



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN

REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS DOMICILIARIOS DEL CANTÓN DÉLEG

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR

CHRISTIAN MAURICIO GUILLÉN GUILLÉN

DIRECTOR

ING. MGTR. FERNANDO MUÑOZ PAUTA

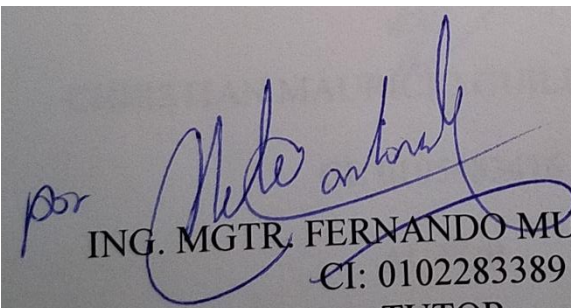
CUENCA - ECUADOR

2019

CERTIFICADO DEL TUTOR

Yo Fernando Muñoz Pauta con CI: 0102283389 en calidad de tutor del tema de tesis denominado **REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DEL CANTÓN DÉLEG**, que fue desarrollado por el estudiante Christian Mauricio Guillén Guillén, previo a la obtención del título de ingeniero civil, certifico que el siguiente trabajo cumple con los requisitos para ser presentado y sustentado ante el tribunal, pero al no encontrarme presente para poder firmar este documento autorizo al Ing. Federico Córdova González, Decano de la Unidad Académica de Ingeniería Industria y Construcción que lo realice en representación mía.

Atentamente



ING. MGTR. FERNANDO MUÑOZ PAUTA
CI: 0102283389
TUTOR

AUTORIA

Yo, Christian Mauricio Guillén Guillén, en calidad de autor y bajo juramento declaro que el documento presentado es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado por ningún grado o calificación profesional, siendo consultadas todas las referencias bibliográficas mencionadas en este documento.



CHRISTIAN MAURICIO GUILLÉN GUILLÉN

CI: 0105483416

AUTOR

CONTENIDO

CERTIFICADO DEL TUTOR	i
AUTORIA.....	ii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
CAPITULO I.....	3
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	3
1.1 Introducción.....	3
1.2 Planteamiento del problema	5
1.2.1 Antecedentes.	5
1.2.2 Formulación del problema	6
1.2.3 Delimitación del problema	7
1.3 Justificación	8
1.4 Objetivos	9
1.4.1 General.	9
1.4.2 Específicos:	9
 CAPITULO II	
MARCO REFERENCIAL Y TEÓRICO	10
2.1 Marco teórico.....	10
2.1.2 Desecho sólido.	10

2.1.3 Residuos domiciliarios.	10
2.1.4 Generación <i>per cápita</i>	10
2.1.5 Peso específico aparente.....	10
2.1.6 Composición física o gravimétrica.....	11
2.1.7 Recolección de residuos sólidos.	11
2.1.8 Métodos de recolección.	11
2.1.9 Frecuencia de recolección.	12
2.1.10 Macrorutas.	13
2.1.11 Sectorización.	14
2.1.12 Microruteo.	14
2.2 Marco legal.....	16
2.3 Marco contextual	17
2.3.1 Descripción del área de estudio.	17
CAPITULO III	
METODOLOGÍA.....	21
3.1 Alcance.....	21
3.2 Materiales y equipos	21
3.3 Técnicas e instrumentos	22
3.3.1 Encuesta.....	22
3.3.2 Entrevista.	22
3.3.3 Visitas y observación <i>in situ</i>	22
3.4 Método	22
3.4.1 Diagnóstico de la situación actual del sistema de recolección de los residuos sólidos no peligrosos.	22

3.4.2 Caracterización de los residuos sólidos.....	23
3.4.3 Evaluación de las rutas actuales de recolección y transporte de los residuos sólidos no peligrosos.	30
CAPITULO IV	
RESULTADOS	32
4.1 Diagnóstico del sistema de recolección de los residuos sólidos.....	32
4.1.1 Almacenamiento temporal de los residuos sólidos domiciliarios.....	32
4.1.2 Separación de residuos en la fuente generadora.	32
4.1.3 Sistema de recolección.	33
4.1.4 Microbasurales.....	36
4.2 Caracterización de los residuos sólidos no peligrosos	37
4.2.1 Generación <i>per cápita</i> domiciliaria.....	37
4.2.2 Peso específico de almacenamiento.	38
4.2.3 Composición física.....	38
4.3 Evaluación de las rutas actuales de recolección y transporte de los residuos sólidos no peligrosos.....	40
4.3.1 Método de recolección.	40
4.3.2 Cobertura del servicio de recolección.	40
4.3.3 Frecuencia de recolección.	41
4.3.4 Número de viajes.	41
4.3.5 Tiempos y velocidades en las rutas de recolección.....	42
4.4 Costo del sistema de recolección	43
4.5 Rediseño de rutas.....	44
4.5.1 Horizonte de proyecto.	44

4.5.2 Población	45
4.5.3 Zonas y frecuencias de recolección.....	45
4.5.4 Cobertura de diseño.....	45
4.5.5 Determinación del día crítico (Dc).....	45
4.5.6 Equilibrar zonas de recolección.	45
4.5.7 Producción de residuos domiciliarios (Prd).....	46
4.5.8 Cantidad de residuos recolectados (Cr).....	47
4.5.9 Cantidad de residuos recolectados en el día crítico (Cdc).....	47
4.5.10 Número de vehículos recolectores (#R).	48
4.5.11 Macrorutas.	49
4.5.13 Microrutas.....	51
4.6 Implementación de los rediseños en el sistema de recolección.....	52
4.6.1 Almacenamiento temporal y separación en la fuente.....	52
4.6.2 Rutas de recolección.....	53
4.6.3 Limpieza de microbasurales.	54
4.6.4 Cronograma de ejecución.	55
4.7 Costos del nuevo sistema de recolección	56
4.8 Discusión.....	57
4.8.1 Distancias recorridas y tiempo utilizado en la recolección de los residuos sólidos.	57
4.8.2 Cantidad de residuos recolectados.	57
4.8.3 Costos.	58
CAPITULO V	
CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES	59
5.1 Conclusiones.....	59

5.2 Recomendaciones	60
Referencias.....	62
Anexos	65
Anexo A: Matriz legal	66
Anexo B: Formatos de la encuesta, ficha de observación, entrevista y formularios para la caracterización de los residuos sólidos.....	68
Anexo C: Encuesta, ficha de observación, entrevista y formularios para la caracterización de los residuos sólidos	75
Anexo D: Proyección de la población y determinación del número de muestras.....	82
Anexo E: Caracterización de los residuos solidos.....	85
Anexo F: Estudio de tiempos y movimientos	88
Anexo G: Costos de operación del sistema de recolección	97
Anexo H: MAPAS DE LAS NUEVAS RUTAS DE RECOLECCIÓN	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Proyección de la población del cantón Déleg.....	19
Tabla 2 Distribución de muestras por área	24
Tabla 3 Características del vehículo recolector	34
Tabla 4 Rutas de recolección actuales	35
Tabla 5 Ubicación de microbasurales.....	36
Tabla 6 Generación per cápita domiciliaria urbana, rural y la promedio ponderada	37
Tabla 7 Peso específico de almacenamiento urbano, rural y promedio ponderado	38
Tabla 8 Composición física urbana y rural	38
Tabla 9 Composición física promedio ponderada de los residuos sólidos domiciliarios	39
Tabla 10 Tiempos generados en las actuales rutas de recolección.....	42
Tabla 11 Velocidades generadas en las actuales rutas de recolección	42
Tabla 12 Costo anual del sistema de recolección de residuos sólidos del cantón Déleg	43
Tabla 13 Costo promedio anual por habitante y costo unitario del sistema de recolección	44
Tabla 14 Población y superficie de cada área del cantón Déleg.	49
Tabla 15 Eficiencia y rendimiento del tiempo en las nuevas rutas de recolección	52
Tabla 16 Nuevas rutas de recolección de residuos sólidos para el cantón Déleg	54
Tabla 17 Costo anual del nuevo sistema de recolección de residuos sólidos del cantón Déleg	56
<i>Tabla 18</i> Costo promedio anual por habitante y costo unitario del nuevo sistema de recolección.....	56
Tabla 19 Comparación de eficiencia y rendimiento de las rutas de recolección nuevas vs actuales	57
Tabla 20 Comparación de costos unitarios del sistema actual vs sistema rediseñado	58

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Ubicación del área de estudio. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC (año 2010).....	8
<i>Figura 2.</i> Cuadro de frecuencias de recolección. Adaptado de: Secretaria de Desarrollo Social Mexicana - SEDESOL. Rutas de Recolección. México (año 1997).....	13
<i>Figura 3.</i> Esquema de macroruta. Adaptado de: Empresa Municipal de Aseo de Cuenca – EMAC (año 2010).....	14
<i>Figura 4.</i> Ejemplo de sectorización. Adaptado de: OPS/ OMS. Diseño de rutas de recolección de R.S. (año 1980).....	14
<i>Figura 5.</i> Mapa geográfico del Cantón Déleg. Asociación de Municipalidades del Ecuador – AME (año 2014)	18
<i>Figura 6.</i> Cuadro de la estratificación de la población para la toma de muestras. Fuente: Elaboración propia	23
<i>Figura 7.</i> Estimación del tamaño de la muestra. Adaptado de: Arévalo y Muñoz (año 2010).....	24
<i>Figura 8.</i> Socialización de la caracterización y recolección de muestras. Fuente: Elaboración propia.....	26
<i>Figura 9.</i> Pesaje de cada muestra. Fuente: Elaboración propia	27
<i>Figura 10.</i> Procedimiento para determinar el peso específico. Fuente: Elaboración propia	28
<i>Figura 11.</i> Componentes a ser determinados en los residuos sólidos domésticos. Adaptado de: Arévalo y Muñoz (año 2010).....	29
<i>Figura 12.</i> Determinación de la composición física de los residuos sólidos domiciliarios. Fuente: Elaboración propia.....	29
<i>Figura 13.</i> Recipientes para almacenamiento de residuos y porcentajes de población. Fuente: Elaboración propia	32

<i>Figura 14.</i> Porcentaje de personas que separan los residuos sólidos generados. Fuente: Elaboración propia	33
<i>Figura 15.</i> Porcentaje de la población que separa cada componente. Fuente: Elaboración propia.....	33
<i>Figura 16.</i> Vehículo recolector. Fuente: Elaboración propia	34
<i>Figura 17.</i> Porcentaje de la población y forma de disponer los residuos que no han sido recolectados. Fuente: Elaboración Propia	36
<i>Figura 18.</i> Microbasurales en el cantón Déleg. Fuente: Elaboración propia	37
<i>Figura 19.</i> Resumen de la composición física ponderada de los residuos sólidos domiciliarios del cantón Déleg. Fuente: Elaboración propia.....	39
<i>Figura 20.</i> Modelo de letrero a colocarse en los sitios donde existen microbasurales. Fuente: Elaboración propia.	55
<i>Figura 21.</i> Cronograma para implementar el rediseño del sistema de recolección de residuos sólidos. Fuente: Elaboración propia.....	55

RESUMEN

Para cualquier cambio que se desee realizar a un sistema de recolección de residuos sólidos es necesario que previamente se realice un diagnóstico del estado actual de dicho sistema incluido dentro de este la caracterización básica de los residuos sólidos.

Para tal efecto se determinaron las condiciones almacenamiento de los residuos, la cantidad y tipo de materiales que son separados por los habitantes del cantón Déleg, el método y las rutas de recolección que se utilizan. En la caracterización básica de los residuos sólidos se determinó la generación *per cápita*, el peso específico y la composición física de los residuos, utilizando para ello la metodología propuesta por Arévalo y Muñoz (2010).

Con los datos obtenidos de la caracterización básica y la información recopilada del diagnóstico, se procedió a realizar un rediseño en el sistema de recolección, obteniéndose como conclusiones más relevantes las siguientes : con el rediseño al sistema de recolección se incrementó del 34,18% al 75% la cobertura del servicio, se aumentó las distancias productivas dentro del microruteo, se obtuvo una reducción de costos unitarios de la tonelada recolectada de alrededor del 50 % y la mayoría de los habitantes (92,68 %) estarían dispuestos a recibir capacitación sobre el manejo de los residuos sólidos lo cual facilitaría la implementación de las nuevas rutas de recolección.

***PALABRAS CLAVE:* RESIDUO SÓLIDO, RESIDUOS URBANOS,
CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS, RUTAS DE RECOLECCIÓN.**

ABSTRACT

To make any change in a solid waste collection system, it is necessary to carry out a previous diagnosis of the current state this system including the basic characterization of the solid wastes.

For this purpose, the storage conditions of wastes, the amount and type of materials that are separated by the inhabitants of Déleg canton, the method and the collection routes were determined. For the basic characterization of solid waste, the generation per capita, the specific weight and the physical composition of the waste were determined, using the methodology proposed by Arévalo and Muñoz (2010). The data obtained from the basic characterization and the information gathered from the diagnosis made possible a redesign in the collection system, obtaining the following as the most relevant conclusions: with the redesign, the collection system increased the coverage of the service, from 34.18% to 75%. The productive distances within the micro routing were increased. The unit cost reduction of the collected ton for about 50% was obtained; and the majority of the inhabitants (92,68%) would be willing to receive training on solid waste management which would facilitate the implementation of the new collection routes.

KEYWORDS: SOLID WASTE, URBAN WASTE, WASTE CHARACTERIZATION, COLLECTION ROUTES.

CAPITULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Introducción

La Gestión Integral de Residuos Sólidos (GISR) Urbanos se la puede definir como el manejo de los residuos sólidos (almacenaje, separación, recolección, transporte, tratamiento, disposición final, etc.), considerando aspectos políticos, institucionales, financieros, técnicos, ambientales y de salud, con adecuadas tecnologías para cada componente del sistema de aseo público (Tchobanoglous, Theissen, Eliassen, 1982), como una parte medular de la GIRS se encuentra el sistema de recolección y transporte de los residuos sólidos ya que una variación de este sistema puede mejorar o empeorar significativamente la GIRS.

EL Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC] (2016), sostiene que en el Ecuador se tiene una cobertura de recolección promedio a nivel nacional de 84,2 % en el área urbana y de 54,1 % en el área rural, lo cual provoca que la fracción no recolectada contribuya directamente a la creación de basurales descontrolados. “En países de ingresos bajo y medio, el costo de los servicios municipales de recolección de basura representa frecuentemente entre la quinta parte y la mitad del presupuesto de la ciudad, a pesar de lo cual queda sin recoger una gran parte de los desechos sólidos” (BANCO MUNDIAL [BM],1992, p.57), según datos del Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM), en el año 2013, el costo por manejo de residuos en una muestra de 213 Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM) , es decir 96% de municipios, ascendió a aproximadamente 218 millones de dólares anuales, determinándose un déficit del 58%; es decir, alrededor de 126 millones de dólares.

El Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos MAE-PNGIDS presentó en el 2014 los costos referenciales por el servicio de recolección de diferentes ciudades tales como:

Guayaquil con un costo de recolección de 28,30 USD \$/Ton, Quito a 40.55 USD \$/Ton, Cuenca a 75.00 USD \$/Ton, Santa Elena a 49.69 USD \$/Ton y Otavalo a 26.79 USD \$/Ton de residuos recolectados, como se puede apreciar, los costos varían de ciudad en ciudad, debido a la cantidad de residuos generados, características territoriales y regionales que cada uno de los municipios posea; tomando en cuenta también el modelo de gestión para la prestación de este servicio, como ejemplo tenemos el caso de Cuenca con administración a través de una empresa pública, mientras que en Guayaquil sus servicios son contratados con empresas privadas.

El reporte sobre Gestión de Residuos Sólidos del año 2016 presentado por el INEC (2016) de los 221 GAD Municipales, 198 (correspondiente al 90% del total de GAD) poseen un reglamento de cobro por la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos, el 47,96 % de los municipios realiza el cobro a través de la planilla de energía eléctrica, el 23,98 % por medio del servicio de agua potable y alcantarillado, el 10,41 % no cobra, el 4,52 % facturación directa por el Municipio, el 3,63 % impuesto predial y el 9,51% cobra a través de la combinación entre algunas de ellas.

A pesar de los esfuerzos establecidos por los gobiernos municipales del Ecuador para recaudar fondos para emprender o mejorar los servicios de aseo público, los resultados en términos de recolección de residuos sólidos, evidencia la no existencia de una política institucional bajo parámetros técnicos, lo cual se ha convertido en una problemática para las administraciones municipales, porque no se ha desarrollado ni planificado acciones para mejorar este sistema, presentándose impactos ambientales, problemas de salud pública e insostenibilidad económica del servicio de aseo, como lo ocurrido en la ciudad de Quito en el año 2017.

El cantón Déleg no está ajeno a esta situación ya que no posee una gestión integral de sus residuos sólidos si no básicamente un manejo de ellos, con una generación de residuos en el año

2014 de 2.5 toneladas diarias, una cobertura de recolección estimada en el 90 % a nivel cantonal (Asociación de Municipalidades del Ecuador [AME], 2014) y una tasa mensual por el aseo público, recolección, disposición final de los desechos sólidos y salud ambiental de Un dólar de los Estados Unidos de América, recaudado a través del cobro del servicio de energía eléctrica.

Por el panorama descrito, la presente investigación busca rediseñar el sistema de recolección de los residuos sólidos domiciliarios del cantón Déleg como aporte al proceso de transformación de un simple manejo a una gestión integral de residuos sólidos que viene impulsando el GAD Municipal. Se presenta en esta investigación un diagnóstico de la situación actual del sistema de recolección y transporte de los residuos sólidos domiciliarios, la cantidad y tipo de residuos generados dentro del Cantón, además de un diseño de rutas más eficiente que amplíe la cobertura de recolección y optimice los costos que se derivan de la prestación de este servicio.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Antecedentes. Los residuos sólidos evolucionan permanentemente con el tiempo, tanto su cantidad, características, propiedades e incluso la forma en la que son recolectados. En el Ecuador el comportamiento de los residuos se lo ha venido investigado desde los años 80 (Arévalo et al., 1985; Fundación Natura, 1994; Municipio de Guayaquil, 1995; Municipio de Cuenca, 1995), de manera independiente. En el año de 1997 el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) conjuntamente con la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS) presentaron una investigación llamada “Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en Latinoamérica y el Caribe”, la cual fue el primer intento de medir los avances logrados en el continente cinco años después de la “Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD-92)”, realizada en 1992 en Río de Janeiro, el cual en el capítulo 21, “Manejo Ecológicamente Racional de los Residuos Sólidos”, de la

Agenda XXI, se establece las bases para un manejo integral de los residuos sólidos municipales como parte del desarrollo sostenible, integrando a este la minimización de la producción de residuos, el reciclaje, la recolección, el tratamiento y disposición final adecuados para cada sistema.

