3] (Ver Anexo 6 Fotográfico 3)

El acceso hacia el sitio, es un camino lastrado y de tierra que cuando llueve se hace lodo, el botadero se encuentra entre dos bananeras, cercano la carretera principal y junto al canal de riego. (Ver Anexo 6 Fotográfico 4)

## **DISPOSICIÓN FINAL**

El vertido de los RSU se realiza a cielo abierto, se conoce que un vertedero a cielo abierto es el lugar donde se evacuan los residuos sólidos a cielo abierto en manera no controlada sin recibir un tipo de tratamiento sanitario.[21]

## **SITUACIÓN ACTUAL DEL BOTADERO DE BASURA**

En la entrevista el Ing. José Herrera manifestó que el actual botadero del Cantón tiene un funcionamiento de aproximadamente 25 años. (Ver Anexo 6 Fotográfico 5)

Al momento de ingresar el camión recolector vierte los desechos de una manera desordenada y es por esa razón que el botadero se encuentra en una situación crítica por la saturación de basura al no contar con medidas de mitigación y los debidos tratamientos, este botadero se encuentra directamente sobre el suelo, manteniendo una forma alargada, aproximadamente de 300m por 52m, con taludes de residuos a los lados de alturas entre 2 a 4m. [22](Ver Anexo 6 Fotográfico 6)

Se conoce que en el año 2014 luego de seguir con la problemática de disposición final y después de recibir notificaciones del MAE para el mejoramiento de las condiciones del sitio de disposición final, se decide formar la mancomunidad Guabo – Ponce Enríquez, para localizar un terreno conjunto para la implantación y construcción de un relleno sanitario, en el cual se pueda depositar los desechos de ambos cantones, el mismo que hasta la actualidad no se lo ha realizado.[3]

## CATEGORIZACIÓN DEL BOTADERO DE BASURA SEGÚN LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Se procedió a evaluar los impactos ambientales que ocasiona el botadero actual de basura del cantón se tomó en consideración la “Guía Técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos del Perú”. [23]

IMPACTOS AMBIENTALES		
SUELO	CONDICIÓN	PUNTUACIÓN
Área ocupada por los residuos	> 1 ha	1,0
	< 1 ha	0.0
Tipo de residuo	Industrial	1.0
	Municipal	0.0
Incompatibilidad de uso de suelo	Si	1.0
	No	0.0
Presencia de lixiviados	Si	1.0
	No	0.0
AIRE		
Presencia de Biogás	SI	1.0
	No	0.0
Quema de residuos	Si	1.0
	No	0.0
Presencia de olores desagradables	Si	1.0
	No	0.0
AGUA		
Presencia de lixiviados	Si	1.0
	No	0.0
FLORA		
Daños a la vegetación	Si	1.0
	No	0.0
FAUNA		
Proliferación de fauna nociva	Si	1.0
	No	0.0
Alteración de la fauna terrestre o acuática	Si	1.0
	No	0.0
Patrimonio cultural y natural		
Cerca o en sitios de patrimonio histórico religioso y turístico	Si	1.0
	No	0.0
Cerca o en áreas de reserva o protección natural	Si	1.0
	No	0.0
SUBTOTAL		9.5
ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS Y DE SALUD		
Presencia constante de grupos humanos	Si	4.0
	No	0.0
Riesgo a la salud de los grupos humanos que viven en la zona o en los alrededores	Si	4.0
	No	0.0
Riesgo de contaminación de animales de consumo humano	Si	4.0
	No	0.0

<b>Afectación de otras actividades (socioeconómicas, turísticas, etc.)</b>	Si	4.0
	No	0.0
	<b>SUBTOTAL</b>	12
	<b>TOTAL</b>	21.5

Tabla 2 Categorización del actual botadero de basura según los impactos ambientales

Fuentes: (CEPIS/OPS, 2004)

La Puntuación de los impactos ambientales y aspectos socioeconómicos y de salud del botadero del Cantón El Guabo es de 21.5/30 puntos, equivalente al 71.66% lo cual lo podemos categorizar de acuerdo a la tabla siguiente:[23]

<b>CUADRO DE CATEGORIZACIÓN DE UN BOTADERO</b>		
<b>Clausura del botadero</b>	<b>TOTAL %</b>	<b>CATEGORIZACIÓN</b>
	71-100	Alto Riesgo
<b>Conversión del botadero</b>	31-70	Moderado Riesgo
	05-30	Bajo Riesgo

Tabla 3 Categorización de un botadero de basura

Fuentes: (CEPIS/OPS, 2004)

De acuerdo al cuadro de categorización de un botadero se puede definir que es de ALTO RIESGO el mismo que necesita urgentemente la clausura del mismo.

## **2.2.5 CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS POR KG/HAB\*DIA**

A partir de la información proporcionada por los GAD Municipales, entre el 2014 y 2016 no se observan diferencias significativas de la PPC. En este sentido, en Ecuador un habitante de la zona urbana en promedio produce alrededor de 0,58 Kg al día.[24]

Si estimamos que la producción per cápita aumente en un 1% anual, entonces para el año 2019 tendremos que en la zona urbana del Cantón tendremos: **0.59 Kg/hab\*día.**

### **PRODUCCIÓN DÍA:**

Finalmente una vez que se obtiene la PPC, se determinará la cantidad de RSU que se genera en el cantón El Guabo, se procede a usar la siguiente ecuación:

$$C.R.S = P.P.C * P_o$$

### **DONDE:**

C.R.S= Cantidad de Residuos Sólidos



P.P.C= Tasa per cápita

Po= Población actual

$$C.R.S = \left( \frac{0.59kg}{hab} * dia \right) * 34279 hab$$

$$C.R.S = 20.22 Ton * dia$$

### **PESO VOLUMÉTRICO RSU**

Los consultores de AMECUADOR realizaron el estudio del peso volumétrico en la zona Urbana del cantón es de: 159.01 Kg/m<sup>3</sup>. (Ver Anexo 7)

### **CAPACIDAD DEL VEHÍCULO RECOLECTOR:**

Se procede a calcular la capacidad del vehículo de recolector con el que cuenta la zona Urbana del Cantón.[14]

$$C = V * Pv$$

#### **DONDE:**

C = Capacidad de Vehículos

V= Volumen del compactador del camión recolector

Pv= Peso volumétrico compactado

$$C = 15.29m^3 * 159.01 kg/m^3$$

$$C = 2431.26 kg$$

La capacidad que tiene el vehículo de recolección del Cantón es **de 2431.26 kg.**

### **2.2.6 ENCUESTAS**

Se refiere a encuesta a un método de investigación, dirigida a un determinado grupo de personas para obtener una información verídica.[25]

La encuesta estuvo dirigida a personas mayores de edad, serios y responsables, la misma contiene fecha, dirección, número de habitantes en el hogar, edad y 13 preguntas que a continuación se ilustran los resultados obtenidos con información verídica sobre la situación actual del transporte y vertido de RSU del cantón. (Ver Anexo 8)

### **RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS**

Se puede observar la tabulación de los resultados obtenidos de cada una de las preguntas de la encuesta con sus gráficas correspondientes. (Ver anexo 9)

**1.- ¿Recibe usted el servicio de limpieza pública?**

El 90% de las personas que realizaron la encuesta cuenta con el servicio de limpieza pública, y el 10% no recibe este servicio.

**2.- ¿Cuántas veces a la semana usted desecha la basura?**

El 3.03% de las Personas desecha la basura 1 sola vez en la semana, el 9.09% 5 veces a la semana, el 27.27% 6 veces a la semana y el 60.61% los 7 días de la semana.

**3.- ¿Qué opina de la labor municipal con respecto al transporte de la basura?**

El 35.33% de las personas opinan que es regular, el 27.27% que es mala y el 39.39% que es pésimo.

**4.- ¿Considera usted que algunos de los siguientes problemas se den en el sistema de recolección de basura?**

El 23.53% considera por falta de unidades de transporte, el 7.06% por personal mal capacitado, el 22.35% que no recolectan todo, el 5.88% no tienen cortesía los operarios, el 22.35% no tienen horario fijo, el 7.06% a veces el horario es inadecuado y el 11.76% tienen una mala organización.

**5.- ¿Usted se encuentra satisfecho con el número de recorridos de transporte de basura que pasa por su localidad?**

El 88% de personas no se encuentran satisfechos con el número de recorridos del camión recolector y el 12.1% si está de acuerdo ya que es la zona céntrica y el camión recolector pasa todos los días.

**6.- ¿Qué días en la semana pasa el camión recolector?**

El 10.45% me respondieron el día lunes, el 14.93% el día martes, el 23.88% el día miércoles, 13.43% el día jueves, el 11.94% el día viernes, el 17.91% el día sábado y el 7.46% el día domingo.

**7.-¿Está de acuerdo con esos días? ¿O que días sugiere usted que pase el camión recolector?**

El 88 % no está de acuerdo con los días que pasa el camión recolector y el 12.10% si está de acuerdo. El 13.95% de las personas encuestadas sugieren que el día lunes, el 17.44% el día martes, el 10.47% el día miércoles, el 19.77% el día jueves, el 8.14% el día viernes, el 12.79% el día Sábado y el 17.44% el día domingo.

**8.-¿A qué hora pasa el camión recolector?**

El 42.11% de las personas encuestadas nos informaron que pasa por la mañana, el 23.68% en el medio día, el 18.42% en la tarde y el 15.79% en la noche.

**9.- ¿Está de acuerdo en ese horario? ¿OCuál sería el horario factible para usted?**

El 93.94% no está de acuerdo con el horario que pasa el camión recolector, el 13.79% sugirió que sería factible en las mañanas, el 75.86% por la tarde y el 10.34% noche.

**10.- ¿Dónde deposita usted la basura para que el camión recolector la recoja?**

El 78.79% de las personas respondieron frente de su domicilio o lugar de trabajo, el 3.03% en algún lugar específico, el 12.12% en las esquinas y el 6.06% lo queman o lo botan a la zanja de agua.

**11.- ¿Ha escuchado usted de alguno de estos métodos de recolección de basura?**

El 100% de las personas encuestadas solo conocen el método de camión recolector de basura.

**12.- ¿Sabe usted cuál es el destino final de su basura?**

El 93.94% si tiene conocimiento cual es el destino final de la basura, mientras que el 6.06% no tiene conocimiento.