Pero no es, que hasta el año 2002, en el Ecuador se presenta una investigación de la situación de los residuos sólidos del país la cual se la llamo “Análisis Sectorial de Residuos Sólidos del Ecuador”, auspiciado por la OPS/OMS (2002) el cual como objetivos principales tenía el evaluar la situación de los residuos sólidos en el Ecuador, y de sentar bases para el desarrollo de programas de “Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos”.

Esto se concreta en el año 2010 con el “Programa Nacional de Gestión Integral de Desechos Sólidos” creado por el Ministerio del Ambiente (MAE), el cual tenía como objetivo principal establecer procesos para la gestión integral y sostenible de los residuos sólidos a través de los municipios a fin de potenciar el reciclaje en el país; si bien estos estudios, programas e investigaciones presentan el desarrollo en su totalidad de la GIRSU, enfatizando sobre todo los sistemas de reciclaje y disposición final, relegando o no prestando la importancia necesaria a los sistemas de recolección y transporte de residuos sólidos, ya que si estos fallan o tienen falencias los residuos al no ser recolectados y transportados adecuadamente generan serios problemas, tanto en la salud pública, deterioro del suelo, contaminación de los recursos hídricos, del aire y generando gastos excesivos por la prestación de este servicio.

1.2.2 Formulación del problema. Si las municipalidades no poseen un sistema adecuado de recolección y transporte de los residuos sólidos, se produce preocupación y malestar en la población, tanto en la salud pública, como en el deterioro del ambiente, además de que se generan costos innecesarios. “La desagregación de los costos del servicio de aseo urbano, indica que el más

alto corresponde al barrido, la recolección y transporte de los residuos representando entre el 60 % y el 70 % del costo total” (Instituto Brasileño de Administración Municipal [IBAM], 2006, p.19). De la base de datos del MAE-PNGIDS en el año 2014 el costo promedio a nivel nacional por el servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos representa el 57,30 % del costo total del servicio de aseo público (barrido, recolección, transporte y disposición final). “Los residuos sólidos domiciliarios, públicos y comerciales, siempre que estos últimos no sean grandes generadores, en América Latina y el Caribe representa entre el 60 al 75 por ciento del total de los residuos sólidos urbanos” (BID, 2010, p. 105),

El Cantón Déleg perteneciente a la Provincia del Cañar, al ser un cantón relativamente nuevo no cuenta con un desarrollo industrial, sino más bien agrícola y de pequeños comercios, debido a esto, la investigación se enfoca a la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios, públicos y comerciales no peligrosos, ya que, si este no se lo realiza de forma adecuada y de manera frecuente se crea incertidumbre a la población, al momento de sacar sus residuos.

Por estos motivos y otros relacionados con la degradación del medio ambiente es necesario realizar un rediseño en el sistema de recolección y transporte de los residuos domiciliarios.

1.2.3 Delimitación del problema. Para el “Rediseño del sistema de recolección de los residuos sólidos domiciliarios del cantón Déleg”, se determinó y recopiló la información necesaria y propia del cantón relacionada al manejo de los residuos sólidos, tal como:

Generación *per cápita* ($\text{kg hab}^{-1} \text{ día}^{-1}$).

Peso específico de los residuos sólidos.

Composición física o gravimétrica.

Cantidad de residuos sólidos recolectados.

Datos poblacionales.

Cobertura del servicio.

Detalle del personal operativo y administrativo que presta el servicio.

Características técnicas y económicas del sistema de recolección.

Costos del sistema de recolección actual y del nuevo que se propone.

1.2.3.1 Definición del área de estudio. Se consideró para el estudio a todo el cantón Déleg el cual se encuentra ubicado al sur de la provincia del Cañar a una altura promedio de 2661 msnm. El cantón limita al norte con el cantón Biblián, al este con el cantón Azogues, al sur y al oeste con el cantón Cuenca (GAD Municipal de Déleg, 2018).

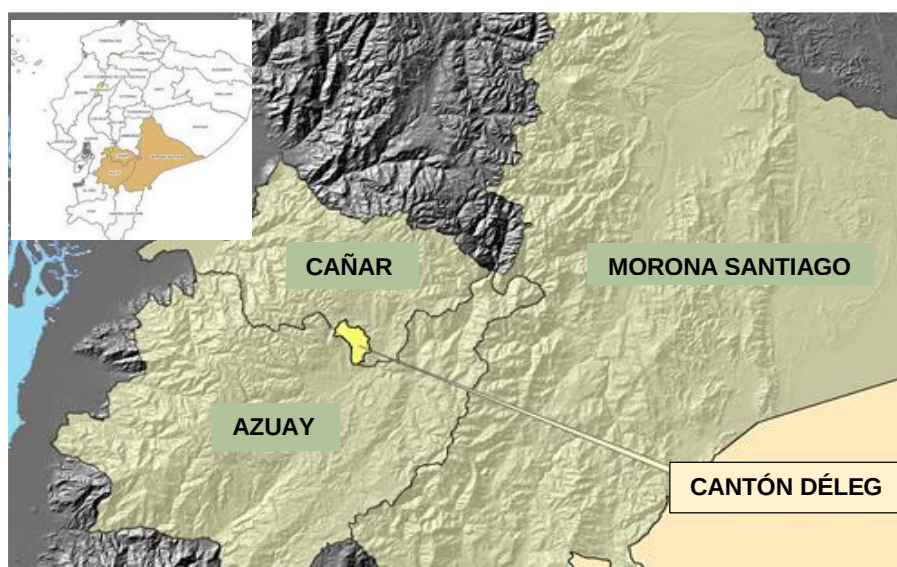


Figura 1. Ubicación del área de estudio. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC (año 2010)

1.3 Justificación

Los residuos al no ser recolectados, se acumulan llegando a producir malos olores, se incrementa la reproducción de moscas, las cuales se convierten en vectores sanitarios transportando enfermedades convirtiéndose esto en un serio problema de salud pública, lo cual degrada la calidad de vida de la población; se presenta un deterioro del medio ambiente por la quema a cielo abierto de los residuos y la formación de microbasurales. Por todos estos aspectos

el motivo estratégico de esta investigación es presentar un sistema de recolección más eficiente y a un costo razonable, el cual mejore la prestación del servicio y a su vez sirva como base para establecer una tasa de recolección acorde a los gastos que representa sostener el servicio de aseo del cantón Déleg.

1.4 Objetivos

1.4.1 General. Realizar el rediseño del sistema de recolección y transporte de los residuos sólidos no peligrosos para el cantón Déleg.

1.4.2 Específicos:

Elaborar el diagnóstico del sistema actual de recolección y transporte de residuos sólidos no peligrosos.

Realizar la caracterización básica de los residuos sólidos no peligrosos generados, que incluya la generación per cápita, el peso específico de almacenamiento y la composición física o gravimétrica.

Efectuar el trazado de las nuevas rutas de recolección y transporte que incluya el macro y micro ruteo, los mismos que deben presentarse en los respectivos mapas a una escala conveniente.

Estimar los costos unitarios del sistema actual de recolección y transporte y del sistema propuesto.

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL Y TEÓRICO

2.1 Marco teórico

2.1.2 Desecho sólido. “Se entiende por desecho sólido todo sólido no peligroso, putrescible o no putrescible, con excepción de excretas de origen humano o animal. Se comprende en la misma definición los desperdicios, cenizas, elementos del barrido de calles, desechos industriales, de establecimientos hospitalarios no contaminantes, plazas de mercado, ferias populares, playas, escombros, entre otros”. (Anexo 6 – Libro VI- TULSMA, 2003).

Si bien es cierto que en la legislación ecuatoriana considera residuo igual que desecho, desde el punto de vista técnico residuos y desecho no es lo mismo, ya que desechos es toda materia que no tienen la posibilidad de ser recuperada, mientras que los residuos incluyen materiales o componentes que pueden ser aprovechados luego de cierto proceso de separación, para ser utilizados en su mayoría como materia prima para la elaboración de nuevos productos.

2.1.3 Residuos domiciliarios. El IBAM, (2006), considera como residuos domiciliarios al conjunto de residuos de tipo residencial y comercial de pequeños generadores; estos últimos, son los establecimientos que generan hasta 0,12 metros cúbicos de residuos por día, este límite corresponde a la cantidad promedio de residuos generados diariamente por una vivienda con cinco habitantes.

2.1.4 Generación *per cápita* (gpc). “Relaciona la cantidad de residuos sólidos producido diariamente con la cantidad de habitantes de determinada región” (IBAM, 2006, p. 60).

El INEC (2016) sostiene que en el Ecuador cada habitante en el sector urbano produce un promedio de 0,58 kg de residuos sólidos por día.

2.1.5 Peso específico aparente. También conocido como peso de almacenamiento, se lo define como el peso de los residuos sueltos en función del volumen ocupado libremente, sin compactación

de ningún tipo, se expresa en kg m^{-3} , ... Este depende de la fuente generadora (naturaleza de los residuos sólidos) (IBAM, 2006).

2.1.6 Composición física o gravimétrica. Es el porcentaje de cada componente en relación con el peso total de una muestra representativa. Los componentes a ser determinados dependen de la profundidad de la información requerida (Sakurai, 1983; IBAM, 2006), es el caso de que si se pretende realizar un estudio económico preciso de recolección selectiva del componente plástico se lo debe descomponer en su porcentaje blando y rígido ya que el mercado del uno es muy diferente al del otro.

2.1.7 Recolección de residuos sólidos. Consiste básicamente en recoger los residuos sólidos, en su lugar de origen, para encaminarlos y descargarlos, por medio de un transporte adecuado a una estación de transferencia, de tratamiento o al sitio de disposición final como un relleno sanitario, (Tchobanoglous et al., 1982; Secretaria de Desarrollo Social Mexicana [SEDESOL], 1997; IBAM, 2006), por lo tanto, de aquí en adelante se entenderá a la recolección y transporte de residuos sólidos solo como recolección de residuos sólidos.

2.1.8 Métodos de recolección. SEDESOL (1997) considera que, atendiendo al grado de especialización de los vehículos recolectores utilizados en la prestación del servicio, los métodos de recolección pueden clasificarse en:

Recolección domiciliaria, donde tenemos el método de recolección por parada fija y el de acera.

Recolección semimecanizada, con baldes especiales para edificios o grupo de viviendas.

Recolección mecanizada, utiliza contenedores especiales para el servicio de una manzana o grupo de viviendas mecanizados.

2.1.8.1 Método de esquina o parada fija. Es la recolección domiciliaria más económica y, es aquella mediante la cual los usuarios del servicio llevan sus recipientes hasta donde el vehículo recolector se estaciona para recoger los residuos.

2.1.8.2 Método de acera. Conocido también como el de recolección puerta a puerta en este método, los obreros del vehículo recolector toma los recipientes con basura que han sido colocados sobre la acera para después vaciarlos en la tolva del vehículo recolector.

Este método, debe tener un horario y frecuencia cumplida, con la finalidad de evitar que la fauna urbana (perros, gatos y ratas entre otros), dispersen los residuos en busca de alimentos, los cual provoca que la recolección se lleve a cabo en forma más lenta. Para disminuir este inconveniente en algunas ciudades se emplean rejillas elevadas donde se colocan los recipientes con los residuos, lo cual en cierta forma genera un costo adicional para los usuarios, que no siempre están dispuestos a cubrir.

2.1.9 Frecuencia de recolección. Se puede decir que es el factor más influyente sobre el sistema de recolección, la elección de esta deberá prever que el volumen acumulado de basura no sea excesivo y que el tiempo transcurrido desde la generación de los residuos hasta la recolección para su disposición final no exceda de cuatro días, para evitar el aumento del mal olor, la proliferación de roedores y otros animales atraídos por los desechos como son las moscas las cuales tienen un ciclo de reproducción de 7 a 10 días según el clima (SEDESOL, 1997; IBAM, 2006), por tal motivo se recomienda una frecuencia de recolección mínima de dos veces por semana.

En cuanto a la frecuencia con la que se debe realizar la recolección de los residuos, la “Secretaría de Desarrollo Social Mexicana (SEDESOL)”, presenta algunas alternativas como se aprecia en la figura No.2.

Frecuencia	Ventajas	Desventajas
Diaria (excepto los días domingos)	Se minimiza los olores en los lugares de almacenamiento temporal. Mejora la imagen del sistema de recolección	Se incrementa los costos por recolección. Se necesita un mayor número de vehículos recolectores
Inter-diaria (cada tercer día, excepto los domingos)	Se disminuyen los costos por recolección al compararlo con la frecuencia diaria.	Incomodidad a la población, debido a que los residuos podría producir malos olores en el lugar de almacenamiento.
Dos veces por semana	Se disminuyen los costos por recolección al compararlo con la frecuencia diaria e inter-diaria	Se agudizan las desventajas de la recolección inter-diaria. Se incrementa la posibilidad de que proliferen los microbasurales.

Figura 2. Cuadro de frecuencias de recolección. Adaptado de: Secretaría de Desarrollo Social Mexicana - SEDESOL. Rutas de Recolección. México (año 1997)

2.1.10 Macrorutas. El macroruteo se lo puede definir como la asignación de vehículos recolectores a diversos sectores de la ciudad para realizar la recolección. La macroruta se la realiza a partir de la población, generación *per cápita* expresada en $\text{kg hab}^{-1} \text{ día}^{-1}$ y de la frecuencia del servicio, de cada uno de los sectores o áreas que se pretenda dividir a la ciudad (Sakurai,1980; SEDESOL, 1997).

La macroruta es el circuito que cumple un vehículo o varios vehículos recolectores partiendo del garaje, llegar a la zona en la cual va a realizar la recolección, el ingreso a la estación de transferencia si la ciudad necesitaría de ella o directamente al relleno sanitario y el retorno al garaje.

Se debe realizar un análisis de tiempos y movimientos, desde la salida del vehículo recolector del garaje, su ingreso a la zona de recolección, el trayecto al relleno sanitario y su regreso al garaje o si fuera necesario el trayecto a la zona para una segunda recolección, tal y como se puede apreciar en la figura No.3.

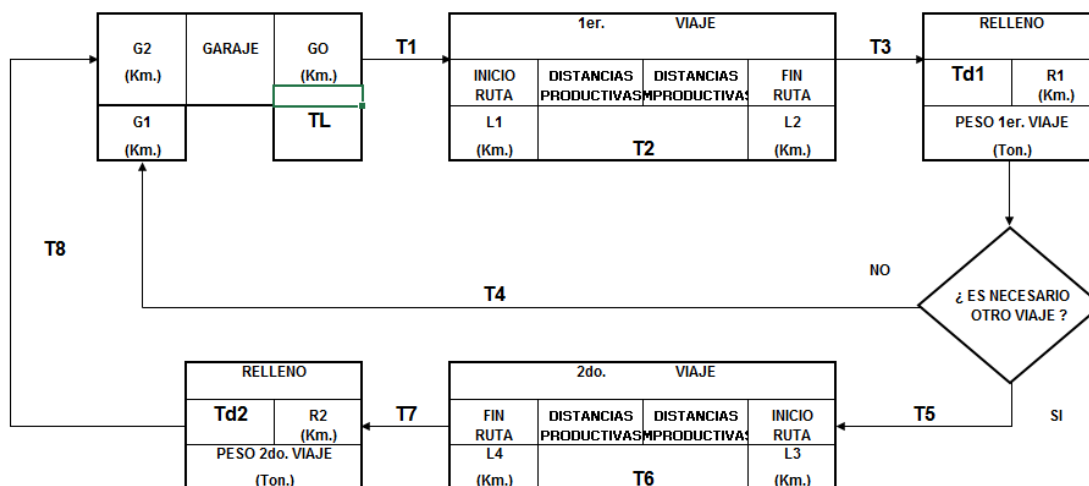


Figura 3. Esquema de macrorruta. Adaptado de: Empresa Municipal de Aseo de Cuenca – EMAC (año 2010)

2.1.11 Sectorización. Es la primera etapa del diseño de rutas y forma parte de la macrorruta, se debe dividir a la ciudad en sectores, de manera que cada sector posea la misma cantidad de trabajo, utilizando toda su capacidad. Los sectores pueden dividirse en sub-sectores, para así obtener un trabajo completo para un viaje de recolección (Sakurai,1980; SEDESOL, 1997).

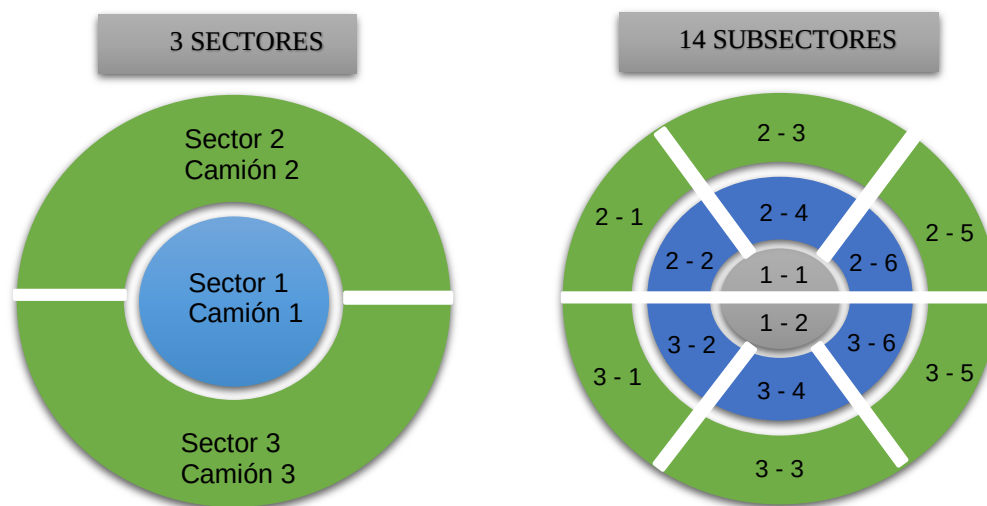


Figura 4. Ejemplo de sectorización. Adaptado de: OPS/ OMS. Diseño de rutas de recolección de R.S. (año 1980)

2.1.12 Microruteo. Se la puede definir a la microrruta como el recorrido específico que deben cumplir diariamente los vehículos de recolección en los sectores de la ciudad donde han sido

asignados (SEDESOL, 1997, p.92). El diseño de la microruta se la puede realizar por métodos heurísticos y determinísticos.