**13.- ¿Cómo califica usted el estado actual del botadero de basura?**

El 9.09% lo califica como regular el estado actual del botadero de basura, el 27.27% como malo y el 63.64% como pésimo.

**2.2.7 PROPUESTA DE UN PLAN PARA MEJORAMIENTO DEL TRANSPORTE Y VERTIDO DE RSU, CANTÓN EL GUABO, EL ORO.**

Los avances científicos y tecnológicos velan por averiguar alternativas de tratamiento, por ser más difícil su degradación por medios naturales debido a las altas cantidades de RSU generados. [26]

Un incorrecto manejo de los desechos sólidos genera problemas de saneamiento ambiental, constituyen una de las más serias amenazas para la salud de la población y el medio ambiente. El volumen de basura en la actualidad ha llegado a ser seriamente un problema desde su almacenamiento, recolección, transporte hasta su destino final. [19]

La propuesta de un plan para mejoramiento del transporte y vertido de RSU a emplearse en este proyecto está destinada a abastecer todas y cada una de las necesidades que tienen los guabeños de la zona urbana, teniendo claras las falencias que existen en la actualidad, los mismos que se vieron reflejados en los resultados de las encuestas, entrevistas y en observación directa in situ. (Ver Anexo 10)

### **3 CONCLUSIONES**

- El método de recolección que actualmente se aplica es el de acera, se detalló las 3 rutas existentes en la zona urbana, no cuenta con un horario de recolección fijo para el transporte de RSU, existen 2 camiones recolectores, siendo este un grave problema al no abastecer la demanda que produce la ciudadanía.
- El vertido actual de RSU, es a cielo abierto, depositado de una manera desordenada, durante 25 años aproximadamente y se encuentra en una situación crítica por la saturación de basura al no contar con medidas de mitigación y los debidos tratamientos.
- Se propuso un plan para mejoramiento del transporte y vertido de RSU, mediante la implementación de rutas adecuadas, horarios establecidos, adquisición de 3 camiones recolectores, y poner en marcha el estudio realizado en el año 2014 por AME.

#### 4 BIBLIOGRAFIA

- [1] Javier Raúl Romero Roa, “Manejo integral de residuos sólidos en la Escuela Nacional de Carabineros,” *Rev. Logos, Cienc. Tecnol.*, vol. 3, no. 2, 2012.
- [2] J. A. P.-F. Juan M. Bermúdez-Torres and L. H.-N. y M. Benítez-Fonseca, “Metodología para el diagnóstico participativo sobre el manejo de residuos solidos en un centro urbano de Santiago de Cuba,” *Cienc. en su PC*, vol. 1, no. 3, 2018.
- [3] Ms. I. M. C. P. Consultor, “Informe de Diagnóstico y Factibilidad del Cierre Técnico del Botadero de El Guabo,” *AMECUADOR*, 2014.
- [4] A. Reyes Curcio, N. Pellegrini Blanco, and R. E. Reyes Gil, “El reciclaje como alternativa de manejo de los residuos sólidos en el sector minas de Baruta, Estado Miranda, Venezuela Recycling as alternative for solid waste management in Minas of Baruta, estado Miranda, Venezuela,” *Rev. Investig. N°*, vol. 86, no. 39, 2015.
- [5] A. M. C. y N. M. Moreira, “DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL PARQUE HISTÓRICO GUAYAQUIL,” *Ciencias la Vida*, vol. 26, no. 2, 2017.
- [6] Nancy and Jiménez, “El residuo: producto urbano, asunto de intervención pública y objeto de la gestión integral,” *Cult. y Represent. Soc.*, vol. 11, no. 22, pp. 158–192, 2017.
- [7] U. Zulia, G. Urdaneta, A. Joheni, and U. Zulia, “Manejo de Residuos Solidos en América Latina y el Caribe,” *Choice Rev. Online*, vol. 44, no. 03, pp. 44-1347-44–1347, 2015.
- [8] A. Silva Naranjo, C. Morán Montalvo, C. Cárdenas Zambrano, J. Macuy Calle, and J. Behr Gutiérrez, “La inflación y el ingreso de los recolectores de desechos sólidos inorgánicos reciclables de la ciudad de Guayaquil,” *Retos*, 2015.
- [9] Asamblea Nacional del Ecuador, “Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente, TULSMA,” *Regist. Of. Edición Espec. 2 31-mar.-2003*, no. 3399, pp. 1–578, 2003.
- [10] Asamblea Nacional Ecuador, “Acuerdo No. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria,” *Acuerdo No. 061 Reforma Del Libr. Vi Del Texto Unificado Legis. Secund.*, p. 80, 2015.
- [11] J. A. A.-M. E. J. Z. Aguilar, “Mejora del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos empleando herramientas SIG: un caso de estudio,” *Ingeniería*, vol. 19, no. 2, pp. 118–128, 2015.

- [12] M. A. Alvarado Lagunas, Elías; Rodríguez Medina, Oscar; Vázquez Zacarías, “Evaluación socioeconómica del manejo de residuos sólidos urbanos en Huimanguillo, Tabasco,” *Soc. y Ambient.*, vol. 1, no. 9, pp. 45–72, 2016.
- [13] M. Onelia and L. Martha, “Metodología Para El Ordenamiento De Los Residuos Sólidos Domiciliarios,” *Cienc. en su PC*, no. 1, pp. 15–29, 2016.
- [14] LIDA NATALIA YÉPEZ CEPEDA, ““OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS EN LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA – PROVINCIA DE COTOPAXI.”” p. 139, 2015.
- [15] J. M. Romero-cuero, J. R. Calderón-maya, and A. M. Marmolejo-uribe, “Lineamientos Base para Elaborar un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en Ixtlahuaca , Estado de México Base Guidelines for Developing a Comprehensive Plan,” *Quivera*, vol. 18, pp. 89–115, 2016.
- [16] H. D. O. R. Mery Esperanza Ruiz Guajala, Elsy Marcela Álvarez Jimenez, “MANEJO INTEGRAL DE DESECHOS SÓLIDOS EN LOS PRINCIPALES BARRIOS DE UN GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL,” *Rev. Digit. Medio Ambient. “Ojeando la Agenda,”* no. 47, 2017.
- [17] G. C. Guerra Herrera and F. Yaulema, “Plan de manejo de residuos sólidos para la cabecera cantonal de Santiago de Píllaro,” *Ciencias*, vol. Bachelor, p. 233, 2014.
- [18] Gobierno Autónomo Descentralizado del Canton Pastaza, “Estudio De Impacto Ambiental Del Proyecto Manejo Integral De Desechos Solidos Del Canton Mera,” p. 152, 2014.
- [19] M. C. Araya, “Sistema de manejo de desechos sólidos en el cantón de san ramón,” *Rev. las Sedes Reg.*, vol. 2, no. 2–3, pp. 173–187, 2001.
- [20] R. Aceves-garc and R. A. Garc, “EasyChair Preprint Integral Approach in the Solution of Problems in the Management of Urban Solid Residues Enfoque Integral en La Soluci ´ on De Problemas en La Gesti ´ on De Residuos S ´ olidos Urbanos,” 2018.
- [21] Pilar Tello Espinoza-Evelyn Martinez-Diego Daza-Martin Soulier-Horacio Terraza, “Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en américa Latina y el Caribe 2010,” *Organ. Panamericada la Salud*, p. 164, 2011.
- [22] DENNIS ANDRÉS MALDONADO RIVERA, “MANEJO MANCOMUNADO DE RESIDUOS SÓLIDOS COMO UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA

SU DISPOSICIÓN FINAL. CASO DE ESTUDIO GADs MUNICIPALES EL GUABO Y CAMILO PONCE ENRIQUEZ,” 2015.

- [23] Conam - Ministerio de salud DIGESA, “Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos,” 2004.
- [24] GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS, “Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales Contenido,” p. 28, 2016.
- [25] F. S. López P., “Metodología De La Investigación Social Cuantitativa. 1ª ed. Barcelona-España: Editorial; año,” *Metodol. La Investig. Soc. Cuantitativa*, pp. 4–41, 2015.
- [26] C. O. N. Chávez Porras Álvaro<sup>1</sup>, Pinzón Uribe Luis Felipe<sup>2</sup>, “Fitorremediación como un proceso de descontaminación para lodos de lixiviado provenientes de rellenos sanitarios,” *Semilleros*, vol. III, no. 5, pp. 87–92, 2016.
- [27] I. M. C. P. MSC, “Declaración de impacto ambiental gestión integral de desechos solidos de la mancomunidad del guabo y camilo ponce enriquez,” p. 270, 2014.
- [28] I. C. E. ALARCON., “PLAN DE CIERRE PARA LOS BOTADEROS DE BASURA A CIELO ABIERTO DEL CANTÓN YAGUACHI - PROVINCIA DEL GUAYAS - ECUADOR,” p. 308, 2012.
- [29] F. De La Torre, “INFORME PARA CIERRE TECNICO DEL BOTADERO Y DISEÑO DE CELDA EMERGENTE DEL CANTÓN BOLÍVAR,” p. 132, 2014.
- [30] TULSMA, “Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente Libro VI, Anexo 6: Norma e Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de desechos Sólidos no peligrosos,” *Tulsma*, p. 45, 2010.

## 5 ANEXOS



### Anexo 1. Ubicación Geográfica del área de estudio del Cantón El Guabo.





**Fuente:** Gobierno Provincial Autónomo de El Oro



## Anexo 2. Población y número de viviendas de la zona urbana del cantón El Guabo

		 <b>ECUADOR CUENTA CON EL INEC</b>			
<a href="http://www.ecuadorencifras.com">www.ecuadorencifras.com</a> <a href="http://www.inec.gov.ec">www.inec.gov.ec</a>		<a href="http://www.ecuadorencifras.com">www.ecuadorencifras.com</a>			
<b>Título</b>					
<b>POBLACIÓN POR SEXO, SEGÚN PROVINCIA, PARROQUIA Y CANTÓN DE EMPADRONAMIENTO</b>					
Provincia	Nombre del Cantón	Nombre de la Parroquia	Sexo		
			Hombre	Mujer	Total
	EL GUABO		Hombre	Mujer	Total
		BARBONES (SUCRE)	3,054	2,653	5,707
		EL GUABO	15,580	14,400	29,980
		LA IBERIA	1,883	1,826	3,709
		RIO BONITO	2,953	2,523	5,476
		TENDALES	2,916	2,221	5,137
		<b>Total</b>	<b>26,386</b>	<b>23,623</b>	<b>50,009</b>

		 <b>ECUADOR CUENTA CON EL INEC</b>										
<a href="http://www.ecuadorencifras.com">www.ecuadorencifras.com</a> <a href="http://www.inec.gov.ec">www.inec.gov.ec</a>		<a href="http://www.ecuadorencifras.com">www.ecuadorencifras.com</a>										
<b>Título</b>												
<b>TOTAL DE VIVIENDAS PARTICULARES CON PERSONAS PRESENTES POR TIPO DE VIVIENDA, SEGÚN PROVINCIA, CANTÓN Y PARROQUIA DE EMPADRONAMIENTO</b>												
Provincia	Nombre del Cantón	Nombre de la Parroquia	Área Urbana	Tipo de la vivienda							Total	
				Casa/Vivienda	Departamento en casa o	Cuarto(s) en casa de	Mediagu	Rancho	Covacha	Choza		Otra vivienda
	EL GUABO	BARBONES (SUCRE)	Total	662	4	5	33	17	3	2	1	727
			Casa/Vivienda	1,150	34	119	77	92	20	-	3	1,495
			Área Rural	1,150	34	119	77	92	20	-	3	1,495
			Total	1,150	34	119	77	92	20	-	3	1,495
		EL GUABO	Casa/Vivienda	4,173	322	815	226	261	38	1	10	5,846
			Área	1,427	68	185	127	200	39	2	3	2,051
			Área Rural	1,427	68	185	127	200	39	2	3	2,051
			Total	5,600	390	1,000	353	461	77	3	13	7,897
		LA IBERIA	Casa/Vivienda	660	32	92	81	115	6	1	-	987
			Área Rural	660	32	92	81	115	6	1	-	987
			Total	660	32	92	81	115	6	1	-	987
		RIO BONITO	Casa/Vivienda	1,127	22	25	70	135	13	1	3	1,396
			Área Rural	1,127	22	25	70	135	13	1	3	1,396
			Total	1,127	22	25	70	135	13	1	3	1,396
		TENDALES	Casa/Vivienda	937	41	73	117	137	27	1	6	1,339
			Área Rural	937	41	73	117	137	27	1	6	1,339
			Total	937	41	73	117	137	27	1	6	1,339

**Fuente:** Instituto nacional de estadística y censo (Inec) censo de población y vivienda

### **Anexo 3. Cálculo de la población futura -Método Geométrico**

Este método es el más aproximado a la realidad, es aplicable a poblaciones comerciales, industriales y mineras. Se lo determinó para estimar la población que se obtendrá en el año 2019.

$$P_f = P_a(1 + r)^n$$

**Donde:**

PF = Población futura.

Pa = Población actual de diseño.

r = Índice anual de crecimiento.

n = Periodo de diseño considerado.

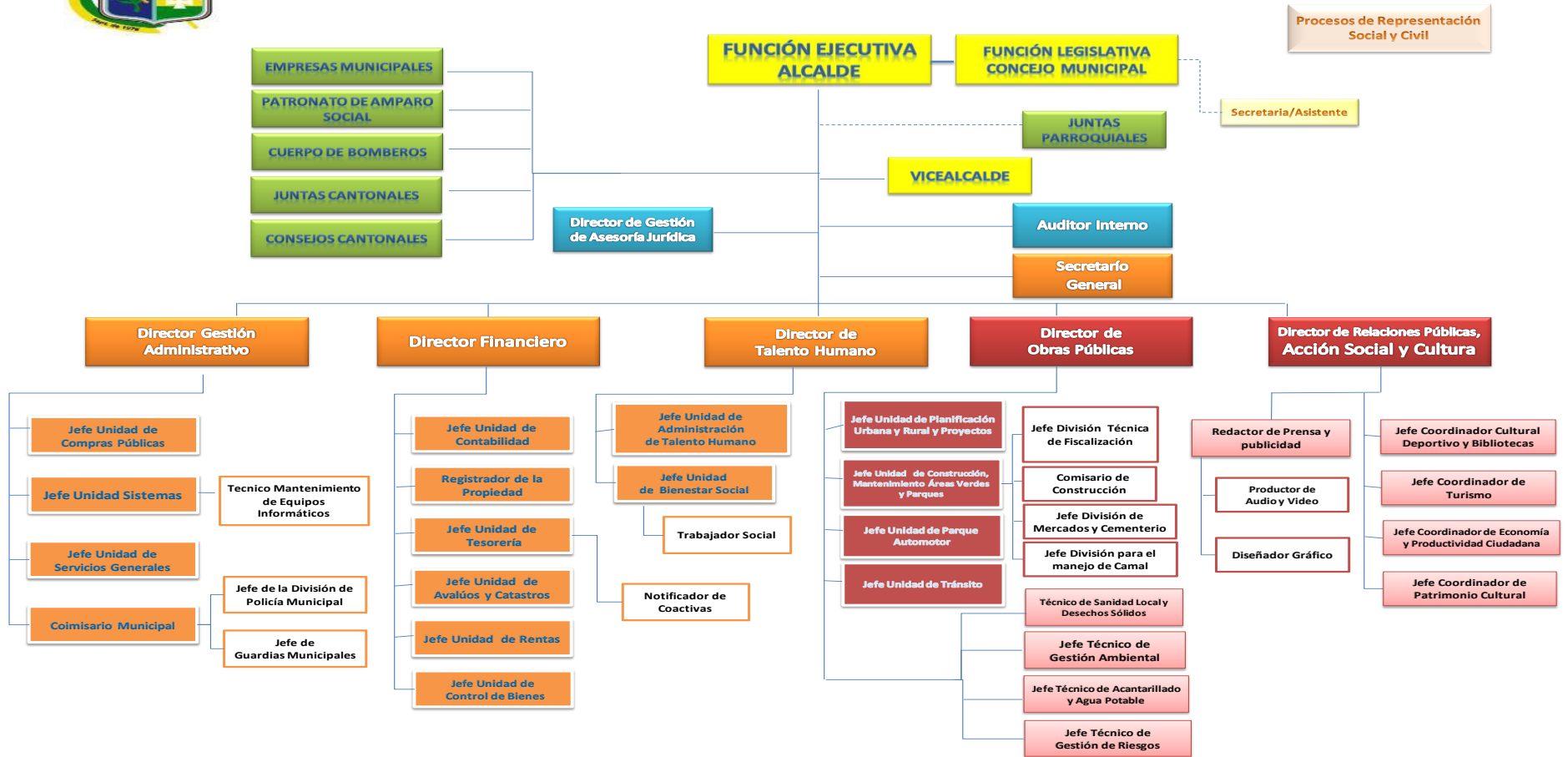
$$P_f = 29.980(1 + 0.015)^9$$

$$P_f = 34.279hab$$

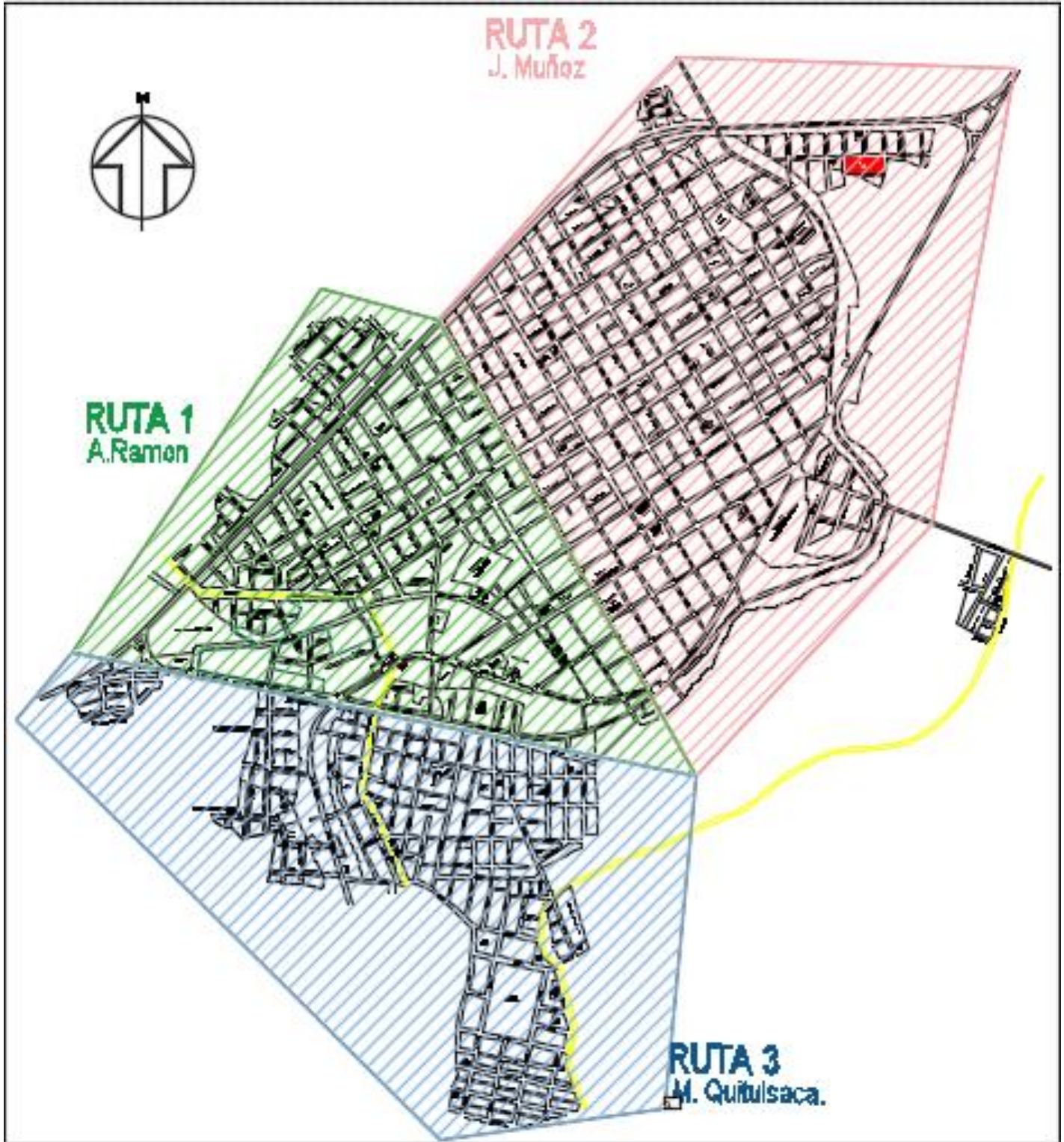
# Anexo 4 Organigrama estructural del GADM del Cantón El Guabo



## ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN EL GUABO



Anexo 5. Rutas actuales de recolección de RSU del Cantón El Guabo



## Anexo 6. Fotografías

### Anexo Fotográfico 1

#### Generación de Lixiviados en las rutas de recolección.



Lixiviado en la Vía de Teniente Ledesma



Lixiviado en la vía Panamericana Sur

## Anexo Fotográfico 2

### Basura depositada en las veredas



Av. Sucre.