2.1.12.1 Método heurístico. Este método se basa en el sentido común del proyectista, antes de realizar las rutas utilizando este método se debe tener en cuenta algunas consideraciones tales como:

Características de los vehículos (tipo, capacidad de carga, sistema de compactación, entre otros).

Las rutas deben en lo posible iniciar y terminar cerca de calles y avenidas arteriales, usando barreras topográficas y físicas como fronteras de las rutas.

En sectores con calles que tengan pendientes considerables, las rutas deben comenzar en la parte alta de la calle.

Las rutas deben ser realizadas de tal manera que el último punto de recolección esté localizado lo más cerca del sitio de disposición final.

Los residuos generados en zonas de tráfico elevado o con características especiales (centros históricos), deberían ser recolectados en un horario que no altere considerablemente el desarrollo de las actividades del sector, ni que el tráfico afecte el recorrido del vehículo.

En puntos dispersos, en donde pequeñas cantidades de residuos sólidos son generados y que reciben la misma frecuencia de recolección, deberán, ser atendidos en un viaje.

2.1.12.2 Métodos determinísticos. Según SEDESOL (1997) los métodos determinísticos son los más recomendables, ya que en estos se pueden involucrar todos los parámetros que inciden en el diseño de las rutas de recolección, obteniendo rutas más satisfactorias, recolectando la mayor cantidad de residuos, con tiempos y costos inferiores en comparación a uso de métodos heurísticos.

Los métodos determinísticos más usados para el diseño de las microrutas son: el algoritmo del problema del Agente Viajero, utilizado para diseñar rutas atreves del método de parada fija y el de contenedores, y el algoritmo del problema del Cartero Chino, empleado para en el método de recolección por acera y el intradomiciliario.

El algoritmo del agente viajero busca encontrar el camino más corto en un conjunto de rutas que se conectan en diversos puntos, teniendo en cuenta que este camino debe pasar por cada uno de los puntos.

El algoritmo del cartero chino busca encontrar un recorrido a través de una red que representa una zona limitada de una población, pasando por cada calle cuando menos una vez, de tal manera que la distancia recorrida sea mínima.

Los métodos determinísticos no toman en cuenta prioridades dentro de la microruta como calles de mayor generación de residuos, cambio en el sentido de calles, además de cambios climatológicos y de la variación en la velocidad del vehículo recolector.

Se debe mencionar que los métodos determinísticos no ofrecen soluciones optimas sino más bien soluciones viables.

2.2 Marco legal

El Estado Ecuatoriano en su legislación establece parámetros para realizar una mejor planificación e implementación de una Gestión Integral de los Residuos Sólidos, desde su origen hasta su disposición final, permitiendo a su vez conservar el medio ambiente, a continuación, se presenta las normas que se revisaron para sustentar la investigación.

- Constitución de la República del Ecuador (2008).
- Código Orgánico del Ambiente (2017).

- Acuerdo Ministerial 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ambiente – TULSMA (2015).
- Ordenanza que reglamenta el cobro y la recaudación de la tasa de aseo público, recolección de basuras, disposición final de los desechos sólidos y salud ambiental en el cantón Déleg (2010).

En el Anexo A, se presenta una matriz legal en la cual se realizó un resumen de los artículos relacionados con la investigación.

2.3 Marco contextual

2.3.1 Descripción del área de estudio.

2.3.1.2 Ubicación geográfica. Déleg es un cantón que se encuentra en el suroccidente de la provincia del Cañar. Su nombre viene del quechua “Dilig” que significa llano y es en donde está ubicado, posee una extensión territorial de 78,5 km² aproximadamente, el centro urbano se localiza a una altitud de 2.684 m.s.n.m., se encuentra a la misma distancia de las ciudades de Cuenca y Azogues, a unos 20 kilómetros, la fecha de su cantonización el día 27 de febrero de 1992. (GAD Municipal de Déleg, 2018).

El cantón Déleg limita al norte con el cantón Biblián, al sur y al oeste con la Provincia del Azuay, y al este con las parroquias Cojitambo y Javier Loyola, del cantón Azogues. Está formado por una parroquia urbana, que lleva el mismo nombre y una rural, la parroquia Solano (GAD Municipal de Déleg, 2018).

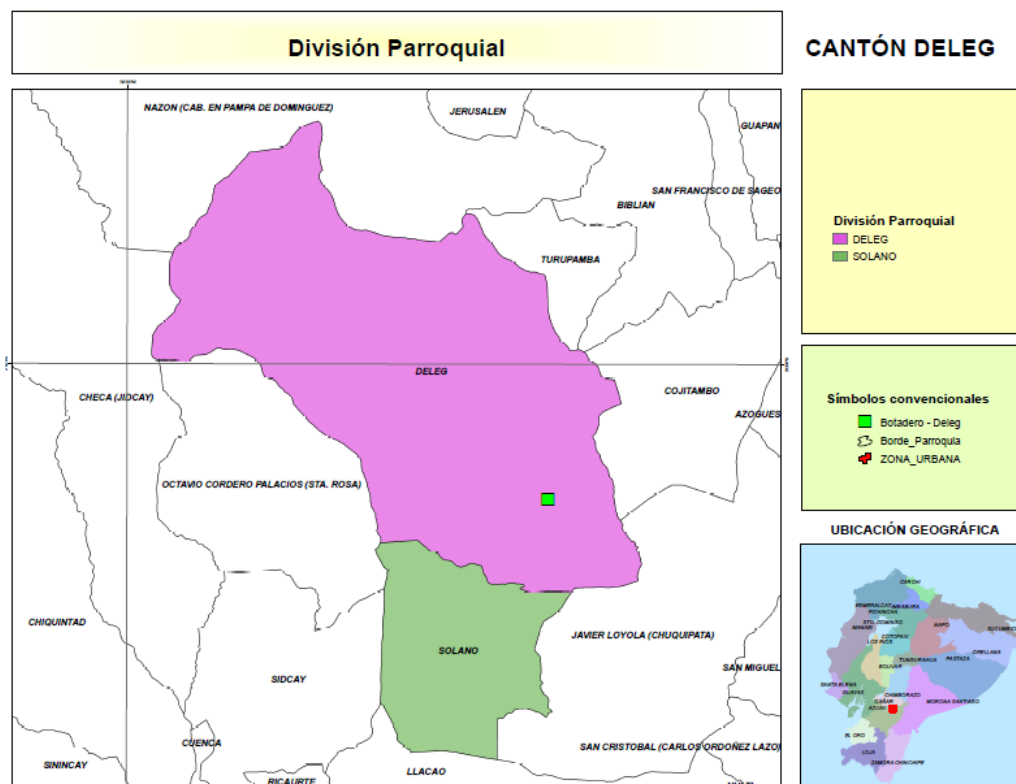


Figura 5. Mapa geográfico del Cantón Déleg. Asociación de Municipalidades del Ecuador – AME (año 2014)

2.3.1.3 Población. En el censo realizado por el INEC en el año 2010 se determinó que existían 6 100 habitantes en el cantón, 578 habitantes en el área urbana y 5 522 habitantes en el área rural, como en otros cantones de la Provincia del Cañar, Déleg ha padecido una fuerte migración al extranjero, lo cual ha supuesto un descenso poblacional en comparación al censo realizado en el año 2001, esto unido a la baja natalidad no ayuda a la recuperación poblacional (GAD Municipal de Déleg, 2014). En la tabla No.1 se presenta la proyección de la población del cantón Déleg, la cual se la determinó a través de un escenario promedio, utilizando para ello la tasa de crecimiento demográfica (TCD) intercensal (2001 – 2010) del cantón Déleg la cual es de - 0,22 % y TCD intercensal (2001 – 2010) de la provincia del Cañar cuyo valor es de 0,94 %.

Tabla 1
Proyección de la población del cantón Déleg

CANTÓN DÉLEG							
AÑO	RESIDE	POBLACIÓN		AÑO	RESIDE	POBLACIÓN	
		FLOTANTE	TOTAL			FLOTANTE	TOTAL
		(hab.)				(hab.)	
2010	6100	63	6163	2021	6360	65	6425
2011	6122	63	6185	2022	6385	66	6451
2012	6145	63	6208	2023	6411	66	6477
2013	6168	63	6231	2024	6437	66	6503
2014	6191	64	6254	2025	6463	66	6529
2015	6214	64	6278	2026	6490	67	6556
2016	6238	64	6302	2027	6517	67	6583
2017	6262	64	6326	2028	6544	67	6611
2018	6286	65	6351	2029	6572	68	6640
2019	6311	65	6375	2030	6600	68	6668
2020	6335	65	6400				

Fuente: Elaboración propia

2.3.1.4 Clima. El clima predominante del cantón Déleg es el ecuatorial Mesotérmico Semihúmedo (GAD Municipal de Déleg, 2014).

Las temperaturas medias anuales varían de una parte a otra del cantón. En el Oeste tenemos las temperaturas más bajas, unos 8 °C de mínima y unos 10 °C de máxima. En la parte Este las temperaturas medias anuales alcanzan los 16 °C. Las precipitaciones medias anuales oscilan entre los 1 250 y los 1 000 mm. (GAD Municipal de Déleg, 2014).

2.3.1.5 Suelo. El 42.25 % del suelo del cantón Déleg es muy arcillosos, le siguen los suelos arcillosos, en un 30 %, con presencia de grietas, lo cual provoca un mal drenaje. La topografía en el cantón es muy irregular, pero predominantemente colinada, con pendientes entre el 25 a 50 por ciento en la mayor parte del territorio (GAD Municipal de Déleg, 2014).

2.3.1.6 Hidrografía y cuencas. El río Déleg es el principal afluente que cruza de norte a sur el cantón, se enmarca dentro de la hoya del río Paute. Se forma de la unión de los ríos Ñamurelti y

Gulag, que nacen en los cerros Ñamurelti (3.028 m.s.n.m.) y Toldo. En el sur del cantón deposita sus aguas en el río Azogues o Burgay. (GAD Municipal de Déleg, 2014).

2.3.1.7 Vialidad. El GAD Municipal de Déleg (2014), determinó que el cantón posee 134,64 kilómetros de vías de las cuales 10,96 kilómetros son asfaltadas, 96,54 kilómetros poseen material de mejoramiento y 27,14 kilómetros son de tierra.

2.3.1.8 Principales generadores de residuos sólidos en la zona urbana.

Domicilios – Comercio. En la zona urbana del cantón Déleg en el año 2010 el INEC determino que existían 301 viviendas de las cuales 169 viviendas eliminaban la basura por medio del vehículo recolector, representando el 89,89% de las viviendas en la zona urbana del cantón (AME, 2014).

Mercados. El cantón Déleg posee un solo mercado destinado al expendio al por menor de productos agrícolas, elaborados y de abarrotes, de origen animal, alimentos preparados, productos de bazar, entre otros (AME, 2014).

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Alcance

La presente investigación, se la realizo en el cantón Déleg, recopilando para ello información de los habitantes y la proporcionada por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Déleg, toda esta información relacionada a los residuos sólidos no peligrosos.

Para establecer la calidad, cantidad y componentes de los residuos sólidos domiciliarios, se recolectaron muestras tanto de la cabecera cantonal como de su parroquia rural y comunidades, para el rediseño de las rutas de recolección se realizó un estudio de tiempos y movimientos para finalmente presentar una propuesta de rediseño del sistema de recolección de residuos sólidos domiciliarios.

3.2 Materiales y equipos

- Balanzas.
- Cámara fotográfica.
- Dispositivo GPS.
- Equipos y suministros de oficina (computador, impresora, papel, lápiz, esferos, tablero de apoyo, etiquetas adhesivas, entre otros).
- Equipos de protección personal (guantes, mascarillas, botas, chaleco, etc.).
- Fundas plásticas para basura.
- Palas.
- Plástico.
- Recipientes plásticos.
- Sogas.
- Vehículos.

3.3 Técnicas e instrumentos

Para alcanzar los objetivos de esta investigación se utilizó diferentes técnicas e instrumentos de investigación, tales como la encuesta, entrevistas y visitas *in situ*, así como la observación, todas estas fuentes de información primaria, las cuales se detallan a continuación.

3.3.1 Encuesta. La encuesta fue dirigida a los ciudadanos que residen en el cantón Déleg, para determinar la percepción de la población sobre el manejo de los residuos sólidos. Se realizaron 82 encuestas, 30 en el área urbana y 52 en el área rural (parroquia Déleg y Solano) del cantón, este número de encuestados corresponde al número de viviendas a ser muestreadas para la caracterización de los residuos sólidos.

3.3.2 Entrevista. La entrevista se la realizó al técnico representante de la gestión de los residuos sólidos del cantón Déleg.

3.3.3 Visitas y observación *in situ*. Se llevaron a cabo varias visitas al cantón Déleg, su área urbana como rural, así como al lugar de disposición final de los residuos. La observación se enfocó sobre todo a personas, fenómenos, acciones y situaciones, los resultados obtenidos conjuntamente con la encuesta y la entrevista, permiten determinar las fortalezas, debilidades y sobretodo las oportunidades del actual sistema de recolección. Para la aplicación de esta técnica se realizó una ficha de observación; esta ficha, así como el formato de encuesta y entrevista se encuentran en el Anexo B.

3.4 Método

3.4.1 Diagnóstico de la situación actual del sistema de recolección de los residuos sólidos no peligrosos. El diagnóstico se lo realizó durante el trabajo de campo en donde se realizaron las entrevistas al personal que interviene en el manejo de los residuos sólidos con la finalidad de obtener datos sobre el sistema de recolección, vehículos, personal y costos, además de utilizar las respuestas obtenidas de la encuesta realizada a los habitantes del cantón, para completar la información se utilizó los datos obtenidos de la ficha de observación.

3.4.2 Caracterización de los residuos sólidos. Para la caracterización se utilizó la metodología propuesta por Arévalo y Muñoz (2010), la cual recoge información y propuestas para la caracterización de residuos de autores como (Sakurai, 1983; Collazos y Duque, 1998; Cantanhede et al., 2005), entre otros.

3.4.2.1 Estratificación o clasificación de la fuente generadora. Se realizó la estratificación o clasificación de la fuente generadora en área urbana y área rural, no se consideró realizar la estratificación socioeconómica en función de los rangos de consumo de energía eléctrica como sugiere Arévalo y Muñoz (2010), debido a que Déleg resulta ser un cantón atípico ya a que el 90,5 % de la población (INEC, 2010) se encuentra en el área rural, además porque el número de viviendas ocupadas resulta ser menor al número de viviendas con el servicio de energía eléctrica, esto debido a la fuerte migración que existe, por lo cual resulta demasiado complicado realizar la distribución y toma de muestras.

Área	Comprende o abarca
Urbana	Zona consolidada
Rural	Periferia del área urbana y comunidades de la parroquia Déleg. Parroquia solano (centro parroquial y comunidades).

Figura 6. Cuadro de la estratificación de la población para la toma de muestras. Fuente: Elaboración propia

3.4.2.2 Determinación del tamaño de la muestra. Arévalo y Muñoz (2010) presentan un gráfico con el cual se puede estimar el tamaño de la muestra, con el fin de simplificar los cálculos para la determinación del tamaño de una muestra de una población determinada, esta grafica se la obtuvo a partir de fórmulas planteadas en procedimientos recomendados por Sakurai, (1983); Cantanhede et al., (2005), menciona que la estimación de esta muestra se la hace con un nivel de confianza del 95 %, un error de estimación del 5 % y una varianza del 10 % de la generación *per cápita* domiciliaria (gpd).

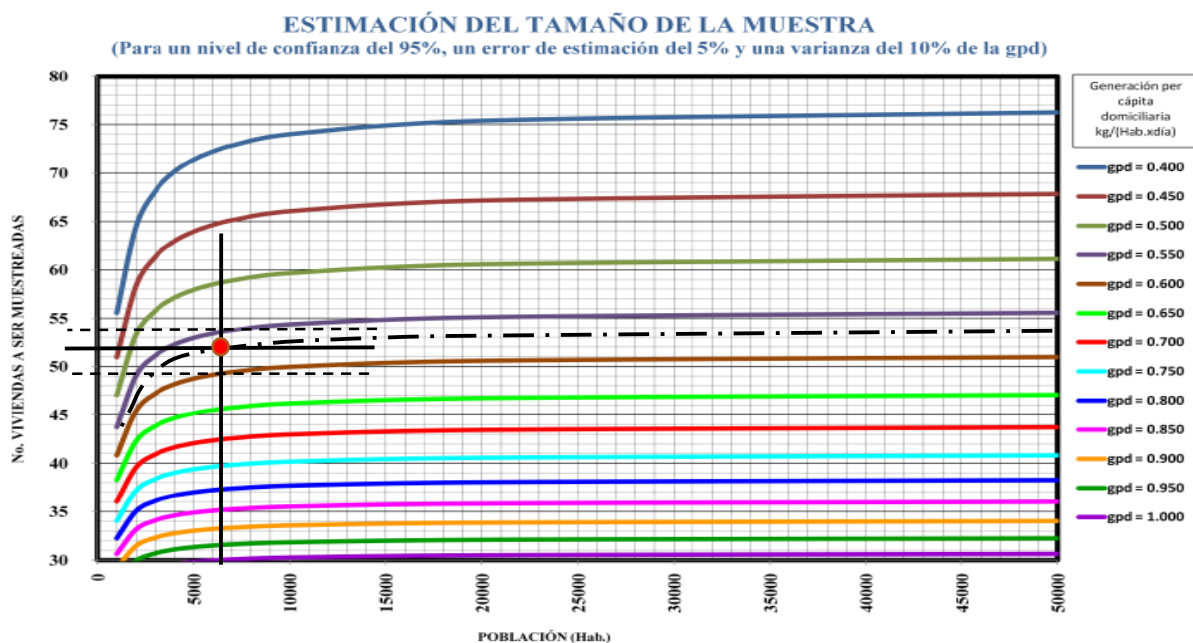


Figura 7. Estimación del tamaño de la muestra. Adaptado de: Arévalo y Muñoz (año 2010)

Para la determinación de la muestra se empleó la población actual 6 351 habitantes, esta se obtuvo mediante una proyección de población del censo del año 2010 realizado por el INEC y la *gpc* domiciliaria obtenida del “Estudios y diseños definitivos para la gestión integral de residuos sólidos del GAD de Déleg” realizada por el AME en el 2014, la cual es de $0,57 \text{ kg hab}^{-1} \text{ día}^{-1}$, dando como resultado un tamaño de la muestra de 52 viviendas. La proyección de la población y el cálculo para el tamaño de la muestra se encuentran detallados en el Anexo D.