Callejón 6



Vía Panamericana



Calle Carchi y Av. del Ejército



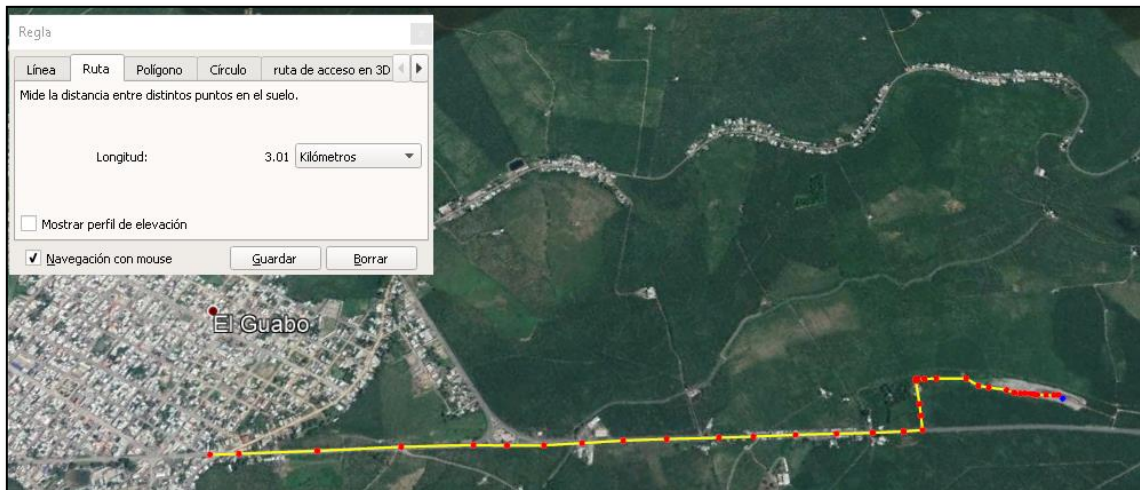
Cdla Los Pinos

### Anexo Fotográfico 3

#### Ubicación de la evacuación final de los desechos basura



#### Ubicación de Evacuación Final de RSU



Se encuentra a 3km del Cantón.

## Anexo Fotográfico 4

Vía de acceso hacia el sitio de evacuación final de los desechos sólidos





## Anexo Fotográfico 5

**Entrevista con el Ing José Herrera Jefe del departamento Gestión Ambiental y Sanidad Local.**



## Anexo Fotográfico 6

**Camión Recolector vertiendo los desechos sólidos en el botadero.**





**Anexo Fotográfico 7**

**Visita al botadero de basura**







## Anexo 7 Peso Volumétrico de RSU realizado por AME Equipo Consultor



### PESO VOLUMÉTRICO DE DESECHOS SÓLIDOS



TIPO DE GENERADOR:	DOMICILIAR URBANO
Responsable de la determinación:	FAMIL
Zona de estudio:	EL GUABO
Capacidad del Recipiente (A) m <sup>3</sup>	0,074
Tara del Recipiente (B) Kg.	1,77

Fecha	No.	Peso Bruto ( C ) Kg.	Peso Neto (D= C-B) Kg.	Peso volumétrico de los Desechos Sólidos (D/A) Kg./m <sup>3</sup>
10/01/2014	1	14,0	12,2	165,41
	2	13,0	11,2	151,89
	3	11,0	9,2	124,84
	4	10,0	8,2	111,31
	5	15,0	13,2	178,94
11/01/2014	1	15,0	13,2	178,94
	2	19,0	17,2	233,04
	3	16,0	14,2	192,47
	4	11,0	9,2	124,84
	5			
12/01/2014	1	23,0	21,2	287,14
	2	12,0	10,2	138,36
	3	11,0	9,2	124,84
	4			
	5			
13/01/2014	1	8,0	6,2	84,26
	2	11,0	9,2	124,84
	3	16,0	14,2	192,47
	4	15,0	13,2	178,94
	5			
14/01/2014	1	14,0	12,2	165,41
	2	13,0	11,2	151,89
	3	10,0	8,2	111,31
	4			
	5			
<b>PROMEDIO</b>		13,53	11,76	<b>159,01</b>

Fuente: Equipo Consultor

**Peso Volumétrico de desechos sólidos =159.01 kg/m<sup>3</sup>**

## Anexo 8 Encuesta realizada a 33 personas de diferentes puntos de la zona Urbana de Cantón El Guabo

 <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA</b> <b>UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b>							
<b>PROYECTO PRÁCTICO DE LA MODALIDAD EXAMEN COMPLEXIVO</b> <b>PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO CIVIL</b>							
ENCUESTA REALIZADA PARA UN PLAN DE TRANSPORTE Y EVACUACION DE RSU CANTON EL GUABO, EL ORO							
<b>NOMBRE DEL ENCUESTADOR:</b>	Samantha Michelle Reasco Macas						
<b>DIRECCIÓN DOMICILIO:</b>	<b># PERSONAS</b>						
<b>FECHA:</b>							
<b>HORA:</b>							
<b>EDAD DEL ENCUESTADO:</b>							
<b>1.- ¿Recibe usted el servicio de limpieza pública?</b>							
Si <input type="text"/>	No <input type="text"/>						
<b>2.- ¿Cuántas veces a la semana usted desecha la basura?</b>							
1	2	3	4	5	6	7	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<b>3.- ¿Que opina de la labor municipal con respecto al transporte de la basura?</b>							
Excelente	<input type="text"/>	Regular	<input type="text"/>				
Bueno	<input type="text"/>	Malo	<input type="text"/>				
Pesimo	<input type="text"/>						
<b>4.- ¿Considera usted que algunos de los siguientes problemas se den en el sistema de recolección de basura?</b>							
Falta de Unidades de Transporte	<input type="text"/>	No tienen horario fijo	<input type="text"/>				
Personal mal capacitado	<input type="text"/>	Horario inadecuado	<input type="text"/>				
No recolectan todo	<input type="text"/>	Mala Organización	<input type="text"/>				
Falta de cortesía	<input type="text"/>	Otros	<input type="text"/>				
Indique:	_____						
<b>5.- ¿Usted se encuentra satisfecho con el numero de recorridos de transporte de basura que pasa por su localidad?</b>							
Si <input type="text"/>	No <input type="text"/>						
<b>6.- ¿Qué días en la semana pasa el camion recolector?</b>							
Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	No Pasa
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>7.- ¿Esta de acuerdo con esos días? ¿O que días sugiere usted que pase el camion recolector?</b>							
Si <input type="text"/>	No <input type="text"/>						
Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	No Pasa
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>8.- ¿A que hora pasa el camión recolector?</b>							
Mañana	Medio Día	Tarde	Noche				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				

**9.-Esta de acuerdo en ese horario ¿OCuál seria el horario factible para usted?**

Si  No

Mañana	Medio Dia	Tarde	Noche
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**10.- ¿Dónde deposita usted la basura para que el camion recolector la recoja?**

Frente de su domicilio o lugar de trabajo  En las esquinas

En algun especifico  Otros

Indique: \_\_\_\_\_

**11.- ¿Ha escuchado usted de alguno de estos metodos de recolección de basura?**

Camion recolector  Contenedores

Metodo de las esquinas  Otros

Indique: \_\_\_\_\_

**12.- ¿Sabe usted cual es el destino final de su basura?**

Si  No

**13.- ¿Cómo califica usted el estado actual del botadero de basura?**

Excelente  Regular

Bueno  Malo

Pesimo

**Fuente:** Elaboración Propia



REALIZANDO LA ENCUESTA A LOS CIUDADANOS.



Av. Del Ejercito



Cdla Los Pinos



Carchi y Av. Del Ejercito



Cdla Los Artesanos

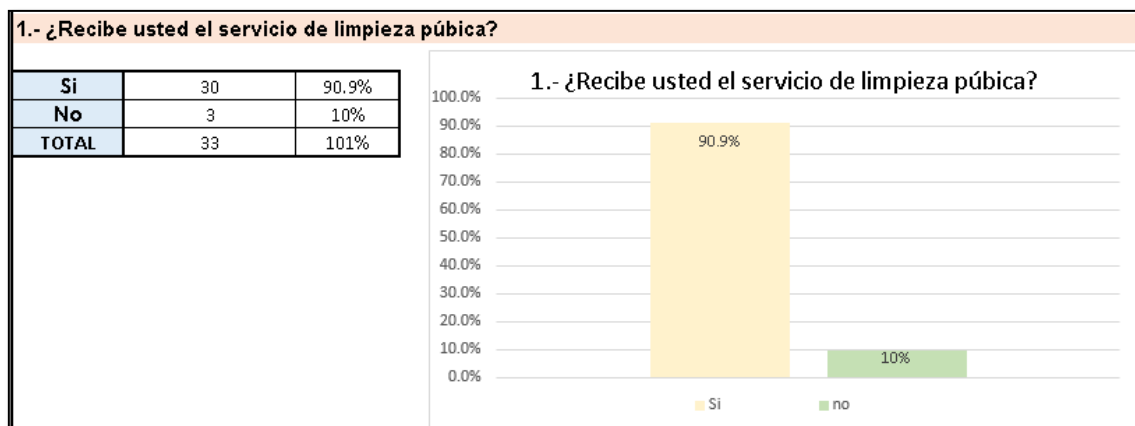


Barrio 20 de Enero

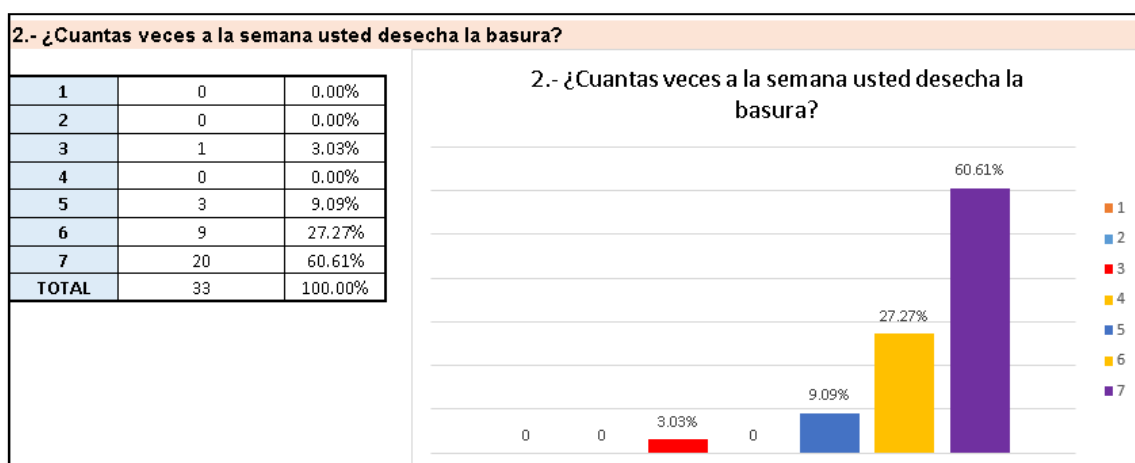


Barrio Rumiñahui

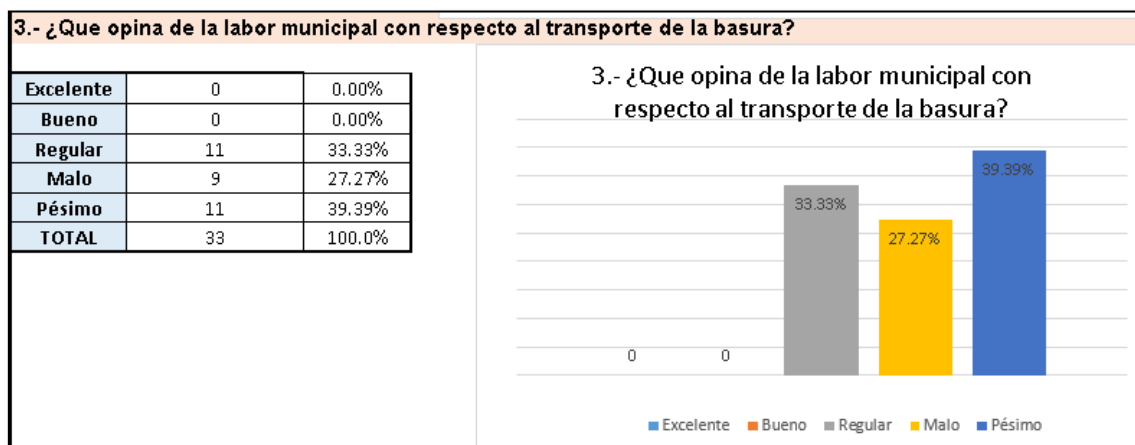
**Anexo 9 Tabulaciones de la encuesta realizada a 33 personas de diferentes puntos de la zona urbana del Cantón el Guabo.**