3.4.2.3 Distribución de la muestra. La distribución de la muestra se la realizó proporcionalmente a cada área en función de las viviendas habitadas, como se aprecia en la tabla No.2.

Tabla 2

Distribución de muestras por área

Cantón Déleg	Población año 2018 (hab.)	Total de viviendas	Viviendas en %	Muestras por estrato	Incremento 10%	Total de muestras por estrato	Muestras a tomarse
Urbana	630	200	9,67	5	1	6	30
Rural	6004	1868	90,33	47	5	52	52
Total	6634	2068	100,00	52	6	58	82

La población del año 2018 se la calculo proyectando la población del año 2010. Fuente: Elaboración propia

Collazos y Duque (1998), recomienda que el tamaño de la muestra sea igual o mayor a 30 para determinar la generación *per cápita* domiciliaria, mientras que para determinar el peso específico de almacenamiento y la composición física de los residuos se necesita una muestra mínima de 0,15 m³ o 50 kg (Sakurai, 1983; Cantanhede et al., 2005), por lo cual se decidió asumir un número de 30 muestras como mínimo para cada estrato, con el fin de obtener con esa cantidad de muestras los tres parámetros básicos de los residuos sólidos, (generación *per cápita*, peso específico y composición física).

3.4.2.4 Recolección de muestras. Con el número de muestras obtenido y distribuido proporcionalmente en cada estrato (área urbana y rural), se procedió a distribuir el número de muestras de forma aleatoria, una vez seleccionada las viviendas a ser muestreadas y definido los tipos de residuos a ser caracterizados, se realizó la socialización del proceso de caracterización a cada una de estas viviendas, con la finalidad de coordinar y explicar a sus habitantes el procedimiento a seguir para la recolección de las muestras, además de entregarles un comunicado oficial de la ejecución del muestreo y de realizar la encuesta de la calidad del servicio de recolección. El periodo de muestreo duro ocho días consecutivos, periodo mínimo recomendado por (Sakurai, 1983; Norma Mexicana NMX-AA-61-1985, 1985), durante este periodo se entregaron las fundas necesarias a cada vivienda para que depositen sus residuos. Durante la recolección se codificaron cada una de las fundas “VU” para vivienda urbana y “VR” para vivienda rural junto con el número de vivienda asignado, además de registrar el número de habitantes y el número de días transcurridos desde la entrega de la anterior muestra.



Figura 8. Socialización de la caracterización y recolección de muestras. Fuente: Elaboración propia

2.4.2.5 Determinación de la generación per cápita domiciliaria. Las muestras recolectadas durante el primer día fueron descartadas con la finalidad de “encerar” las muestras a ser tomadas en los siguientes días. Cada día se pesaba la muestra y se la registraba en el respectivo formulario el cual se lo puede ver en el Anexo B. La tasa de generación que se determino es la generación *per cápita* promedio ponderada, la cual se utiliza para el diseño y dimensionamiento de los diferentes componentes del sistema de aseo (Arévalo y Muñoz, 2010), esta se determinó con la siguiente expresión.

$$g_{pp} = \frac{\sum_{i=1}^j (g_{pi} \times P_i)}{\sum_{i=1}^j (P_i)} \quad (1)$$

Donde:

g_{pp} Generación *per cápita* promedio ponderada de residuos sólidos “kg hab⁻¹ día⁻¹”

$i = 1, 2, 3, \dots, i$ Estratos o rangos considerados para el muestreo

g_{pi} Generación *per cápita* promedio de residuos sólidos correspondiente a cada estrato o rango “kg hab⁻¹ día⁻¹”

P_i Población de cada estrato o rango expresado en habitantes.



Figura 9. Pesaje de cada muestra. Fuente: Elaboración propia

3.4.2.6 Peso específico de almacenamiento. Con las muestras recolectadas después de ser pesadas para determinar la generación *per cápita* domiciliaria se procedió a realizar el “Método de Cuarteo” (Sakurai, 1983; Norma Mexicana NMX-AA-61-1985. 1985; Arévalo y Muñoz, 2010) el cual se describe a continuación:

- Las muestras recolectadas se vierten en sobre un plástico, con la finalidad de evitar la
- pérdida de humedad.
- Trozar los residuos más gruesos hasta conseguir un tamaño de más o menos 15 cm o menos.
- Mezclar los residuos sólidos de tal forma que se homogenicen.
- Se divide este montón en cuatro partes semejantes, dos partes opuestas se desechan y las otras dos se vuelven a mezclar para formar un nuevo montón.

- Se repite este proceso hasta obtener el volumen o peso requerido, en este caso para llenar un recipiente de 55 galones.



Figura 10. Procedimiento para determinar el peso específico. Fuente: Elaboración propia

El peso específico se determina dividiendo el peso de los residuos para el volumen de los residuos.

3.4.2.7 Determinación de la composición física. La decisión sobre los componentes a separarse se toma en función directa del tipo de estudio que se desee realizar y debe ser hecha cuidadosamente para que no se produzcan distorsiones (IBAM, 2006,p. 61), debido a que en el Ecuador no están normados los componentes mínimos a determinarse en la composición física de los residuos sólidos, se optó por determinar los componentes que propone (Arévalo y Muñoz, 2010), con la diferencia de que el componente caucho se lo incluyo en otros y se agregó los plásticos PET, debido al incremento de éstos y al potencial que tienen para ser reciclados.

Componentes
Materia orgánica
Papel y cartón
Metales
Plástico blando
Plástico rígido (excepto PET)
PET
Vidrio
Textiles
Tetra pack
Materia inerte
Desechables o descartables
Papel higiénico, pañales, toallas
Otros

Figura 11. Componentes a ser determinados en los residuos sólidos domésticos. Adaptado de: Arévalo y Muñoz (año 2010)

Para determinar la composición física se utilizó la muestra obtenida para la determinación del peso específico de almacenamiento, de la cual ya se tiene su peso, la separación se la realizó manualmente, para después pesar cada uno de los componentes y así calcular el porcentaje en peso de éstos. El error aceptable entre la sumatoria de los pesos parciales de los componentes y el peso inicial de la muestra deberá ser de máximo $\pm 3\%$ (Arévalo y Muñoz, 2010). Los valores obtenidos cada día se registraron en su respectivo formulario el cual se lo puede ver en el Anexo B.



Figura 12. Determinación de la composición física de los residuos sólidos domiciliarios. Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos de la caracterización de residuos sólidos fueron digitalizados para obtener los resultados sobre generación *per cápita* domiciliaria, composición física y peso específico tal como se puede apreciar en el Anexo E.

3.4.3 Evaluación de las rutas actuales de recolección y transporte de los residuos sólidos no peligrosos. Para la evaluación de las rutas actuales de recolección y transporte de los residuos sólidos no peligrosos en el cantón Déleg, se realizó la determinación de los tiempos y movimientos de cada uno de los vehículos recolectores, para cuantificar el tiempo utilizado en el cumplimiento de cada una de las actividades, determinar tiempos improductivos, generar rutas alternas, además de representar de forma gráfica cada una de las rutas que siguen los vehículos recolectores diariamente (SEDESOL, 1997). Por otro lado, la información obtenida en la evaluación de rutas, se utilizó para realizar los rediseños de las nuevas rutas de recolección.

En el estudio de tiempos y movimientos se realizó una clasificación de tiempos para evaluar de mejor manera, la operación de cada una de las rutas de recolección; a continuación, se detalla la clasificación de tiempos.

Tiempo Efectivo de Trabajo (TT), este tiempo se refiere al empleado para cumplir con la macroruta, es decir el tiempo medido desde que el vehículo de recolección sale del garaje, se dirige a la ruta de recolección, deposita los residuos recolectados en el sitio de disposición final y vuelve al garaje.

Tiempo Productivo (TP), corresponde al tiempo que efectivamente se utiliza para la recolección de los residuos dentro de la microruta.

Tiempo Improductivo (TI), Se refiere al recorrido dentro de la microruta en el cual no se realiza ninguna recolección.

Tiempo de Recorrido Fuera de Ruta (TRFR), se consideró como el tiempo empleado en los traslados desde el garaje hasta que inicia el microruteo, cuando termina de recolectar los residuos

y llega hasta el sitio de disposición final, el tiempo de vaciado de los residuos, el regreso al garaje y otros no relacionados directamente a la recolección.

Estas definiciones fueron aplicables también para referirse a distancias y velocidades de cada ruta.

La evaluación se realizó en todas las rutas de recolección de los residuos sólidos no peligrosos del cantón Déleg, para lo cual se elaboró una hoja de registro en la cual se anotó la información general de la ruta y del vehículo, así como los tiempos y actividades realizadas por éste, tal como se muestra en el Anexo F.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 Diagnóstico del sistema de recolección de los residuos sólidos

4.1.1 Almacenamiento temporal de los residuos sólidos domiciliarios. De las encuestas realizadas el 72 % de los encuestados, utiliza fundas para depositar los residuos, las cuales se encuentran en tachos generalmente de plástico ubicados dentro de sus hogares.

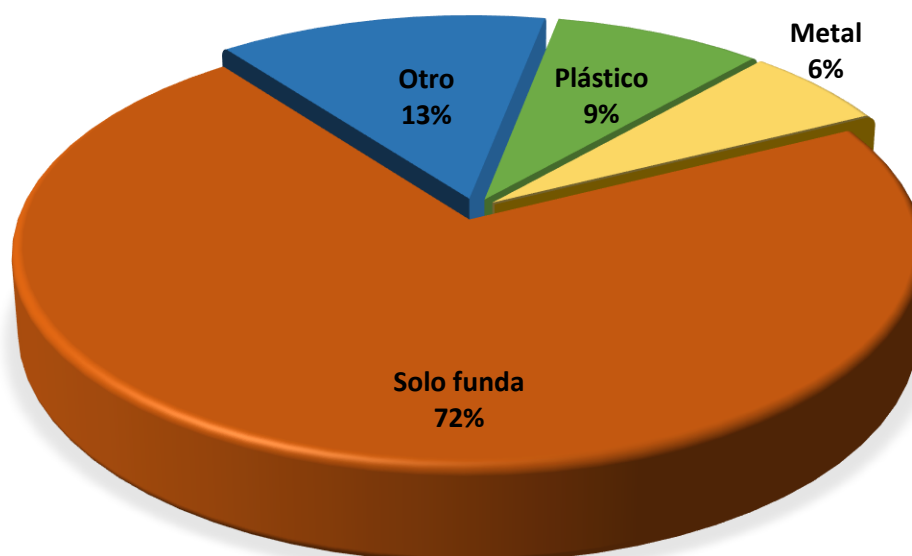


Figura 13. Recipientes para almacenamiento de residuos y porcentajes de población. Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Separación de residuos en la fuente generadora. De las encuestas realizadas se determinó que el 79 % de los encuestados realiza la separación de los residuos, siendo la materia orgánica el componente que más se separa con un 79 %, este es utilizado como alimento para animales o como abono en los terrenos de cultivo, los envases PET, el papel y cartón, son reutilizados, regalados o comercializados directamente por los generadores. Además, según los encuestados las fundas plásticas son el material que más arrojan en el recipiente para la basura.

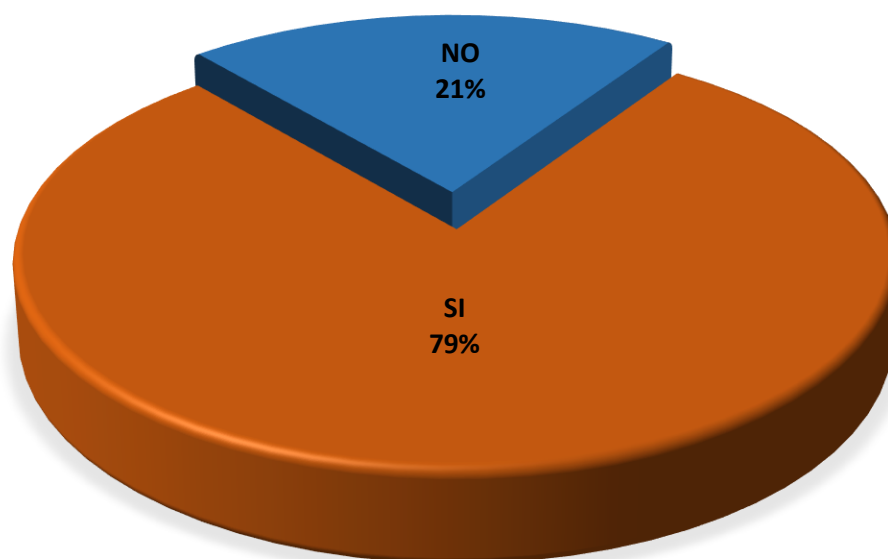


Figura 14. Porcentaje de personas que separan los residuos sólidos generados. Fuente: Elaboración propia

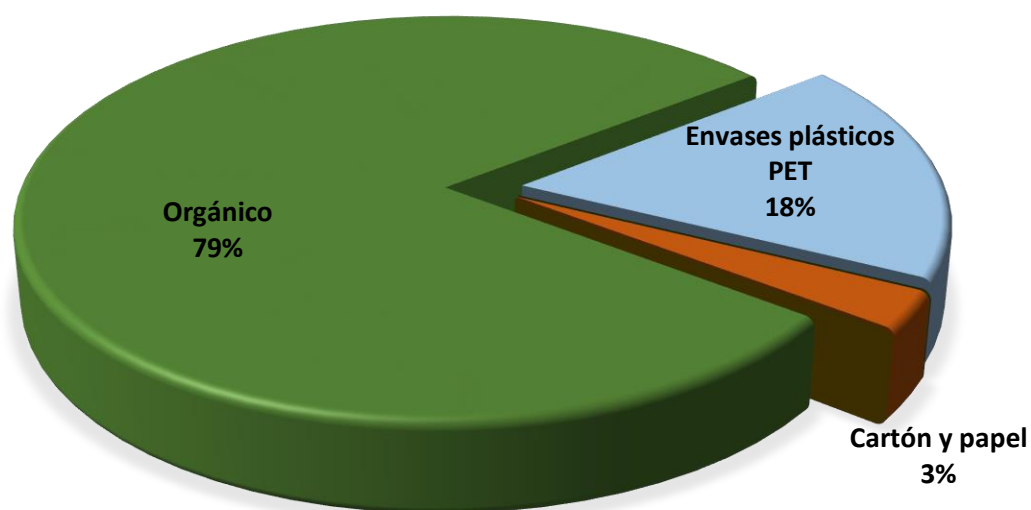


Figura 15. Porcentaje de la población que separa cada componente. Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Sistema de recolección. La recolección de los residuos sólidos en el cantón Déleg se lo realiza mediante un solo vehículo recolector con caja de compactación de carga trasera, las características básicas de vehículo se detallan en la siguiente tabla No.3.

Tabla 3
Características del vehículo recolector

Marca / modelo	Año / modelo	Marca de Caja Compactadora	Capacidad volumétrica (m ³)	Capacidad de carga (Ton.)	Tipo de Carga	Costo Inicial (USD.)	Estado
Chevrolet Kodiak 211	2006	FANALCA modelo F16	13	8,4	Posterior	125 000	Bueno

Datos obtenidos de la entrevista al Jefe de Gestión Ambiental del GADM de Déleg. Fuente: Elaboración propia



Figura 16. Vehículo recolector. Fuente: Elaboración propia

De la información obtenida de la entrevista al representante del sistema de aseo, al vehículo recolector se le realiza mantenimientos periódicos por lo cual se lo ha podido mantener en buen estado llegando a estimarse un tiempo de vida útil de 15 años.

De la evaluación de las rutas, se determinó que existen cuatro rutas de recolección, las cuales se realizan con una cuadrilla de dos personas (incluido el conductor), no existe una recolección diferenciada, se recolecta todos los residuos generados en el cantón, sean estos domiciliarios, del barrido de calles, de instituciones educativas, del mercado, etc. El desalojo de los residuos se los realiza, los días martes y viernes en el relleno sanitario de la ciudad de Cuenca, que se encuentra ubicado a el sector de Pichacay a unos 41 kilómetros de distancia del centro cantonal de Déleg, llevando en cada viaje un promedio de 4,47 toneladas.

La cantidad promedio de recolección en cada ruta se la obtuvo a partir de los comprobantes de ingreso al relleno sanitario de Pichacay, cuando el vehículo recolector se encontraba paralizado y se empleaba volquetas las cuales realizaban el desalojo al finalizar cada ruta. La frecuencia y rutas de recolección que realiza el vehículo durante la semana se detallan en la tabla No.4.

Tabla 4
Rutas de recolección actuales

Rutas	Días de recolección	Distancia recorrida (km)	Cantidad promedio de residuos recolectados (Ton)	Comunidades y barrios de recolección
1	Lunes	51,21	2,24	Barrio El Roció, Gulaquin, Turupamba, Cachicucho, Vía a San Luis, Recolección del Mercado Chaguarpamba. La Colina, Manzanapamba, Bayandel, Dutasay, Vía Cuenca - Déleg, Zinin, Gruta la Dolorosa.
2	Martes y Viernes	96,08	2,04	Centro Urbano de Déleg, Chulcay Bajo, Pasavalle, Vía a Mesaloma, Dubliay, Dubliay la Gruta.
3	Miércoles	68,09	1,40	Gunin, Sigsipamba, Zinin, G. La Dolorosa, Surampalti, Purrin, San Pedro, Chanchun, Nueva Alianza, Mesaloma, Vía a Patrón Santiago, Hornapala, Jerusalén, Vía a San Nicolás, Fátima, Tunincay Chucurin, Animas pamba, Cristo Rey.
4	Jueves	36,69	1,54	Sitincay, Sitincay Grande, Vía a la Caldera, Calvario, Yolon, Domay, Borma, Portete, Jacarin, Centro Parroquial de Solano, Laguna de Guabizhun, Sigsipamba.

Datos obtenidos de la evaluación de rutas de recolección (Fuente: Elaboración propia)

De las personas encuestados el 46 % considera que el servicio de recolección es regular, un 43% lo considera bueno, mientras que el resto lo considera malo; la mayoría de los encuestados que calificaron el servicio como bueno corresponde al área urbana del cantón, ya que estos reciben el servicio dos veces a la semana, mientras que el resto del cantón solo tiene el servicio de recolección una vez por semana, además el 74 % de los encuestados asegura que guarda los residuos que no han sido recolectados o que por diversos motivos no los han podido sacar, para el próximo día de recolección.

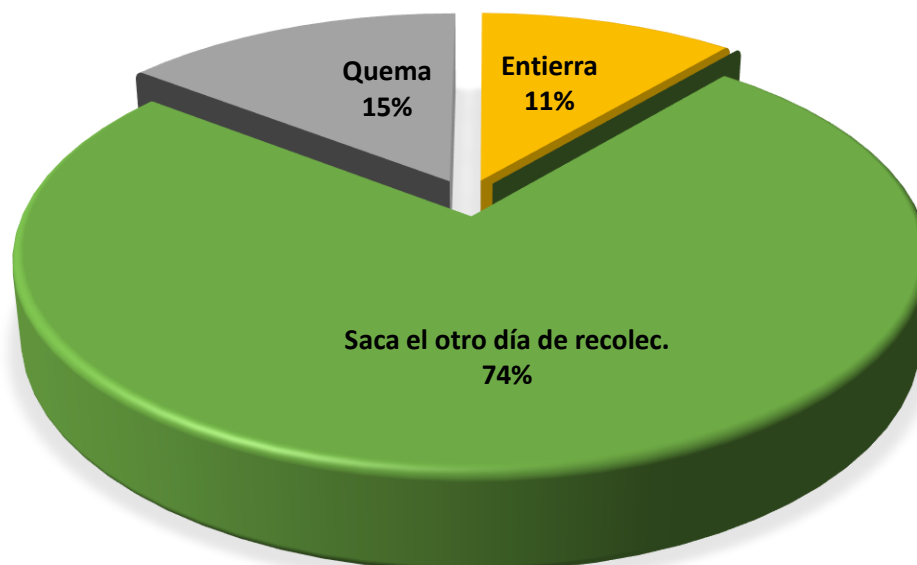


Figura 17. Porcentaje de la población y forma de disponer los residuos que no han sido recolectados. Fuente: Elaboración Propia

4.1.4 Microbasurales. Son pequeños vertederos improvisados e ilegales en zonas urbanas o rurales. Suelen generarse paulatinamente en zonas poco controladas o abandonadas. Son foco de infecciones y hábitat de vectores sanitarios tales como ratas, moscas y demás fauna urbana.

Se identificó cuatro microbasurales en el cantón, todos estos ubicados al lado de vías y próximo a quebradas, por los residuos que se encontraron, se presume que estos microbasurales son generados por la población flotante que pasa en este cantón solo los fines de semana en quintas vacacionales y no está informada sobre los días de recolección de los residuos. En la siguiente tabla se muestra las coordenadas donde se encuentran estos microbasurales.

Tabla 5
Ubicación de microbasurales

No	Localización	Zona	Coordenadas UTM	
			Este	Sur
1	Vía a Jerusalén (quebrada Chulcay)	17 S	731828.00 m	9694281.00 m
2	Comunidad de Dubliay en la Vía Cuenca - Déleg	17 S	729342.00 m	9692034.00 m
3	Vía a la Gruta la Dolorosa	17 S	728470.00 m	9690888.00 m
4	Calle Padre Vicente Pacheco – Parroquia solano	17 S	729445.00 m	9689195.00 m

Datos obtenidos del estudio de tiempos y movimientos y de la observación de campo (Fuente: Elaboración propia)



Figura 18. Microbasurales en el cantón Déleg. Fuente: Elaboración propia

4.2 Caracterización de los residuos sólidos no peligrosos

4.2.1 Generación *per cápita* domiciliaria.

Tabla 6

Generación per cápita domiciliaria urbana, rural y la promedio ponderada

Zona / área	Población Año 2018 (hab.)	Periodo de muestreo	Generación Per cápita (kg hab ⁻¹ día ⁻¹)	Gpd * población
Urbana	603	03 al 09/dic./2018	0,535	322,84
Rural	5748	10 al 16/dic./2018	0,531	3054,19
Total	6351			3376,59
Generación <i>per cápita</i> promedio ponderada		3376,59 / 6351 = 0,532 kg hab⁻¹ día⁻¹		

Datos obtenidos de la caracterización de residuos sólidos (Fuente: Elaboración propia)

Con la generación *per cápita* se obtuvo una producción diaria domiciliaria de residuos de 3,378 Ton día⁻¹, cabe señalar que la producción de residuos sólidos cantonal considera la producción de

residuos domiciliaria, la de instituciones, la del barrido de calles y la del mercado municipal, las tres últimas representan el 6 % de toda esta producción. (AME, 2014).

4.2.2 Peso específico de almacenamiento. Se puede apreciar que en la tabla No. 7 que el peso específico en el área urbana es mayor a la rural, esto es debido a que no se separa mucho la materia orgánica del resto de residuos.

Tabla 7

Peso específico de almacenamiento urbano, rural y promedio ponderado

Zona / área	Población Año 2018 (hab.)	Periodo de muestreo	Peso específico (kg m ⁻³)	P. Esp.* población
Urbana	603	03 al 09/dic./2018	116,71	70373,73
Rural	5748	10 al 16/dic./2018	106,53	612353,93
Total	6351			682727,66
Peso específico promedio ponderada $682727,66 / 6351 = 107,50 \text{ kg m}^{-3}$				

Datos obtenidos de la caracterización de residuos sólidos (Fuente: Elaboración propia)

4.2.3 Composición física.

Tabla 8

Composición física urbana y rural

Población año 2018 (hab.) Componentes	Áreas	
	Urbana 603	Rural 5748
	% en peso	
Materia orgánica	53,79	55,11
Papel y cartón	6,68	5,75
Metales	1,05	0,90
Plástico blando	7,74	8,44
Plástico rígido	1,28	1,32
PET	3,80	2,58
Vidrio	3,42	2,90
Textiles	3,22	3,57
Tetra pack	1,42	1,45
Materia inerte	1,38	2,14
Desechables o descartables	1,61	1,36
Papel higiénico, pañales, toallas,	10,15	10,06
Otros	4,45	4,42
Total	100,00	100,00

Datos obtenidos de la caracterización de residuos sólidos (Fuente: Elaboración propia)

Tabla 9
Composición física promedio ponderada de los residuos sólidos domiciliarios

Componentes	Zonas / áreas					Composición física ponderada (% en peso)
	Urbana 603 (hab)		Rural 5748 (hab)		Sumatoria	
	(% en peso)	(%*pob.)	(% en peso)	(%*pob.)	(%*pob.)	
Materia orgánica	53,79	32433,76	55,11	316795,49	349229,25	54,99
Papel y cartón	6,68	4029,26	5,75	33060,85	37090,11	5,84
Metales	1,05	634,94	0,90	5156,77	5791,72	0,91
Plástico blando	7,74	4668,95	8,44	48517,39	53186,34	8,37
Plástico rígido	1,28	769,87	1,32	7585,72	8355,59	1,32
PET	3,80	2293,89	2,58	14816,39	17110,28	2,69
Vidrio	3,42	2061,39	2,90	16640,73	18702,13	2,94
Textiles	3,22	1942,57	3,57	20515,46	22458,03	3,54
Tetra pack	1,42	858,10	1,45	8313,81	9171,91	1,44
Materia inerte	1,38	834,70	2,14	12312,98	13147,67	2,07
Descartables o desechables	1,61	969,59	1,36	7835,50	8805,09	1,39
Papel higiénico, pañales, toallas	10,15	6121,03	10,06	57834,06	63955,08	10,07
Otros	4,45	2681,95	4,42	25414,85	28096,80	4,42
	100,00		100,00			100,00

Datos obtenidos de la caracterización de residuos sólidos (Fuente: Elaboración propia)

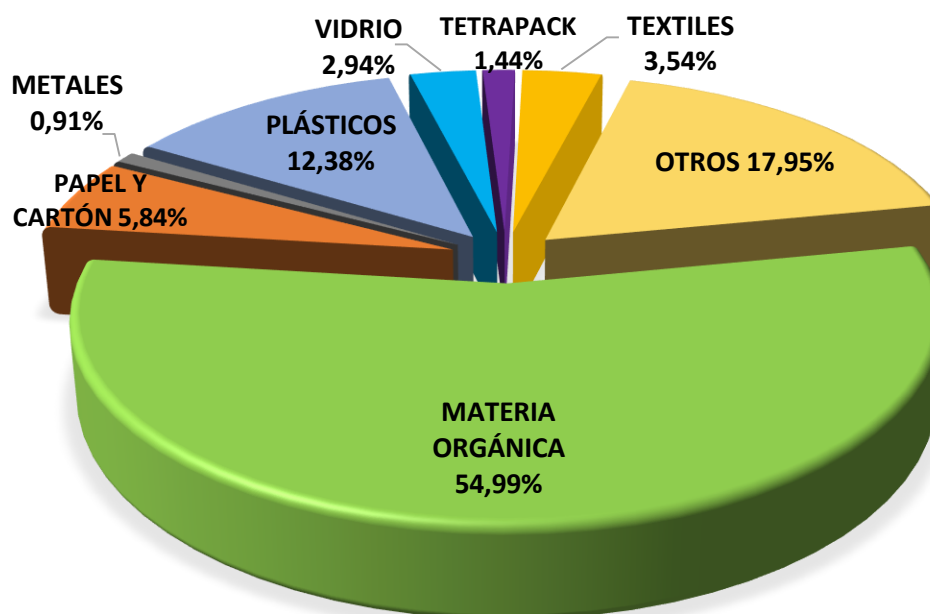


Figura 19. Resumen de la composición física ponderada de los residuos sólidos domiciliarios del cantón Déleg.
Fuente: Elaboración propia

En el resumen de la composición física de los residuos de la figura No.19, se puede observar que la materia orgánica es el componente que más se genera, seguido del plástico, si bien el componente “otros”, es superior al componente plástico éste está compuesto de materiales que no pueden ser aprovechados como pañales, papel higiénico, toallas, descartables entre otros.

4.3 Evaluación de las rutas actuales de recolección y transporte de los residuos sólidos no peligrosos

4.3.1 Método de recolección. De la evaluación de las rutas se determinó que el método de recolección empleado en el área urbana es el de acera, en el cual los habitantes sacan los residuos frente de sus casas, para que estos sean retirados por el personal de recolección, mientras que en el área rural se realiza una recolección combinando el método de parada fija y el de acera debido a que el vehículo recolector no ingresa en ciertas vías por lo cual los habitantes de esos lugares depositan los residuos en un punto común por donde pasa el vehículo recolector.

4.3.2 Cobertura del servicio de recolección. Se determinó que en el cantón Déleg se recolectan alrededor de 8,96 toneladas de residuos no peligrosos por semana (en 5 días de recolección), la cobertura del servicio de recolección se determinó a partir la población cantonal del año 2019 la cual es de 6375 habitantes y los datos obtenidos de la caracterización de residuos sólidos, teniendo previamente que calcular la producción de residuos en el cantón.

La producción de residuos domiciliarios se la calcula con la siguiente expresión:

$$\text{Prd} = \text{Gpc} * \text{P} \quad (2)$$

Donde:

Prd Producción de residuos domiciliarios (kg día⁻¹)

Gpc Generación per cápita (kg hab⁻¹ día⁻¹)

P Población (hab.)

Remplazando valores en la ecuación 2 tenemos:

$$\text{Prd} = 0,532 * 6375 = 3391,50 \text{ kg día}^{-1}$$

$$\text{Prd} = 3,39 \text{ Ton día}^{-1}$$

Los estudios realizados por el MAE (2014), determinó que la producción de residuos cantonal (Prc) considera la producción de residuos domiciliaria, la del barrido de calles, centros educativos y del mercado municipal, las tres últimas representan el 6% de la producción de residuos de todo el cantón, por lo tanto, la producción de residuos cantonal es igual a 3,61 Tn*día⁻¹, esto significa una producción semanal de 26,27 toneladas.

La cobertura actual del servicio de recolección se la determinó de la siguiente manera.

$$\text{Cobertura} = (\text{Residuos recolectados} * 100) / \text{Producción de residuos cantonal}$$

$$\text{Cobertura} = (8,96 * 100) / 26,27$$

$$= 34,18 \%$$

La cobertura del servicio de recolección en el cantón Déleg es del 34,18 % aproximadamente, aclarando que es una cobertura sin considerar la separación de ciertos componentes que realiza la población.

4.3.3 Frecuencia de recolección. De la evaluación de las rutas de recolección se determinó que solo en el área urbana del cantón se realiza la recolección dos veces por semana, si bien el objetivo general de esta investigación es obtener un diseño en el sistema de recolección de residuos sólidos adecuado y eficiente, se establece una frecuencia de recolección cantonal de dos veces por semana ($F=2/7$), frecuencia mínima recomendada en la bibliografía revisada (SEDESOL, 1997; IBAM, 2006).

4.3.4 Número de viajes. Es la cantidad de veces que el vehículo recolector traslada los residuos al sitio de disposición final, como se pudo apreciar en el estudio de tiempos y movimientos se lo realiza dos veces por semana, los días martes y viernes, esto debido a la distancia que se encuentra el sitio de disposición final y a la cantidad de residuos recolectados en cada una de las rutas.

4.3.5 Tiempos y velocidades en las rutas de recolección. Se determinó que, de las ocho horas de la jornada de trabajo, se utilizan en promedio 5,53 horas para realizar el recorrido de recolección (macroruta), es decir un rendimiento promedio del 69 %, de este valor apenas 3,58 horas son destinadas para la recolección propiamente dicha dentro de la microruta. Los detalles de tiempos generados en cada una de las rutas se presentan en la tabla No.10.

Tabla 10

Tiempos generados en las actuales rutas de recolección

Descripción	Rutas			
	1	2	3	4
	(h)			
Tiempo de la jornada de trabajo	8	8	8	8
Tiempo efectivo de trabajo (TT) - macroruta	6,05	5,98	5,08	5,01
Tiempo productivo (TP) - microruta	4,02	2,92	3,16	4,20
Tiempo improductivo (TI) - microruta	0,46	0,26	1,34	0,67
Tiempo de recorrido fuera de ruta (TRFR) - macroruta	1,56	2,80	0,58	0,13
Rendimiento en porcentaje (%)	75,60%	74,77%	63,55%	62,65%

Datos obtenidos del Anexo F: Estudio de tiempos y movimientos (Fuente: Elaboración propia)

Las rutas 1, 3 y 4 las cuales realizan la recolección en el área rural presenta una velocidad productiva mayor que el de la ruta 2 esto debido a la dispersión que existe de las viviendas, en la tabla No.11 se detalla las velocidades en cada ruta de recolección.

Tabla 11

Velocidades generadas en las actuales rutas de recolección

Descripción	Rutas			
	1	2	3	4
	(km/h)			
Velocidad productiva (VP) - microruta	8,13	3,99	9,95	5,84
Velocidad improductiva (VI) - microruta	19,33	8,34	19,63	13,36
Velocidad de recorrido fuera de ruta (TRFR) - macroruta	19,35	29,40	24,94	23,79

Datos obtenidos del Anexo F: Estudio de tiempos y movimientos (Fuente: Elaboración propia)

4.4 Costo del sistema de recolección

A continuación, se presenta una estimación de los costos anuales de cada uno de los componentes principales que forman parte del sistema de recolección actual, los datos referentes a precios unitarios fueron proporcionados por el Jefe de Medio Ambiente del GADM de Déleg.

Tabla 12

Costo anual del sistema de recolección de residuos sólidos del cantón Déleg

Descripción	Costo anual USD.
Recolección y Transporte	
Costos de capital, maquinaria y equipos (inversión)	-
Depreciación de equipo y maquinaria (inversión)	19.140,6
Subtotal de inversión	19.140,6
Mano de obra calificada	16.008,6
Mano de obra no calificada	9.070,0
Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo	7.909,6
Herramientas y utilería	327,1
Subtotal operación y mantenimiento	33.315,3
Costos anuales	52.455,9

Datos obtenidos del Anexo G: Costos del sistema de recolección (Fuente: Elaboración propia)

En la tabla No.13 se puede observar el costo unitario por tonelada recolectada, entiéndase esto por la recolección y transporte de los residuos sólidos la cual es de 112,28 dólares, considerando para este valor la depreciación, operación y mantenimiento de los equipos, mientras que el costo unitario por tonelada recolectada sin considerar la depreciación de equipos es de 71,31 dólares, para más detalles de los costos del sistema de recolección se puede revisar el Anexo No.6.

Tabla 13

Costo promedio anual por habitante y costo unitario del sistema de recolección

Descripción	Año 2019
Población (hab.)	6375
Cantidad de R.S. recogidos (ton/año)	467
Costos unitarios considerando la depreciación, la operación y mantenimiento del sistema de recolección de los residuos sólidos.	
Costo promedio anual (USD \$/hab)	8,23
Costo promedio mensual (USD \$/hab)	0,69
Costo unit. Sistema de recolección (usd/ton)	112,28
Costos unitarios considerando solo costos de operación y mantenimiento del sistema de recolección de los residuos sólidos.	
Costo promedio anual (USD \$/hab)	5,23
Costo promedio mensual (USD \$/hab)	0,44
Costo unit. Sistema de recolección (usd/ton)	71,31

Datos obtenidos del Anexo G: Costos del sistema de recolección (Fuente: Elaboración propia)

4.5 Rediseño de rutas

4.5.1 Horizonte de proyecto. Para la planificación de sistemas de recolección IBAM (2006) recomienda un horizonte de proyecto de 5 años debido a los cambios que puede presentarse en la urbanización de la ciudad en ese lapso de tiempo, además generalmente la vida útil de los vehículos de recolección se considera entre cinco y ocho años, lo que permite establecer un programa de reposición de equipos. Con estos antecedentes y considerando que el vehículo recolector que está actualmente funcionando tiene una vida de 12 años y que por su estado se estimó una vida útil de 15 años, se optó por considerar un horizonte de proyecto de 5 años.