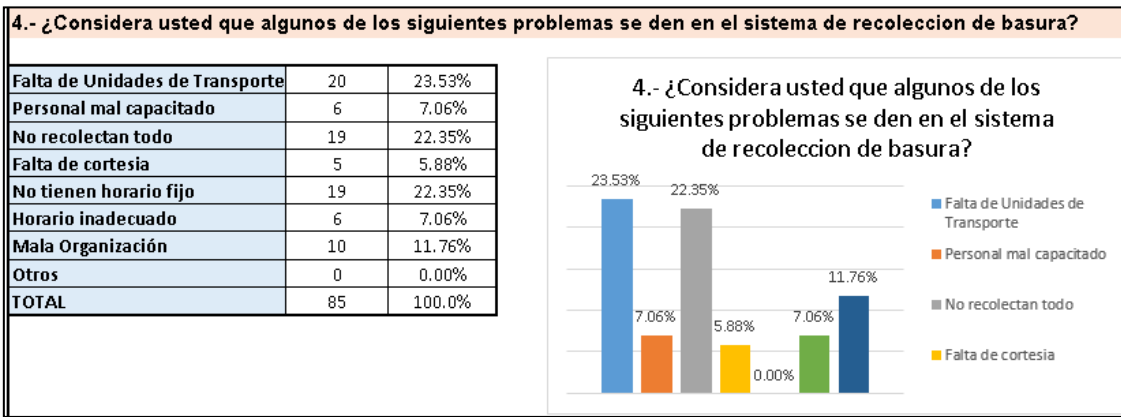
**Fuente:** Elaboración Propia



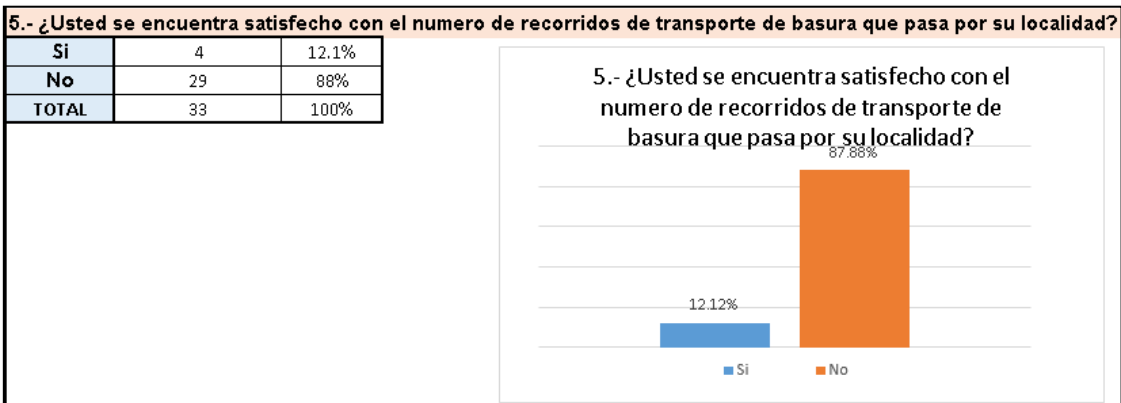
**Fuente:** Elaboración Propia



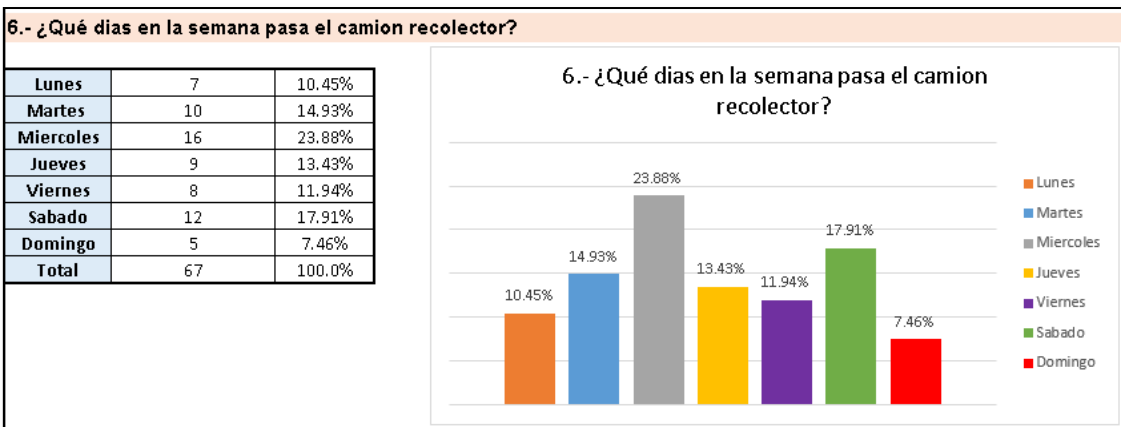
**Fuente:** Elaboración Propia



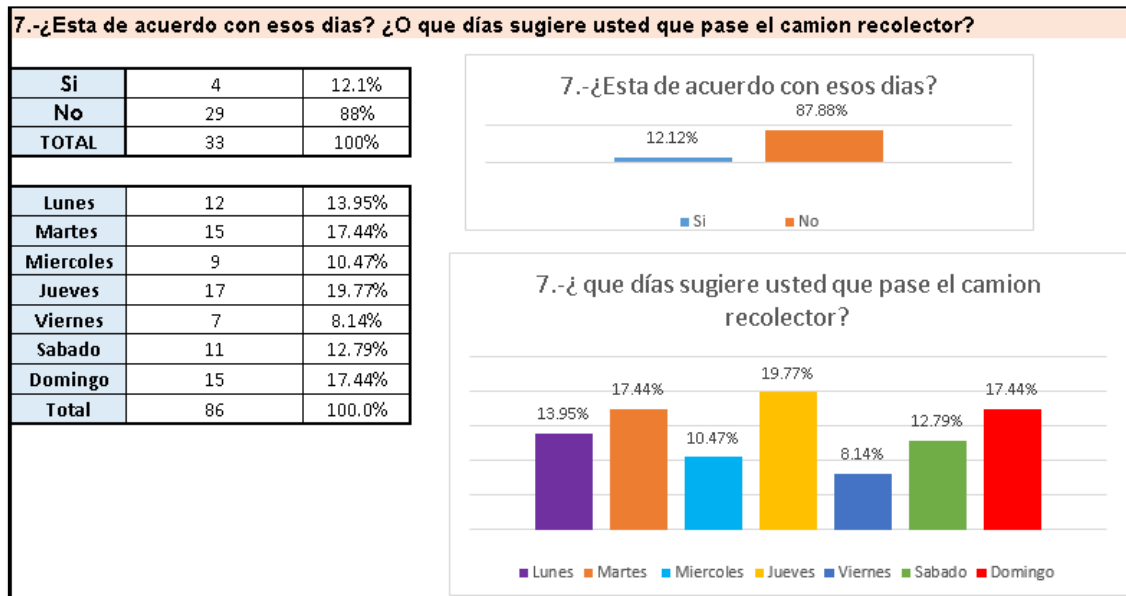
Fuente: Elaboración Propia



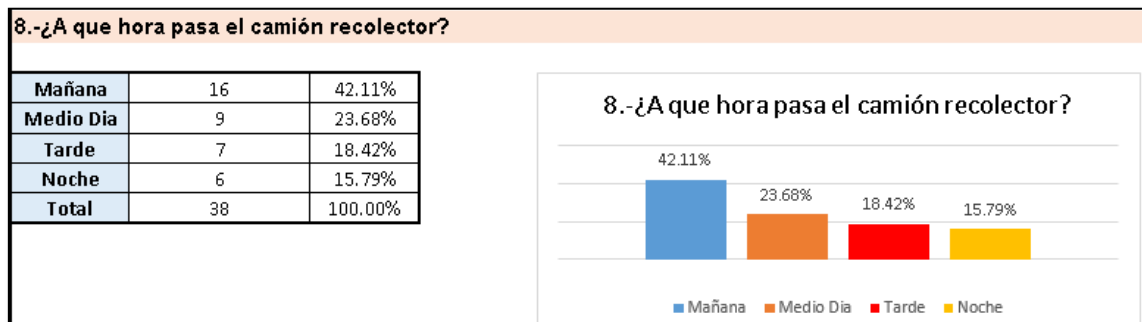
Fuente: Elaboración Propia



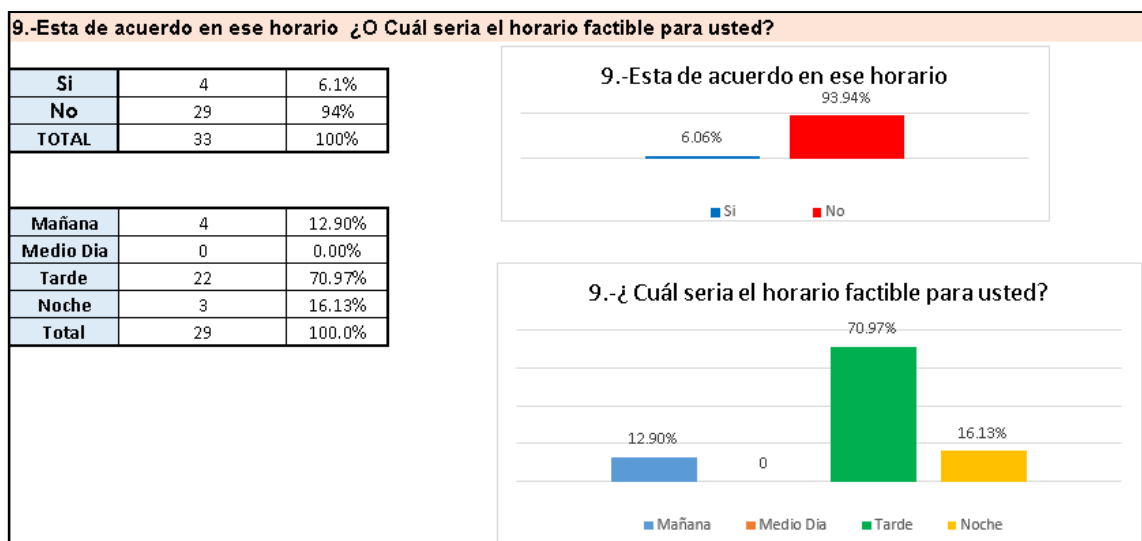
Fuente: Elaboración Propia



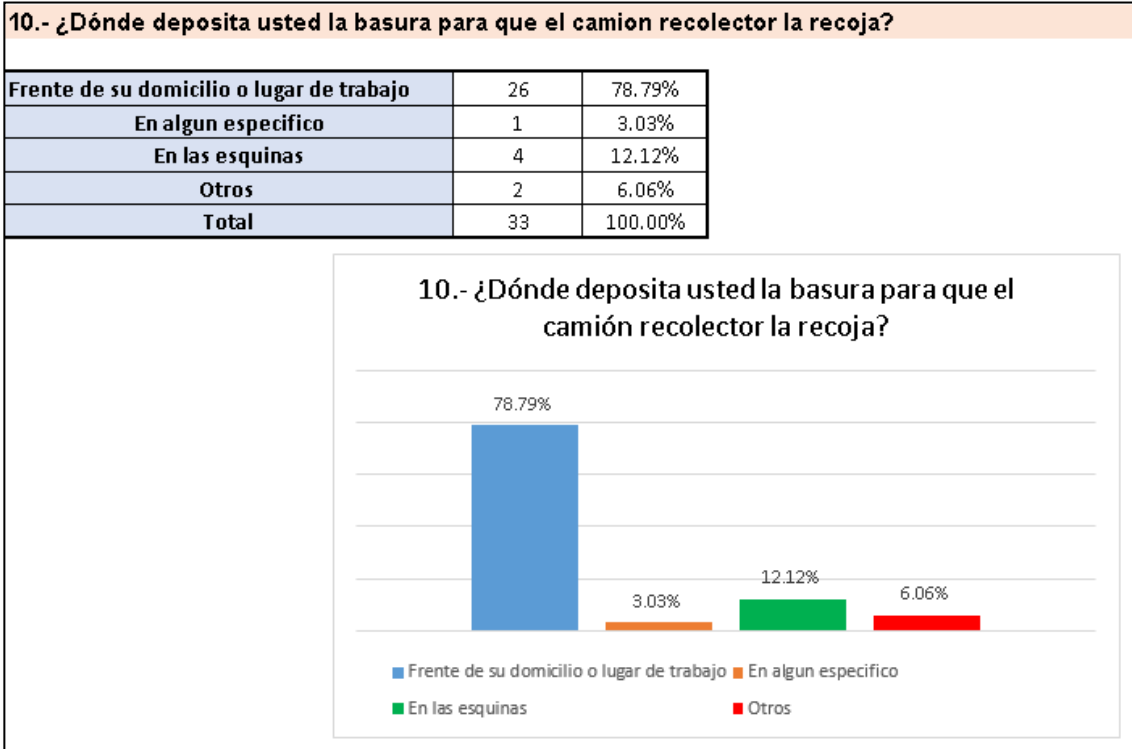
Fuente: Elaboración Propia



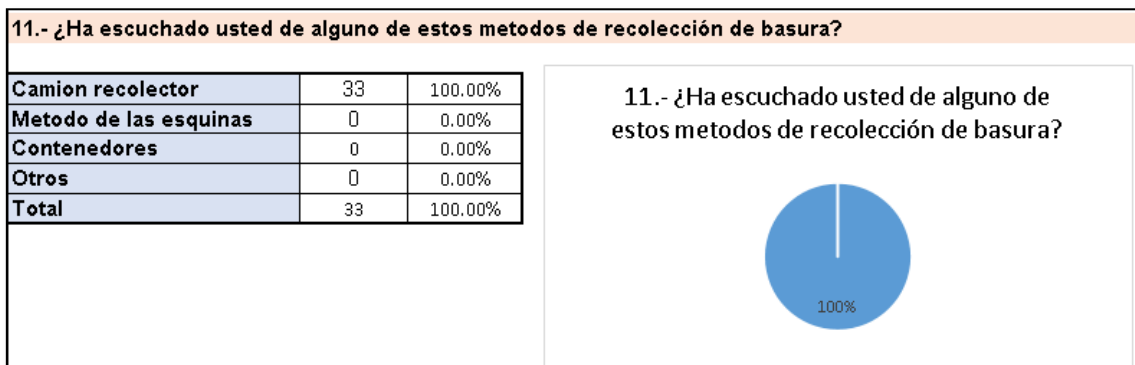
Fuente: Elaboración Propia



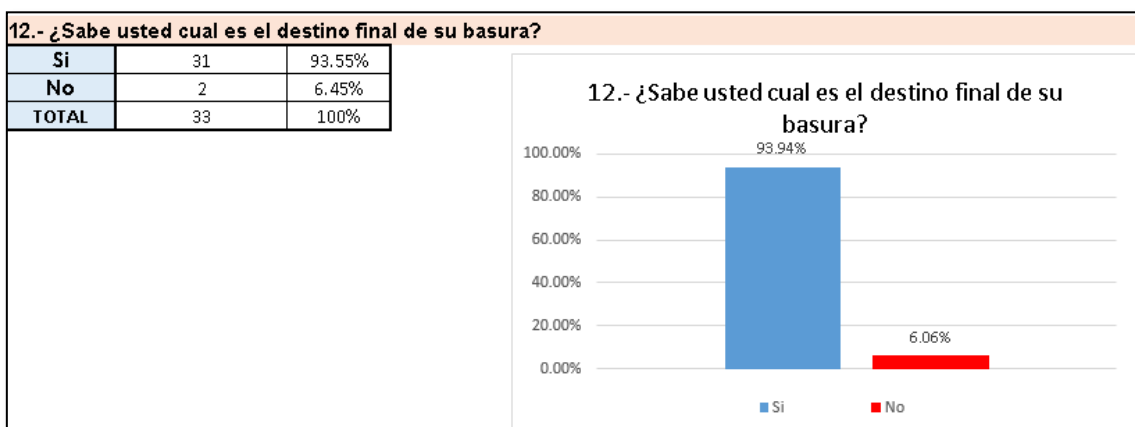
Fuente: Elaboración Propia



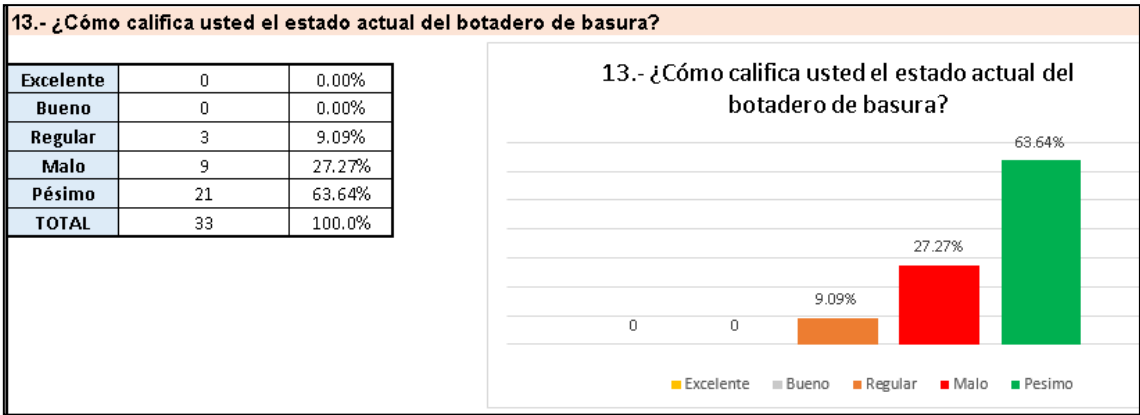
Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia



**Fuente:** Elaboración Propia

## **Anexo 10 Propuesta Técnica**

### **PROPUESTA TÉCNICA**

#### **DATOS INFORMATIVOS.**

##### **1.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA**

Plan para mejoramiento del transporte y vertido de RSU para optimizar recursos y mitigar el impacto ambiental, Cantón el Guabo, El Oro.