4.5.2 Población. La proyección de la población del cantón Déleg en base a datos de censo del año realizado por el INEC, para el año 2024 incluido la población flotante es de 6503 habitantes, 618 habitantes en el área urbana y 5885 habitantes en el área rural, ver Anexo D.

4.5.3 Zonas y frecuencias de recolección. Para poder cubrir los cinco días que tiene el personal para realizar la recolección de los residuos sólidos no peligrosos en el cantón Déleg, se definió tres zonas de recolección, de las cuales dos tienen una frecuencia de recolección de dos veces por semana (2/7) y la otra de una vez por semana (1/7).

4.5.4 Cobertura de diseño. Se impuso una cobertura mínima cantonal del 75 % para el año 2019 y con un incremento anual del 1 %, cubriendo el 100 % del área urbana con el servicio de recolección de residuos sólidos no peligrosos desde el primer año de implementar las nuevas rutas.

4.5.5 Determinación del día crítico (Dc). Se determinó a partir de la frecuencia (F), para la zona uno y dos se eligió una frecuencia 2/7, esto significa que un día se recolectará lo producido en tres días y el otro lo producido en cuatro días, este día se lo considera como día crítico, ya que es el día que más residuos se recogen y su valor es 4, mientras que para la zona tres el Dc es 7.

4.5.6 Equilibrar zonas de recolección. Para que el sistema funcione adecuadamente se equilibró las zonas de recolección en función de la población para que en cada zona se recolecte la misma cantidad de residuos sin importar la frecuencia que cada una de estas tenga.

La población total es la sumatoria de las poblaciones en cada una de las zonas de recolección como se ve en la ecuación 2.

$$PT = \sum_{i=1}^j \left(\frac{p_i}{C_i} \right) \quad (3)$$

Donde:

PT Población total (hab.)

$i = 1, 2, 3, \dots, j$ Cada una de las zonas

p Población atendida (hab.)

C Cobertura de recolección

Como la frecuencia de recolección y cobertura en la zona uno es igual al de la zona dos y la cobertura de recolección es la misma para la zona dos y tres tenemos.

$$\frac{p_1}{C_1} = \frac{p_2}{C_2} \quad (4)$$

$$p_2 * Dc_2 = p_3 * Dc_3 \quad (5)$$

Despejando p_1 y p_3 de las ecuaciones 3 y 4 respectivamente y remplazando en la ecuación 2 tenemos:

$$\frac{2p_2}{C_2} + \frac{p_2 Dc_2}{C_3 Dc_3} = PT \quad (6)$$

Datos:

$PT = 6503$ hab. para el año 2024

$Dc_2 = 4$

$Dc_3 = 7$

$C_2 = C_3 = 80 \%$ (considerando el incremento del 1 % anual)

Sustituyendo los valores en la ecuación 5 tenemos que para el año 2024 la población atendida en la zona 1 y 2 es de 2023 habitante y para la zona 3 es de 1153 habitantes, con lo cual queda equilibrada las zonas de recolección.

Por lo tanto, para el horizonte de proyecto se determinó que la población en la zona 1 y 2 es de 2530 habitantes y para la zona 3 la población será de es de 1443 habitantes.

4.5.7 Producción de residuos domiciliarios (Prd).

Datos:

$Gpc = 0,532$ kg hab⁻¹ día⁻¹

$P_1 = P_2 = 2530$ hab.

$$P_3 = 1443 \text{ hab.}$$

Cobertura del 80 % para cada zona

Utilizando la ecuación 1 tenemos:

$$\text{Prd}_1 = 0,532 * 2530 * 0,8 = 1076,96 \text{ kg día}^{-1}$$

$$\mathbf{\text{Prd}_1 = 1,077 \text{ Ton día}^{-1}}$$

$$\text{Prd}_3 = 0,532 * 1443 * 0,8 = 614,14 \text{ kg día}^{-1}$$

$$\mathbf{\text{Prd}_3 = 0,614 \text{ Ton día}^{-1}}$$

4.5.8 Cantidad de residuos recolectados (Cr).

Con la población y producción de residuos domiciliarios, obtenido con la cobertura del 80 %, se procedió a determinar la cantidad de residuos recolectados (Cr) por zona, considerando para ello que se mantiene la producción de residuos del barrido de calles, instituciones y mercado (Pbm) con el 6% de Prc, no se consideró la cantidad de residuos separados por los habitantes ya que el diseño del sistema de recolección debe ser realizado para la condición más crítica.

$$\text{Pbm}_1 = 0,064 * 1,077 = 0,069 \text{ Ton día}^{-1}$$

$$\text{Pbm}_3 = 0,064 * 0,614 = 0,040 \text{ Ton día}^{-1}$$

La cantidad de residuos recolectados por zona es:

$$\text{Cr}_1 = \text{Cr}_2 = 1,077 + 0,069 = 1,146 \text{ Ton día}^{-1}$$

$$\text{Cr}_3 = 0,614 + 0,040 = 0,654 \text{ Ton día}^{-1}$$

4.5.9 Cantidad de residuos recolectados en el día crítico (Cdc). Resultó de multiplicar la cantidad de residuos a ser recolectados en un día por el día crítico.

Datos:

$$\text{Cr}_1 = \text{Cr}_2 = 1,146 \text{ Ton día}^{-1}$$

$$\text{Cr}_3 = 0,654 \text{ Ton día}^{-1}$$

$$\text{DC}_1 = \text{DC}_2 = 4$$

$$Dc_3 = 7$$

Donde:

$$Cdc_1 = 1,146 * 4$$

$$Cdc_1 = Cdc_2 = 4,584 \text{ Ton día}^{-1} \text{ (critico)}$$

$$Cdc_3 = 0,654 * 7$$

$$Cdc_3 = 4,578 \text{ Ton día}^{-1} \text{ (critico)}$$

Como se puede apreciar la cantidad de residuos recolectados en el día critico en cada zona es prácticamente igual, con lo cual quedó demostrado que se encuentra bien equilibrado las zonas de recolección.

4.5.10 Número de vehículos recolectores (#R). El número de recolectores necesarios para cada zona se determinó a partir de la ecuación 6, para lo cual utilizó la capacidad de carga del vehículo recolector que se encuentra en operación (Cc) que es de 8,4 toneladas por viaje y el número de viajes (N) el cual es la cantidad de viajes que puede realizar el recolector al sitio de disposición final en la jornada de trabajo.

$$\#R = Cdc / (N * Cc) \quad (7)$$

Datos:

$$Cdc_1 = Cdc_2 = Cdc_3 = 4,584 \text{ Ton día}^{-1} \text{ (critico)}$$

$$N = 1 \text{ viaje día}^{-1}$$

$$Cc = 8,4 \text{ Ton viaje}^{-1}$$

Reemplazando los valores en la ecuación obtenemos:

$$\#R = 4,584 / (1 * 8,4) = 0,55 \approx 1 \text{ recolector.}$$

En el cantón Déleg, la cantidad de residuos sólidos no peligrosos que se espera recolectar para el día critico en cada zona es inferior a la capacidad de carga del vehículo recolector que se encuentra actualmente en operación, si bien la literatura considera un incremento de vehículos del

20% como factor de reserva (SEDESOL, 1997), para que estos puedan tener el mantenimiento adecuado tanto preventivo como correctivo sin dejar de prestar el servicio; pero resultaría antieconómico adquirir un nuevo vehículo recolector, si en ausencia del vehículo recolector ya sea por daños mecánicos o mantenimiento, se puede realizar la recolección en una volqueta y desalojar los residuos al final de la jornada de trabajo hasta que entre de nuevo en funcionamiento el vehículo recolector.

4.5.11 Macrorutas. El PDYOT del cantón Déleg del año 2014 determinó que de los 78,5 km² de superficie, 24,69 km² no pueden ser habitados porque están declarados como zonas protegidas por lo cual solo 53,81 km² es la superficie habitable.

Se calculó la superficie de cada zona de recolección en función de la proyección de la población del año 2024, la superficie y densidad poblacional del área urbana, centro parroquial de solano y área rural del cantón Déleg.

Tabla 14
Población y superficie de cada área del cantón Déleg.

Área / sector del cantón Déleg	Población (hab.)	Superficie (km ²)	Densidad poblacional (hab./km ²)
Urbana	618	0,82	754
Rural	5738	52,64	109
Centro parroquial de Solano	149	0,35	426

Población estimada para el año 2024 a partir de la proyección de la población del año 2010. Fuente: Elaboración propia

Zona 1

Se determinó la superficie de esta zona con la condición de que cubra a toda el área urbana con una cobertura de recolección del 100 % por lo tanto:

$$\text{Superficie}_{(\text{zona 1})} = (P_1 - P_{(\text{urbana})}) / \text{densidad}_{(\text{rural})} + P_{(\text{urbana})} / \text{densidad}_{(\text{urbana})}$$

$$\text{Superficie}_{(\text{zona 1})} = ((2530 - 618) / 109) + (618 / 754)$$

$$\text{Superficie}_{(\text{zona 1})} = 18,361 \text{ km}^2$$

Zona 2

Se determinó la superficie de esta zona con la condición de que cubra a todo el centro parroquial de Solano con una cobertura de recolección del 100 % por lo tanto:

$$\text{Superficie}_{(\text{zona } 2)} = (P_2 - P_{(\text{Solano})}) / \text{densidad}_{(\text{rural})} + P_{(\text{Solano})} / \text{densidad}_{(\text{Solano})}$$

$$\text{Superficie}_{(\text{zona } 2)} = ((2530 - 149) / 109) + (149 / 426)$$

$$\text{Superficie}_{(\text{zona } 2)} = 22,194 \text{ km}^2$$

Zona 3

La superficie de esta zona abarca solamente el área rural, la cual se determinó de la siguiente manera.

$$\text{Superficie}_{(\text{zona } 3)} = P_3 / \text{densidad}_{(\text{rural})}$$

$$\text{Superficie}_{(\text{zona } 2)} = 1443 / 109$$

$$\text{Superficie}_{(\text{zona } 2)} = 13, 239 \text{ km}^2$$

Estas superficies sirvieron de base para limitar las zonas de recolección, los límites de cada zona se las realizó teniendo en cuenta las vías arteriales, linderos de lotes y barreras topográficas del cantón, como lo sugiere Sakurai (1980) y SEDESOL (1997), para lo cual se utilizaron programas como ArcGIS 10.0 y Google Earth pro.

Las zonas establecidas sobre el cantón Déleg llegaron a tener las siguientes superficies:

Zona 1 con una superficie de 18,24 km²

Zona 2 con una superficie de 22,02 km²

Zona 3 con una superficie de 13,55 km²

El mapa de las zonas de recolección se lo puede apreciar en el Anexo No.8.

Debido a que las viviendas del área rural del cantón se encuentran demasiado dispersas, se tienen vías de difícil acceso y sobre todo el vehículo recolector no llega a trabajar a su máxima capacidad no se diseñó las rutas de recolección en función de la cantidad de residuos a ser

recolectados, sino más bien se diseñó las rutas considerando el rendimiento de la jornada de trabajo, utilizando para ello las velocidades productivas e improductivas promedio obtenidas del estudio de tiempos y movimientos, no se utilizó la velocidad de recorrido fuera de ruta ya que es un valor demasiado bajo, por lo cual se optó por utilizar una VRFR de 50 km/h, en todas las rutas ya que es una velocidad promedio para un vehículo recolector de estas características, con las tres rutas de recolección diseñadas se obtuvo un rendimiento promedio en la jornada de trabajo del 95%, esto es 7,61 horas de trabajo, destinadas a la prestación del servicio, en la tabla No.15 se detallan los rendimientos de cada una de las rutas; además el diseño se lo realizó haciendo una reducción en las distancias recorridas fuera de ruta (DRFR) e incrementando las distancias recorridas en el microruteo con la finalidad de incrementar la eficiencia de recolección.

Del estudio de tiempos y movimientos se determinó que se puede alcanzar un rendimiento de recolección de 640,46 kg obrero⁻¹ hora⁻¹ por lo cual para la recolección de los residuos en las nuevas rutas solo es necesario un obrero, ya que se espera recolectar en el horizonte de proyecto un promedio de 4,58 toneladas de residuos por cada ruta en la jornada de trabajo.

4.5.13 Microrutas

El microruteo se lo realizó heurísticamente, el recorrido de cada una de las rutas se la realizó tomando en cuenta las recomendaciones planteados por (Sakurai, 1980; SEDESOL, 1997; IBAM, 2006), se consideró también la topografía del terreno y el sentido de las vías; ya que por el número de rutas, la cantidad de vehículos a utilizarse y sobre todo por la dispersión de la población rural no amerita utilizar un método determinístico, además no se posee información digitalizada ni física de las condiciones de tráfico en cada una de las vías, para crear las variables necesarias, para utilizar algún algoritmo.

En las microrutas se obtuvo una eficiencia de recolección (a) de 0,72 la cual es aceptable ya que SEDESOL (1997) recomienda que esta varíe de 0,6 a 0,9, a mayor valor de “a” mayor eficiencia

de la ruta, no se pudo incrementar este valor debido a las características de las vías ya que solo el 10% de estas se encuentran asfaltadas, en el Anexo H se presentan los mapas con las rutas de recolección diseñadas.

Tabla 15

Eficiencia y rendimiento del tiempo en las nuevas rutas de recolección

Ruta	F	DP	DI	DRFR	DT	TP	TI	TRFR	TT	Eficiencia de recolección "a"	Rendimiento del tiempo en porcentaje
(km)				(h)							
1	2/7	35,4	15,2	80,89	131,5	5,07	1,00	1,62	7,69	0,70	96,18%
2	2/7	38,2	15,4	74,50	128,1	5,48	1,02	1,49	7,98	0,71	99,77%
3	1/7	34,20	9,36	80,59	124,2	4,90	0,62	1,61	7,13	0,79	89,14%

Fuente: Elaboración propia

4.6 Implementación de los rediseños en el sistema de recolección

La implementación de los rediseños realizados al sistema de recolección se la propone en función de los resultados obtenidos del diagnóstico realizado al sistema de recolección y de las nuevas rutas de recolección diseñadas.

4.6.1 Almacenamiento temporal y separación en la fuente. Para lograr el funcionamiento del sistema se debe tratar el problema desde el origen, esto es la aplicación de las tres erres (3R) reducir, reutilizar y reciclar los residuos, además de homogenizar la forma de almacenar los residuos, con la finalidad de realizar una recolección más eficiente y a su vez disminuir la cantidad de residuos que llegan al sitio de disposición final.

Debido a la distribución de la población en el cantón se propone el uso de fundas plásticas como forma de almacenamiento para sacar los residuos para su recolección, ya que el uso de estas facilita la manipulación del personal encargado de la recolección, se debe capacitar a la población sobre la forma de disponer, la clasificación y el aprovechamiento de los residuos, sobre todo de la materia

orgánica ya que esta representa el 79 % de los residuos que se separan; las capacitaciones pueden realizarse por el propio personal técnico del GAD Municipal a través de reuniones en cada una de las comunidades, con la finalidad de no generar costos adicionales.

4.6.2 Rutas de recolección. Con las nuevas rutas de recolección se optimiza tanto los equipos como el personal encargado de la recolección, con lo cual se pretende que el servicio sea más cómodo para la población del cantón y a su vez disminuya los impactos ambientales que esta actividad pueda generar.

Prevía implementación de las rutas de recolección se debe capacitar al personal encargado directamente de la recolección, supervisor, conductor y obreros sobre simbolización de los esquemas de rutas de recolección, la forma de realizar la recolección en cada una de las rutas, el manejo de los residuos sólidos y el correcto uso de los equipos de protección personal, además de informar a la población los días en los cuales se va a realizar la recolección, esto se lo puede realizar a través de los altoparlantes que existen en cada una de las comunidades, mediante un comunicado oficial del GAD Municipal.

La recolección en el área urbana del cantón Déleg y en el centro parroquial de Solano se utilizará el método de recolección de vereda (puerta a puerta), en el resto del cantón se combinará el método de vereda con el de punto fijo, debido a las características de las vías y a como se encuentra la distribución de las viviendas a lo largo de estas.

Una vez implementado las rutas de recolección se deberá evaluar de manera periódica su eficiencia y realizar los ajustes necesarios, tanto en distancias recorridas como en cantidad de residuos recolectados este último obtenido de los pesos reportados en el Relleno Sanitario.

A continuación, se presentan cada una de las rutas de recolección diseñadas indicando los días de recolección, distancia recorrida, el tiempo estimado a cumplir en cada ruta y las comunidades que estas cubren.

Tabla 16

Nuevas rutas de recolección de residuos sólidos para el cantón Déleg

Rutas	Días de recolección	Distancia recorrida (km)	Tiempo utilizado (h)	Comunidades, barrios y sectores de recolección
1	Martes y Viernes	131,5	7,69	Centro Urbano de Déleg, Chulcay Bajo, Barrio El Roció, Gulaquin, Turupamba, Vía Déleg – Azogues, Chucurin, Cachicucho, Vía a San Luis, Chaguarpamba. La Colina, Jerusalén, Vía a San Nicolás, Fátima, Tunincay, Sigsipamba, Pasavalle, desalojo de residuos en el Relleno Sanitario de la Ciudad de Cuenca.
2	Lunes y Jueves	128,1	7,98	Recolección del Mercado, Vía La Colina – Bayandel, Manzanapamba, Bayandel, Dutasay, Vía Cuenca – Déleg, Vía a Mesaloma Dubliay la Gruta, Dubliay, Purrin, Surampalti, San Pedro, Chanchun, Mesaloma, Nueva Alianza, Patrón Santiago, Manzana Huayco, Hornapala, Zinin, Guabizhun, Centro Parroquial de Solano, Vía Domay - Borma, Gruta la Dolorosa, desalojo de residuos en el Relleno Sanitario de la Ciudad de Cuenca.
3	Miércoles	124,2	7,13	Tunincay, Chulcay, Sitincay Chico, Animas pamba, Sitincay Grande, Vía a la Caldera, Calvario, Yolón, Domay, Borma, Portete, Jacarin, Laguna de Guabizhun, Gunin, Sigsipamba, Cristo Rey, desalojo de residuos en el Relleno Sanitario de la Ciudad de Cuenca.

Fuente: Elaboración propia

4.6.3 Limpieza de microbasurales. La limpieza de los microbasurales se la realizará en las primeras semanas de haber implementado las rutas de recolección, adicionando un obrero a la cuadrilla de recolección para agilizar esta actividad, este obrero puede ser una de las personas que realiza el barrido de calles, una vez realizado la limpieza de los microbasurales este obrero regresará a sus actividades cotidianas, en estos lugares se colocará un letrero el cual indique la prohibición de arrojar residuos, los días de recolección por ese sector y la sanción por el incumplimiento de esta disposición, como ejemplo se muestra la figura No.20.



Figura 20. Modelo de letrero a colocarse en los sitios donde existen microbasurales. Fuente: Elaboración propia.

4.6.4 Cronograma de ejecución.

Actividades	Meses		
	1	2	3
Capacitación de clasificación, aprovechamiento de los residuos sólidos y días de recolección a la población del cantón Déleg.			
Capacitación a los trabajadores en el manejo de residuos sólidos, recorrido de las rutas y uso adecuados de los EPP.			
Implementación de las rutas de recolección			
Limpieza de micro basurales e instalación de letreros.			
Reajuste de las rutas de recolección.			

Figura 21. Cronograma para implementar el rediseño del sistema de recolección de residuos sólidos. Fuente: Elaboración propia

4.7 Costos del nuevo sistema de recolección

En la tabla 17 y 18 se presenta los costos anuales del nuevo sistema de recolección y el costo unitario los cuales fueron determinados a partir del análisis de los precios unitarios de cada uno de los componentes que forman parte del sistema de recolección que fueron proporcionados por el Jefe de medio ambiente del GADM de Déleg.

Tabla 17

Costo anual del nuevo sistema de recolección de residuos sólidos del cantón Déleg

DESCRIPCIÓN	COSTO ANUAL USD. (año 2019)
Recolección y Transporte	
Costos de capital maquinaria y equipos (inversión)	-
Depreciación de equipo y maquinaria (inversión)	19.140,6
Subtotal de inversión	19.140,6
Mano de obra calificada	16.008,6
Mano de obra no calificada	9.070,0
Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo	10.120,8
Herramientas y utilería	327,1
Señalización	800,0
Subtotal operación y mantenimiento	36.326,48
Costos anuales	55.467,11

Valores obtenidos del Anexo G: Costos del sistema de recolección (Fuente: Elaboración propia)

Tabla 18

Costo promedio anual por habitante y costo unitario del nuevo sistema de recolección

Descripción	Año 2019
Población (hab.)	6375
Cantidad de R.S. recogidos (ton/año)	987,37
Costos unitarios considerando la depreciación, la operación y mantenimiento del sistema de recolección de los residuos sólidos.	
Costo promedio anual (USD \$/hab)	8,70
Costo promedio mensual (USD \$/hab)	0,73
Costo unit. Sistema de recolección (usd/ton)	56,18
Costos unitarios considerando solo costos de operación y mantenimiento del sistema de recolección de los residuos sólidos.	
Costo promedio anual (USD \$/hab)	5,70
Costo promedio mensual (USD \$/hab)	0,47
Costo unit. Sistema de recolección (USD \$/hab)	36,79

Valores obtenidos del Anexo G: Costos del sistema de recolección (Fuente: Elaboración propia)

4.8 Discusión

4.8.1 Distancias recorridas y tiempo utilizado en la recolección de los residuos sólidos. Las rutas rediseñadas presentaron un incremento promedio en las distancias productivas de 10,41 kilómetros, con respecto al promedio obtenido de las rutas que se utilizan actualmente, se incrementó la eficiencia de recolección promedio del 0,68 al 0,72, esto significa que un incremento de distancias productivas en cada una de las rutas.

La jornada de trabajo en el cantón Déleg es de 8 horas, con las nuevas rutas se lograría un rendimiento de tiempo promedio del 95 % es decir se laborará 7,61 horas para cumplir cada una de las rutas, mientras que en las rutas actuales solo se labora 5,53 horas, lo cual provoca que el personal y los equipos encargados de la recolección no sean utilizados eficientemente, en la tabla No.19 se aprecia los cambios sustanciales en distancias y tiempos de las rutas rediseñadas con las actuales.

Tabla 19

Comparación de eficiencia y rendimiento de las rutas de recolección nuevas vs actuales

Rutas	DP	DI	DRFR	DT	TP	TI	TRFR	TT	Eficiencia de recolección "a"	Rendimiento del tiempo en %
			(km)				(h)			
Nuevas	35,50	14,26	79,08	128,8	5,09	0,94	1,58	7,61	0,72	95%
Actuales	25,09	11,61	23,91	63,02	3,58	0,68	1,27	5,53	0,68	69%

Datos obtenidos a partir del diseño de las nuevas rutas de recolección (Fuente: Elaboración propia)

4.8.2 Cantidad de residuos recolectados. La cobertura cantonal en la actualidad es del 34,18 %, llegándose a recolectar en promedio 1,28 toneladas por día, con los rediseño del sistema de recolección, se pretende llegar en el primer año de operación con una cobertura cantonal del 75 %, recolectando alrededor de 2,71 toneladas por día y cada año incrementar un 1% llegando al 2024 (horizonte de proyecto) con una cobertura del 80% y recolectando en promedio 2,94 toneladas por día, todos estos cambios y mejoras se pueden lograr si existe cooperación y trabajo responsable entre la entidad prestadora del servicio y la población a ser atendida.

4.8.3 Costos. Considerando la depreciación, la operación y mantenimiento, el costo unitario por tonelada recolectada del sistema de recolección actual es de 112,28 dólares, mientras que con el rediseño propuesto al sistema de recolección se tiene un costo unitario por tonelada recolectada de 56,18 dólares, es decir una reducción del 50% y para el año 2024 se llegaría a un costo de 41,13 dólares la tonelada de residuos sólidos recolectados, utilizando la misma cantidad de personal y equipos que se utiliza en la actualidad.

En la tabla No.20 se puede apreciar la comparación de costos del sistema de recolección de residuos sólidos.

Tabla 20

Comparación de costos unitarios del sistema actual vs sistema rediseñado

Descripción	Sistema actual	Sistema rediseñado	
	año 2019	año 2019	año 2024
Población (hab.)	6375	6375	6503
Cantidad de R.S. Recogidos (ton/año)	467,00	987,37	1074,23
Costos unitarios considerando la depreciación, la operación y mantenimiento del sistema de recolección de los residuos sólidos			
Costo promedio anual (usd/hab)	8,23	8,70	6,79
Costo promedio mensual (usd/hab)	0,69	0,73	0,57
Costo unit. Sistema de recolección (usd/ton)	112,28	56,18	41,13

Valores obtenidos del Anexo G: Costos del sistema de recolección (Fuente: Elaboración propia)

CAPITULO V

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El diagnóstico realizado al sistema de recolección de los residuos sólidos domiciliarios del cantón Déleg permitió determinar las falencias que posee este sistema e identificar los problemas ambientales que se están produciendo, el más relevante la creación de micro basurales.

La generación per cápita domiciliaria promedio ponderada en el cantón es de 0,532 Kg hab⁻¹ día⁻¹, de la composición física de los residuos el 54,99 % corresponde a materia orgánica, la cual puede ser aprovechada adecuadamente por los propios generadores con la respectiva capacitación ya que de las encuestas realizadas se estima que el 79% de la población separa los residuos.

El peso específico de almacenamiento promedio ponderado es de los residuos sólidos domiciliarios en el cantón Déleg es de 107, 50 kg m⁻³.

El 93 % de la población encuestada estaría dispuesta a recibir capacitación sobre el manejo, separación y empleo adecuado de los residuos sólidos, esto facilitaría la implementación de las nuevas rutas de recolección.

Por el tamaño de la población y la cantidad de residuos sólidos generados el rediseño del sistema de recolección servirá para la recolección de residuos sólidos cantonal y no solo para los residuos domiciliarios como se planteó en primera instancia.

Un rediseño en el sistema de recolección, adecuado a las características y condiciones de cada zona, localidad o población mejora notablemente la utilización de todos sus recursos, sean estos humanos, maquinaria y equipos, sin comprometer la calidad del servicio si no al contrario permite mejorarlo.

El sistema de recolección actual le cuesta al municipio del cantón Déleg 112,28 dólares por tonelada recolectada de residuos sólidos.

El rediseño del sistema de recolección en el cantón Déleg pretende utilizar de manera más adecuada todos los recursos que este dispone logrando una reducción del 25 % del costo de la tonelada recolectada de residuos es decir 84,14 dólares en su primer año de implementación.

5.2 Recomendaciones

El tener un mejor servicio sea cual sea es la aspiración de la población y más aún si este viene del sector público, por lo cual se recomienda al representante del GAD municipal del cantón Déleg implementar las propuestas planteadas en esta investigación, para mejorar el sistema de recolección de los residuos sólidos.

Se recomienda al GAD municipal promover periódicamente la realización de más estudios de caracterización de residuos sólidos, con la colaboración de alguna institución de educación superior, con la finalidad de obtener datos precisos de la evolución de los residuos en el cantón y poderlos utilizar a futuro para mejorar el manejo de los residuos sólidos.

Si bien la mayoría de la población en el cantón separa los materiales que pueden ser reciclados, para venderlos directamente, las autoridades municipales podían intervenir con campañas de reciclaje para que este material sea entregado en las instituciones educativas las cuales tienen programas de reciclaje y reutilización de residuos, al hacerlo no sería necesario crear una recolección de residuos sólidos diferenciada.

El cronograma de ejecución propuesta para la implementación de cambios al sistema de recolección considera actividades generales, el desglose de cada una de estas en sub actividades y el plazo para el cumplimiento de estas, deberá ser planificado adecuadamente por los técnicos del GAD Municipal de Déleg.

Los costos unitarios obtenidos tanto del sistema actual de recolección, como del rediseñado se recomienda utilizarlos como base para establecer una tasa más real por la prestación del servicio de aseo público, que se viene cobrando en la actualidad en el cantón Déleg.

Por último, se recomienda que los desechos peligrosos, principalmente los generados por los establecimientos de salud, sean recolectados, transportados, tratados y dispuestos finalmente por un gestor ambiental público o privado, que cuente con su respectiva licencia ambiental, de tal forma que no se mezclen con los desechos generados por los domicilios del cantón Déleg.

Referencias

- Acuerdo Ministerial 061. *Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente – TULSMA*. Quito, Ecuador, 04 de mayo de 2015.
- Anexo 6 – Libro VI - Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente – “TULSMA”. (2003). Quito, Ecuador.
- Arévalo, C., & Muñoz, F. (2010). *Evolución de las características de los residuos sólidos en el cantón Cuenca (tesis de maestría)*. Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.
- Asociación de Municipalidades del Ecuador – AME. (2014). *Estudios y diseños definitivos para la gestión integral de residuos sólidos de los gobiernos autónomos descentralizados de Déleg y mancomunidad de El Guabo y Ponce Enrique*. Quito, Ecuador.
- Banco Interamericano de Desarrollo – BID. (2010). *Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe 2010*. Recuperado de: <https://publications.iadb.org/en/regional-evaluation-urban-solid-waste-management-latin-america-and-caribbean-2010-report>
- Banco Mundial. (1992). *Informe sobre el desarrollo mundial 1992. Desarrollo y medio ambiente*. Recuperado de: <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/480211468339538817>
- Cantanhede, A., Monge, G., & Sandoval, L. (junio, 2005). *Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos – CEPIS/OPS*. Lima, Perú. Recuperado de: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/13553>
- Collazos, H., & Duque, R. (1998). *Residuos sólidos*. Bogotá, Colombia, editorial ACODA.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Quito, Ecuador, 20 de octubre de 2008.
- Fundación Natura. (1994). *Manejo de los desechos sólidos en el Ecuador*. Quito, Ecuador.

GAD Municipal de Déleg (2014). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón*

Déleg. Déleg, Ecuador. Recuperado de:

<http://www.gadmunicipaldeleg.gob.ec/gadmunicipaldeleg/index.php/municipio/pdyot>

GAD Municipal de Déleg (2018). *Descripción del cantón Déleg*. Déleg, Ecuador. Recuperado

de: [http://www.gadmunicipaldeleg.gob.ec/gadmunicipaldeleg/index.php/mi-](http://www.gadmunicipaldeleg.gob.ec/gadmunicipaldeleg/index.php/mi-canton/descripcion-del-canton/121-descripcioncanton)

[canton/descripcion-del-canton/121-descripcioncanton](http://www.gadmunicipaldeleg.gob.ec/gadmunicipaldeleg/index.php/mi-canton/descripcion-del-canton/121-descripcioncanton)

Instituto Brasileño de Administración Municipal – IBAM. (2006). *Manual de gestión integral de residuos sólidos municipales en ciudades de américa latina y el caribe*. Rio de Janeiro, Brasil.

Recuperado de: http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/girs_esp.pdf

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC. (2010). *Fascículo provincial Cañar*. Quito,

Ecuador. Recuperado de: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manualateral/Resultados-provinciales/canar.pdf)

[lateral/Resultados-provinciales/canar.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manualateral/Resultados-provinciales/canar.pdf)

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC. (2016). *Estadísticas de información*

ambiental económica en gobiernos autónomos descentralizados municipales. Quito, Ecuador.

Recuperado de: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Gestion_Integral_de_Residuos_Solidos/2016/Presentacion%20Residuos%20Solidos%202016%20F.pdf)

[inec/Encuestas Ambientales/Gestion Integral de Residuos Solidos/2016/Presentacion%20Residuos%20Solidos%202016%20F.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Gestion_Integral_de_Residuos_Solidos/2016/Presentacion%20Residuos%20Solidos%202016%20F.pdf)

Municipio de Cuenca. (1995). *Estudio de los indicadores básicos de los desechos sólidos de la ciudad de Cuenca*. Cuenca, Ecuador.

Municipio de Guayaquil. (1995). *Historia de los servicios de recolección y disposición final de la basura en la ciudad de Guayaquil desde 1988 hasta 1995*. Guayaquil, Ecuador.

Norma Mexicana NMX-AA-61_1985. (1985). *Protección al ambiente – contaminación del suelo- residuos sólidos municipales – determinación de la generación*. México, México.

Organización Panamericana de la Salud – OPS. & Organización Mundial de la Salud – OMS.

(2002). *Análisis sectorial de residuos sólidos – Ecuador*. Ecuador.

Sakurai, K. (1980). *Diseño de las rutas de recolección de residuos sólidos – OPS/CEPIS*. Lima,

Perú. Recuperado de: <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/curso/disenio/disenio.html>

Sakurai, K. (1983). *Análisis de residuos sólidos municipales – OPS/CEPIS*. Lima, Perú.

Secretaria de Desarrollo Social Mexicana – SEDESOL. (1997). *Manual técnico sobre*

generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales. México. México.

Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R. (1982) *Desechos sólidos, principios de ingeniería y administración*. México, México, Editorial: Mc Graw Hill.

Anexos

Anexo A: Matriz legal

NORMA	REGISTRO OFICIAL	ARTICULO, NUMERAL Y/O LITERAL	EXTRACTO/RESUMEN
Constitución de la República del Ecuador	20 de octubre de 2008	Art. 14	Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.
		Art. 15	El Estado se compromete a promover la conservación del medio ambiente.
		Art. 264, num. 4	Los gobiernos municipales tienen la competencia exclusiva de brindar y garantizar los servicios públicos, entre los cuales se encuentra el manejo de los desechos sólidos y saneamiento ambiental.
Código Orgánico del Ambiente	12 de abril de 2017	Art. 27, num. 6	Es facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales en materia ambiental, el elaborar planes, programas y proyectos para los sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos o desechos sólidos
		Art. 27, num. 7	Es facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales en materia ambiental, generar normas y procedimientos para la gestión integral de los residuos y desechos para prevenirlos, aprovecharlos o eliminarlos, según corresponda
		Art. 225, num. 1	Es política general de la gestión integral de los residuos y desechos, el manejo integral de estos, considerando prioritariamente la eliminación o disposición final más próxima a la fuente
		Art. 225, num. 3	Es política general de la gestión integral de los residuos y desechos, la minimización de riesgos sanitarios y ambientales, así como fitosanitarios y zoonos sanitarios
		Art. 225, num. 4	Es política general de la gestión integral de los residuos y desechos, el fortalecimiento de la educación y cultura ambiental.

NORMA	REGISTRO OFICIAL	ARTICULO, NUMERAL Y/O LITERAL	EXTRACTO/RESUMEN
Acuerdo Ministerial 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente - TULSMA	4 de mayo de 2015	Art. 57	Es responsabilidad de los GADM, garantizarán el manejo integral de residuos y/o desechos sólidos generados en el área de su competencia, ya sea por administración directa o mediante contratos con empresas públicas o privadas.
		Art. 66	Es responsabilidad de los GADM la recolección de los residuos y/o desechos sólidos no peligrosos tomando en cuenta los siguientes parámetros:
		Art. 66, lit. a y b	La recolección se realizará mediante los siguientes mecanismos: recolección manual, semimecanizada y mecanizada; mediante las siguientes metodologías: de esquina, de acera, intradomiciliario, de contenedores, y las que establezca la autoridad ambiental para el efecto.
		Art. 66, lit. c	Establecer el servicio de recolección de tal forma que éstos no alteren o propicien condiciones adversas en la salud de las personas o contaminen el ambiente.
		Art. 66, lit. d	Durante el proceso de recolección, los operarios del servicio deberán levantar la totalidad de los residuos y/o desechos sólidos no peligrosos, evitando dejar residuos y lixiviados esparcidos en la vía pública.
		Art. 67, lit. a	Los equipos de transporte y recolección de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos deben ser apropiados al medio y para la actividad.
		Art. 66, lit. d	Destinar únicamente residuos no peligrosos asimilables a domésticos al sistema de recolección local.
		Art. 68	Es responsabilidad de los GADM definir las rutas, horarios y frecuencias de recolección de residuos urbanos domésticos.
Ordenanza que reglamenta el cobro y la recaudación de la tasa de aseo público, recolección de basuras, disposición final de los desechos sólidos y salud ambiental en el cantón Déleg	19 de mayo de 2010	Art. 4	Se constituye la presente tasa con el objeto de recuperar el costo por los servicios de aseo público, barrido de calles, recolección de desechos sólidos, transporte y su disposición final que se generen en el cantón.
		Art. 8	Se determina el valor de la tasa de Un dólar de los Estados Unidos de América, y cancelará mensualmente cada usuario a través del cobro del servicio de energía eléctrica.
		Art. 11	Se considera la creación de una Comisión de salud ambiental y reciclaje del cantón Déleg.
		Art. 13, num. 1 y 2	Dentro de las funciones de la comisión es formular políticas en materia de recolección y transporte de basuras, así como la respectiva capacitación a la ciudadanía en temas de aseo público.
		Art. 18	Se sanciona con una multa del tres por ciento de una remuneración mensual unificada (3%) a los que arrojen basura en lugares públicos tales como calles, plazas, parques, avenidas, riveras de los ríos, etc.