##### **1.2 INSTITUCIÓN EJECUTORA**

GAD Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón El Guabo

##### **1.3 UBICACIÓN**

Cantón El Guabo.

##### **1.4 BENEFICIARIOS**

Ciudadanos que habitan en la zona Urbana del Cantón.

##### **1.5 ANTECEDENTES**

Para un adecuado manejo de residuos sólidos se debe cumplir ciertos principios legales, como lo plantean los Art. 66, Art 67, Art 75 del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSAM).

Una vez identificada la situación actual mediante encuestas realizadas, entrevistas y visitas in situ del sistema de transporte y vertido de RSU en cuanto a su manejo limitante, se analizan los datos obtenidos y se considera que se debe plantear una propuesta de mejoramiento que consiga llevar una estrategia para corregir el proceso actual, haciendo eficiente y eficaz el manejo de los RSU mitigando el impacto ambiental generado.



## **1.6 JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad no se cuenta con suficiente número de camiones recolectores, ni con un horario y rutas bien definidas de recolección, el mal diseño de las rutas contribuye a que este servicio no cumpla con las expectativas esperadas, causando que los habitantes depositen sus residuos en las aceras de su domicilio o lugar de trabajo a cualquier hora del día, provocando la contaminación y generando un mal aspecto en las calles.

En cuanto al vertido final de estos desechos, durante dos décadas hasta la actualidad el cantón cuenta con un botadero de cielo abierto, el mismo que representa un peligro eminente para la salud de la ciudadanía, ya que el camión recolector luego de su recorrido se dirige al botadero de basura para realizar la evacuación final, el cual lo hace de una manera desordenada hacia los flancos y no cuenta con los debidos tratamientos que debe tener un vertedero de basura.

Se evaluó los impactos ambientales que ocasiona el botadero actual, mediante una Guía Técnica, su puntuación fue del 71.66% el mismo que es considerado de Alto Riesgo y urge su clausura.

AME realizó un estudio técnico del botadero del Cantón el Guabo y los diseños definitivos para la gestión integral de desechos sólidos mancomunado con el Cantón Camilo Ponce Enríquez para mitigar el impacto ambiental que se ha generado por décadas.

La finalidad de esta propuesta es tener una organización estratégica con el Gad Municipal y los ciudadanos para que tengan presente el objetivo y beneficios de cada una de las actividades planteadas, a través de páginas oficiales de la Municipalidad, capacitaciones en cada una de las barriadas para lograr tener un cantón libre de contaminación.

## 1.7 OBJETIVOS

### 1.7.1 OBJETIVOS GENERAL

Implementar un plan para mejoramiento del transporte y vertido de RSU del Cantón, realizando una gestión apropiada en el área de recolección, transporte y de vertido, para mitigar la contaminación ambiental dentro de la ciudad y en el vertedero.

### 1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar rutas y horarios para mejorar el sistema de evacuación de RSU.
- Capacitar al personal encargado de la recolección, transporte y vertido a toda la ciudadanía para brindar la información necesaria.
- Plan para mejoramiento del vertido de RSU para optimizar recursos y mitigar el impacto ambiental.

## 1.8 PLAN DE ACCIÓN

Datos para ejecutar el servicio de recolección y transporte de RSU, tomando en cuenta los inconvenientes de la ciudadanía para darle una respectiva solución.

SIGLAS	DATOS
Número de Habitantes (Po)	34279 Hab
Producción Pér Cápita (PPC)	0.59 Kg/hab*día
Cantidad de Residuos Sólidos (CRS)	20.22 Ton*día
Peso Volumétrico de Residuos (Pv)	159.01 Kg/m <sup>3</sup>
Capacidad del vehículo Recolector (C)	2431.26 kg.
Factor de Cobertura de Servicio (K)	50%
Factor de reserva (kr)	1.10
Número de Viajes del Vehículo (Nv)	2 viajes durante el día
Frecuencia de Recolección(F)	3 veces por semana (3d/7sem)
Rendimiento del Trabajador (R)	115 kg/h
Habitantes promedio en cada vivienda (Hc)	5 Hab/viv
Horas Laborables (H)	8h

*Tabla 4 Datos para ejecutar el plan de acción.*

**Fuente:** Elaboración Propia

### 1.8.1 NÚMERO DE VEHÍCULOS Y ZONAS DE RECOLECCIÓN

Para determinar el número de vehículos y zonas óptimas para el servicio de recolección y transporte de RSU se utilizará la siguiente ecuación.[14]

$$N \text{ vehiculos} = \left[ \frac{(PPC) * (Po) * 7 * (kr) * (K)}{(Nv) * (C) * (dh)} \right]$$

$$N \text{ vehiculos} = \left[ \frac{\left( \frac{0.59\text{kg}}{\text{hab}} * \text{dia} \right) * (34279 \text{ hab}) * 7 * (1.10) * (1)}{(2/d) * (2431.26\text{kg}) * (7)} \right]$$

$$N \text{ vehiculos} = 4.58$$

El número recomendado de vehículos recolectores es de cinco unidades, los mismos que abastecerán a toda la zona urbana y por tanto dividir a la cabecera cantonal en 5 zonas para ejecutar el servicio de una mejor manera.

Como actualmente se cuenta con dos camiones recolectores, es recomendable la adquisición de 3 nuevas unidades con capacidad de compactación de 15.29 m<sup>3</sup>, los mismos que almacenarían una mayor cantidad de RSU.

DISTRIBUCIÓN DE CAMIONES RECOLECTORES		
RECOLECTOR 01	Ruta 1	Lunes-Miércoles-Viernes
	Ruta 4	Martes-Jueves-Sábado
RECOLECTOR 02	Ruta 2	Martes-Jueves-Sábado
	Ruta 3	Lunes-Miércoles-Viernes
RECOLECTOR 03	Ruta 5	Martes-Jueves-Sábado
	Zona Céntrica	Lunes-Miércoles-Viernes
RECOLECTOR 04	Zona Céntrica	Martes-Jueves-Sábado-Domingo
RECOLECTOR 05	Zona Rural	Zona Rural

Tabla 5 Distribución de camiones recolectores

**Fuente:** Elaboración Propia

### 1.8.2 COBERTURA DEL SERVICIO

Se pudo obtener un promedio de habitantes por cada vivienda de (5hab/viv) según los datos de las encuestas realizadas, con la siguiente ecuación se determinará la cobertura del servicio (U) en el cantón el Guabo.[14]

FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN	FACTOR DE LA FRECUENCIA (fr)
Diaria	1 día
Cada Tercer día	2 días
3 veces por semana	3 días
2 veces por semana	4 días
1 vez a la semana	7 días

Tabla 6 Factor de la Frecuencia de Recolección

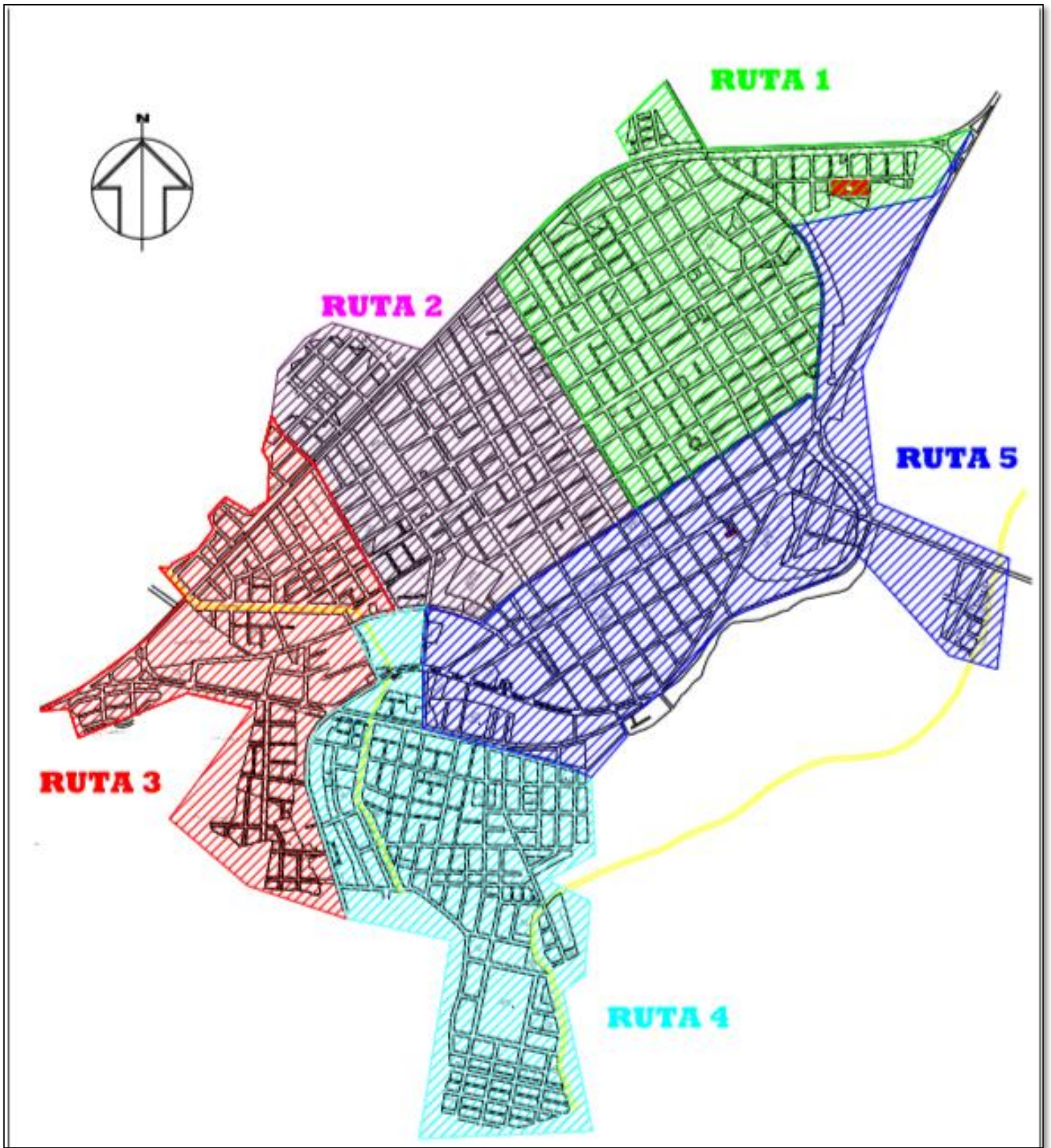
Fuente: Lida Yépez,2015

$$U = \frac{(Nv) * (C) * (F) * (Fr)}{(Hc) * (PPC)}$$
$$U = \frac{(2d) * (2431.26kg) * (3d/7sem) * (3d)}{(5 hab/viv) * \left(\frac{0.59kg}{hab} * dia\right)}$$
$$U = 2119.26 viv/sem$$

La cobertura que tiene el servicio de recolección de residuos sólidos no peligrosos es de **2119.26 viviendas a la semana.**

### 1.8.3 NUEVAS RUTAS DE RECOLECCIÓN

Una vez definida la cantidad de residuos sólidos que genera la zona urbana del cantón se procede a dividirla en 5 zonas.



### 1.8.4 HORARIOS

Se recomienda que el camión recolector realice su recorrido tres veces por semana, en la siguiente imagen se resume la distribución de días y horarios, es importante que después de cada recolección realizar la limpieza de los camiones recolectores para mitigar el impacto ambiental que este genera.



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

### **1.8.5 CAPACITACIÓN AL PERSONAL ENCARGADO DE LA RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y VERTIDO Y A TODA LA CIUDADANÍA**

#### **CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE LIMPIEZA Y RECOLECCIÓN**

El chofer y los operarios son los responsables de que se cumpla la ruta de manera eficiente, cubriéndola en su totalidad.

- Se debe de realizar charlas sobre el manejo adecuado de los RSU.
- Efectuar cursos de capacitación sobre seguridad y riesgo laboral.
- Darles a conocer las nuevas rutas y horarios establecidos para lograr el propósito, porque ellos son la pieza clave para que las rutas y horarios se realicen de una manera eficiente.
- Ofrecer cursos sobre el manejo de vehículos de recolección y demás herramientas del mismo.[17]

#### **CAPACITACIÓN A TODA LA CIUDADANÍA.**

Se debe de considerar hablar con los presidentes barriales y darles a conocer la propuesta para que ellos nos ayude a comunicarles a los moradores sobre el plan para mejoramiento del transporte y vertido de RSU.[17]

- Darles a conocer el plan de mejoramiento, socializando con todas las comunidades para que entiendan el objetivo de cada una de las actividades planteadas y se apoderen de las acciones a desarrollar, ya que van a tener un beneficio directo.
- Establecer puntos de información de las rutas y horarios en lugares estratégicos.
- Es recomendable realizar capacitaciones continuas para difundir más afondo el tema, además que las autoridades junto con los moradores deben poner mayor énfasis en las responsabilidades que tiene con su cantón y con el medio ambiente.

### **1.8.6 CIERRE ACTUAL BOTADERO DE BASURA**

Una vez identificada la situación actual del botadero de basura a cielo abierto, este debe ser cerrado de acuerdo con las políticas ambientales vigentes.

En la actualidad existe un estudio de pre-inversión realizado por el equipo consultor AME, para el cierre técnico del botadero de basura e implementar el relleno sanitario con adecuadas características mitigando el impacto ambiental que genera el vertido de los desechos sólidos.

AME, forma parte del Objetivo Nacional que pretendía sanear las zonas contaminadas por el mal manejo de los residuos sólidos y cerrar el 100% de esos botaderos hasta 2017.

Como nos damos cuenta ya estamos en el año 2019 y hasta la actualidad no se desarrolla la construcción de un relleno sanitario, para proceder al cierre técnico del botadero de basura.

El proyecto del relleno sanitario mancomunado, será el destino final de los RSU generados en la ciudad del Guabo y Ponce Enríquez.[27]

Para ejecutar el cierre técnico del botadero se debe de tomar en cuenta varias medidas de mitigación, el mismo que se lo puede efectuar una vez que se construya el relleno sanitario, el equipo consultor AME realizó los respectivos estudios y el lugar designado es en la zona de Defensores Orenses del cantón El Guabo, a 17.5 Km de El Guabo y a 9.5 Km de Camilo Ponce Enríquez con una altitud de 80 msnm.[27]

- Construcción de un sistema de drenaje para captar el líquido lixiviado generado en el botadero.
- Construcción de una planta de tratamiento del líquido del lixiviado.
- Instalación de chimeneas para drenar los gases.[28]

La zona no debe de tener ningún uso por el lapso menor de 5 años, lapso en que se deberá efectuar un programa de monitoreo ambiental de gases y líquidos de lixiviado.[28]

#### **ALTERNATIVA PARA CERRAR EL ACTUAL BOTADERO DE BASURA**

Comprende el sellado del botadero hasta la capa de impermeabilización, sobre la cual se construirá el sistema de drenaje de lixiviados con el fin de que la celda emergente opere sobre el botadero sellado técnicamente, para lo cual se considera las siguientes actividades:[29]

- Reconformación y compactación de los residuos acumulados en el botadero mediante la conformación de celdas.
- Capa de sellado del botadero, se aplica según la norma.
- Sistemas de captación y tratamiento de lixiviados para la celda emergente.



- Sistema de tratamiento de lixiviados del botadero y celda emergente
- Sistemas de captación y control del gas, del botadero y celda emergente:
- Desvío y control de aguas lluvias para el Cierre Técnico y Celda Emergente
- Obras adicionales para el Cierre Técnico y Celda Emergente
- Cierre de la Celda Emergente[29]

### 1.8.7 RELLENO SANITARIO

#### **Pasos para la construcción de un Relleno.**

- **Vías de acceso:** Es primordial tener un buen estado de vía de acceso público con condiciones aceptables.[19]
- **Drenajes de aguas llovidas:** Se debe construir canales de tierra en todo el entorno para evitar el ingreso del escurrimiento del agua, desviando y conducirla fuera de él, donde no causen problemas.
- **Limpieza y desmonte:** Se debe preparar un área que servirá de base de soporte al relleno, se lo realizará por etapas de acuerdo con el avance de la obra, evitando así la erosión del terreno.
- **Tratamiento del suelo de soporte:** Antes de ejecutar la construcción del relleno sanitario es necesario remover las primeras capas del suelo dependiendo la cantidad de material de cobertura disponible.
- **Drenaje de líquido percolado:** Este líquido es conocido como lixiviado, cuando su volumen aumenta puede ocasionar serios problemas en la operación del relleno sanitario es por ello que es necesario controlar su retiro mediante la construcción de drenajes y pilas de oxidación adecuadas.
- **Drenaje de gases:** Es recomendable canalizar adecuadamente los gases a la atmósfera, mediante un sistema de filtros de piedra.
- **Accesos y drenaje pluvial interno:** Se debe estudiar de forma cuidadosa los caminos de acceso interno dentro del relleno sanitario porque se mantiene un constante desplazamiento en los caminos y pueden originar serios problemas en épocas de lluvia.
- **Material de cobertura:** Este debe ser en lo posible extraído del sitio mediante la excavación de los taludes en forma de terrazas, sus funciones principales son:
  - Evitar la propagación de olores e incendios.

- Evitar el acceso y proliferación de roedores, zopilotes y moscas.
- Disminuir la infiltración del agua de lluvia a través de los desechos sólidos, lo cual disminuye las cantidades de lixiviado.
- Servir de ducto de gases debido a su calidad de medio poroso.
- Dar una apariencia aceptable al Relleno Sanitario.
- Permitir el crecimiento de vegetación.[19]

Para el diseño y construcción de un relleno sanitario deberá de cumplir como mínimo con los siguientes requisitos que estipula el **Anexo 6 del libro del TULAS en el numeral 4.12.4.**

- a) No debe ubicarse en áreas incompatibles con el plan de desarrollo urbano de la ciudad ni en zonas donde se ocasione daños a los recursos hídricos, la distancia del relleno a las viviendas más cercanas no podrá ser menor de 500 m
- b) Debe estar cerca de vías de fácil acceso para las unidades de recolección y transporte de los desechos sólidos, el lugar escogido deberá de contar con suficiente material de cobertura, de fácil extracción.
- c) Se deberá estimar un tiempo de vida útil del relleno sanitario de por lo menos 10 años. El mismo que debe poseer un cerramiento adecuado, rótulos y avisos que lo identifiquen en cuanto a las actividades que en él se desarrollan.
- d) Debe de contar con los servicios básicos mínimos, servicios higiénicos apropiados para uso del personal y programas o sistemas para la prevención y control accidentes.
- e) Para la captación y evacuación de los gases generados al interior del relleno sanitario se deben diseñar chimeneas de material granular e igual manera contar con un canal perimetral que desvíe las aguas lluvias.
- f) Durante la operación del relleno sanitario, los desechos sólidos deben ser esparcidos y compactados simultáneamente en capas que no excedan de una profundidad de 0,60 m.
- g) El relleno sanitario en operación debe ser inspeccionado regularmente por la entidad ambiental de control correspondiente, dictándole las medidas que se crea adecuadas para corregir cualquier defecto que se compruebe en las técnicas con las que se opera en el relleno sanitario.[30]