**Anexo B: Formatos de la encuesta, ficha de observación, entrevista y formularios para la
caracterización de los residuos sólidos**

**REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS DEL CANTÓN DÉLEG**

ENCUESTA: ESTUDIO DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.

ÁREA: _____
FAMILIA: _____
DIRECCIÓN: _____

FECHA: _____
MUESTRA NUMERO: _____
ENCUESTADOR: _____

- 1 Número de habitantes que ocupan la vivienda?
☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 Número
- 2 Recipiente utilizado para sacar los residuos?
☐ Plástico ☐ Metal ☐ Cartón ☐ Solo funda ☐ Otro Cual?: _____
- 3 Separa usted los residuos o basura?
☐ Si ☐ No
- 4 Que material es el que más separa y no deposita en el recipiente para la basura?
☐ Orgánico ☐ Envases plásticos PET ☐ Fundas plásticas
☐ Metal ☐ Cartón y papel ☐ Otro Cual?: _____
 Que uso le da al material que separa?

- 5 ¿Qué material arroja con más frecuencia en el recipiente para la basura?
☐ Orgánico ☐ Envases plásticos PET ☐ Fundas plásticas
☐ Metal ☐ Cartón y papel ☐ Otro Cual?: _____
- 6 Cuantas veces a la semana pasa el camión recolector por su casa?
☐ Nunca ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ más
- 7 Como califica el servicio de recolección actual?
☐ Bueno ☐ Regular ☐ Malo
- 8 Si el recolector no pasó por su casa, como dispone los residuos o basura?
☐ Saca el otro día de recolec. ☐ Quema ☐ Entierra ☐ Otro Cual?: _____
- 9 Existen basurales cerca de su vivienda o sector?
☐ Si ☐ No
- 10 En que sitios?
☐ Quebrada ☐ Terrenos baldíos ☐ Vía ☐ Otro Cual?: _____
- 11 ¿Estaría dispuesto a separar los materiales reciclables y materia orgánica de la basura?
☐ Si ☐ No

**REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS DEL CANTÓN DÉLEG**
FICHA DE OBSERVACIÓN

ÁREA: _____ FECHA: _____

1 Sistema de almacenamiento

Descripción

2 Sistema de recolección

Vehículo recolector

Si ☐

No ☐

Equipo de protección personal

Si ☐

No ☐

Horarios establecidos

Si ☐

No ☐

Descripción

3 Rutas de recolección

Descripción

REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DE EL CANTÓN DÉLEG

FORMULARIO PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN SOBRE EL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

FECHA: _____

ENTREVISTADO: _____ CARGO: _____

ENTREVISTADOR: _____

1 Elaborar una tabla de los equipos recolectores donde se indique la marca del chasis, marca de la caja y tipo de carga (frontal, trasera, contenedor, etc.) capacidad en yardas o m³ cúbicos, año o modelo del recolector, costo inicial, estado (bueno, regular, malo y muy malo) y cuantos turnos trabaja al día.

RECOLECTORES

Marca / modelo	Año / modelo	Tipo de Carga	Capacidad de carga (Ton.)	Costo Inicial (USD.)	Estado

2 Cuantas rutas de recolección tienen para los residuos domiciliarios?

Rutas	Comunidades, barrios o calles que cubre

3Cuál es la frecuencia de recolección, distancia recorrida, tiempo y cantidad de residuos recolectados en cada ruta?

Ruta	Frecuencia	Distancia recorrida (km)	Tiempo utilizado en cada ruta (h)	Cantidad de R.S. recolectados (Ton)

4 De cuantas personas está formada la cuadrilla para la recolección de los residuos, además del conductor del vehículo.

5 Que equipos de protección personal se ha entregado al personal que realiza la recolección?

Personal	Equipos de Protección Personal (EPP)						
	Guantes	Mascarilla	Gafas	Orejeras	Calzado	Casco	Prendas de Vestir
Conductor							
Obreros							

6 Cual es el salario del personal involucrado directamente en la prestación del servicio de recolección de los residuos sólidos, así como del técnico responsable, incluir también el tiempo que destina cada uno de ellos en esta actividad?

Nombre y Apellido	Cargo	Salario (\$)	Tiempo destinado en horas

7 Cual es el promedio de toneladas recolectadas de residuos en un día?

8 Cual es el costo por el servicio de recolección

9 Existe algún proyecto en ejecución para el manejo de los residuos orgánicos y materiales reciclables y en qué consiste?

[illegible]

SECTOR/AREA:

DÍA	FECHA	MES	AÑO

[illegible]

2. DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO

No. RECIPIENTE	PESO RECIPIENTE (kg.)	PESO RECIP. + R.S. (kg.)	PESO RES. SÓLIDOS (kg.)	ALTURA LIBRE RECIP. (m.)	VOLUMEN RES. SÓLIDOS (m3.)	PESO ESPECÍFICO (kg. / m3.)

3. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICA

3.1 MUESTRA DE RESIDUOS SÓLIDOS

No. RECIPIENTE	
PESO RECIPIENTE (kg.)	
PESO (REC. + RES. SÓLIDOS) (kg.)	
PESO RES. SÓLIDOS (kg.)	

COMPROBACION	
Porcentaje:	

3.2 COMPOSICIÓN FÍSICA

No.	COMPONENTES		PESO RECIP. + R.S. (kg.)	PESO RECIPIENTE (kg.)	PESO COMPONENTE (kg.)	%	OBSERVACIONES
1	MATERIA ORGÁNICA						
2	PAPEL Y CARTÓN						
3	METALES						
4	PLÁSTICO BLANDO						
5	PLÁSTICO RÍGIDO						
6	PET						
7	VIDRIO						
8	TEXTILES						
9	TETRAPACK						
10	MATERIA INERTE						
11	DESECHABLES						
12	PAPEL HIGIÉNICO, PAÑALES, TOALLAS						
13	OTROS	SNACKS					
		CAUCHO					
		PILAS					
		VARIOS					
				TOTAL			

RESPONSABLE: CHRISTIAN GUILLÉN

**Anexo C: Encuesta, ficha de observación, entrevista y formularios para la caracterización
de los residuos sólidos**

**REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS DE EL CANTÓN DELEG**

ENCUESTA: ESTUDIO DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

ÁREA: Rural - FECHA: 22/11/18
FAMILIA: Aucaguisipi Criollo MUESTRA NUMERO: 19
DIRECCIÓN: Gulagwin ENCUESTADOR: Christian Guillén

- 1 Número de habitantes que ocupan la vivienda?
☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ número
- 2 Recipiente utilizado para sacar los residuos?
☐ Plástico ☐ Metal ☐ Cartón ☒ Solo funda ☐ Otro Cual?: _____
- 3 Separa usted los residuos o basura?
☒ Si ☐ No
- 4 Que material es el que más separa y no deposita en el recipiente para la basura?
☒ Orgánico ☐ Envases plásticos PET ☐ Fundas plásticas
☐ Metal ☐ Cartón y papel ☐ Otro Cual?: _____
- 5 Que uso le da al material que separa?
Entierra para abono
- 5 ¿Qué material arroja con más frecuencia en el recipiente para la basura?
☐ Orgánico ☐ Envases plásticos PET ☒ Fundas plásticas
☐ Metal ☐ Cartón y papel ☐ Otro Cual?: _____
- 6 Cuantas veces a la semana pasa el camión recolector por su casa?
☐ Nunca ☒ 1 2 ☐ 3 ☐ más
- 7 Como califica el servicio de recolección actual?
☐ Bueno ☒ Regular ☐ Malo
- 8 Si el recolector no pasó por su casa, como dispone los residuos o basura?
☒ Saca el otro día de recolec. ☐ Quema ☐ Entierra ☐ Otro Cual?: _____
- 9 Existen basurales cerca de su vivienda o sector?
☐ Si ☒ No
- 10 En que sitios?
☐ Quebrada ☐ Terrenos baldíos ☐ Vía ☐ Otro Cual?: _____
- 11 ¿Estaría dispuesto a separar los materiales reciclables y materia orgánica de la basura?
☒ Si ☐ No

REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DE EL CANTÓN DÉLEG

FICHA DE
OBSERVACIÓN

ÁREA: Rural (Solano) FECHA: 17/12/18

Sistema de 1 almacenamiento

Descripción

Se observa que en el área central de la
parroquia Solano los habitantes sacan sus
residuos en Puntas.

2 Sistema de recolección

Vehículo recolector

Si



No



Equipo de protección personal

Si



No



Horarios establecidos

Si



No



Descripción

El personal de recolección solo usa guantes y
mascarilla, se aprecia q' la recolección no
se hace en una hora determinada ni
siguiendo una ruta fija.
Se observa en la salida de la parroquia
Solano un micro basural.

3 Rutas de recolección

La ruta de recolección se la realiza de
manera antitécnica ya que en una
misma vía se realiza la recolección
hasta tres veces.

REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS DE EL CANTÓN DÉLEG

FORMULARIO PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN SOBRE
EL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

FECHA: 04/01/19

ENTREVISTADO: Ing Adrian Andrade, CARGO: Jefe de Gestion Ambiental

ENTREVISTADOR: Christian Guillen

1 Elaborar una tabla de los equipos recolectores donde se indique la marca del chasis, marca de la caja y tipo de carga (frontal, trasera, contenedor, etc.) capacidad en yardas o m³ cúbicos, año o modelo del recolector, costo inicial, estado (bueno, regular, malo y muy malo) y cuantos turnos trabaja al día.

RECOLECTORES

RECOLECTORES								
Número	Marca del Chasis	Marca de la Caja Recolectora	Tipo de Carga	Capacidad en Yardas	Año o Modelo	Costo Inicial	Estado	Turnos/día
1	Kodak	Familia	Taseq	13 m ³	2006	175000	Bueno	1

2 Cuantas rutas de recolección tienen para los residuos domiciliarios?

Rutas	Comunidades, barrios o calles que cubre
1	13 Comunidades
2	Centro Urbano de Deleg. y 4 comunidades
3	16 Comunidades
4	Centro urbano de la parroquia Solano
5	

3Cuál es la frecuencia de recolección, distancia recorrida, tiempo y cantidad de residuos recolectados en cada ruta?

Ruta	Frecuencia	Distancia recorrida en km.	Tiempo en horas	Cantidad recolectada en toneladas (Ton.)
1	1 Semanal	31	6	2
2	2 Semanal	25	3	2
3	1 Semanal	39	7	2
4	1 Semanal	33	6.7	2

4 De cuantas personas está formada la cuadrilla para la recolección de los residuos, además del conductor del vehículo.

1 Persona

5 Que equipos de protección personal se a entregado al personal que realiza la recolección?

Personal	Equipos de Protección Personal					
	Guantes	Mascarilla	Gafas	Orejas	Calzado	Prendas de Vestir
Conductor	✓	✓	✓	✓	✓	overol
Obreros	✓	✓	✓	✓	✓	overol impermeable

6 Cual es el salario del personal involucrado directamente en la prestación del servicio de recolección de los residuos, así como del técnico responsable, incluir también el tiempo que destina cada uno de ellos en esta actividad?

Cargo	Nombre y Apellido	Salario (\$)	Tiempo destinado en horas
Jefe	Adrian Andrade	980	5
conductor	Diego Nieves	614	8
Obrero	Juan Zamora	561	8

7 Cual es el promedio de toneladas recolectadas de residuos en un día?

2 Ton.

8 Cual es el costo por el servicio de recolección

Se cobra 1 \$/mes por cada dueño de un medidor de luz.

9 Existe algún proyecto en ejecución para el manejo de los residuos orgánicos y materiales reciclables y en qué consiste?

No

REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS DE EL CANTÓN DÉLEG

CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

SECTOR/AREA: URBANA

Lunes	03	12	18
DÍA	FECHA	MES	AÑO

1. DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN PERCÁPITA

No.	CÓDIGO	No. HABITANTES	PERÍODO GENERACIÓN (Días)	PESO FUNDA (kg.)	OBSERVACIONES
1	VU1	5	1	2,80	
2	VU2	3	1	2,00	
3	VU3	4	1	2,25	
4	VU4	5	1	4,00	
5	VU5	3	1	2,00	
6	VU6	2	1	1,00	
7	VU7	3	1	1,10	
8	VU8	1	1	0,35	
9	VU9	3	1	0,00	
10	VU10	4	1	2,20	
11	VU11	2	1	1,50	
12	VU12	3	1	2,20	
13	VU13	4	1	2,15	
14	VU14	3	1	0,00	
15	VU15	3	1	1,20	
16	VU16	6	1	4,00	
17	VU17	2	1	1,50	
18	VU18	2	1	1,30	
19	VU19	4	1	2,00	
20	VU20	4	1	2,40	
21	VU21	4	1	2,40	
22	VU22	4	1	1,80	
23	VU23	3	1	1,00	
24	VU24	2	1	0,80	
25	VU25	4	1	4,05	
26	VU26	4	1	1,90	
27	VU27	4	1	1,95	
28	VU28	3	1	2,00	
29	VU29	3	1	1,85	
30	VU30	5	1	4,00	

2. DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO

No.	PESO RECIPIENTE (kg.)	PESO RECIP. + R.S. (kg.)	PESO RES. SÓLIDOS (kg.)	ALTURA LIBRE RECIP. (m.)	VOLUMEN RES. SÓLIDOS (m ³ .)	PESO ESPECÍFICO (kg. / m ³ .)
1	16.30	35.85	19.55	0.18	0.17	113.01

3. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICA

3.1 MUESTRA DE RESIDUOS SÓLIDOS

No. RECIPIENTE	1
PESO RECIPIENTE (kg.)	16.03
PESO (REC. + RES. SÓLIDOS) (kg.)	35.85
PESO RES. SÓLIDOS (kg.)	19.55

COMPROBACION	
	0.95
Porcentaje:	2.85

3.2 COMPOSICIÓN FÍSICA

No.	COMPONENTES		PESO RECIP. + R.S. (kg.)	PESO RECIPIENTE (kg.)	PESO COMPONENTE (kg.)	%	OBSERVACIONES
1	MATERIA ORGÁNICA		16.65	0.90	11.75		
2	PAPEL Y CARTÓN		1.35	0.90	0.45		
3	METALES		1.15	0.90	0.25		
4	PLÁSTICO BLANDO		2.50	0.90	1.60		
5	PLÁSTICO RÍGIDO						
6	PET		1.85	0.90	0.95		
7	VIDRIO		1.05	0.80	0.25		
8	TEXTILES		1.05	0.80	0.20		
9	TETRAPACK		1.10	0.80	0.25		
10	MATERIA INERTE		1.25	0.90	0.20		
11	DESECHABLES		2.75	0.90	0.35		
12	PAPEL HIGIÉNICO, PAÑALES, TOALLAS		6.90	0.90	1.85		
13		SNACKS	0.05	0.80	0.10		
		CAUCHO					
		PILAS	0.05	0.00	0.05		
		VARIOS	1.55	0.80	0.75		
		TOTAL		19.00			

RESPONSABLES:

CHRISTIAN GUILLÉN

Anexo D: Proyección de la población y determinación del número de muestras

1. Determinación de la tasa de crecimiento anual

AÑO	NUMERO DE AÑOS	POBLACIÓN CANTÓN DÉLEG (INEC) hab.	POBLACIÓN PROVINCIA CAÑAR (INEC) hab.	TCD ANUAL %	TCD ANUAL %
2001	0	6221	206981		
2010	9	6100	225184	-0,22	0,94

2. Proyección de población del cantón Déleg

DATOS GENERALES (Población del año 2010 en hab. datos del INEC)

CANTÓN	PARROQUIA	URBANO	RURAL	TOTAL
DÉLEG	DÉLEG	578	3855	4433
	SOLANO	-	1667	1667
	Total	578	5522	6100

NOTA: TCD = Tasa de Crecimiento Demográfico calculada

AÑO	NUMERO DE HABITANTES CON TCD CANTONAL PARROQUIAS			NUMERO DE HABITANTES CON TCD PROVINCIAL PARROQUIAS			ESCENARIO PROMEDIO PARROQUIAS			TOTAL (hab.)
	DÉLEG		SOLANO	DÉLEG		SOLANO	DÉLEG		SOLANO	
	URBANA	RURAL	RURAL	URBANA	RURAL	RURAL	URBANA	RURAL	RURAL	
2010	578	3855	1667	578	3855	1667	578	3855	1667	6100
2018	570	3791	1635	624	4155	1797	597	3973	1716	6286
2019	569	3783	1631	630	4194	1814	600	3989	1723	6311
2020	568	3775	1627	636	4233	1831	602	4004	1729	6335
2021	567	3767	1623	642	4273	1848	605	4020	1736	6360
2022	566	3759	1619	648	4313	1865	607	4036	1742	6385
2023	565	3751	1615	654	4354	1883	610	4053	1749	6411
2024	564	3743	1611	660	4395	1901	612	4069	1756	6437
2025	563	3735	1607	666	4436	1919	615	4086	1763	6463

3. Proyección de población urbana y rural del cantón Déleg

(Incluido la población flotante, en base al escenario promedio)

AÑO	NUMERO DE AÑOS	PARROQUIA DÉLEG						PARROQUIA SOLANO			POBLACIÓN TOTAL CANTON DÉLEG
		POBLACIÓN	URBANA	TOTAL	POBLACIÓN	RURAL	TOTAL	POBLACIÓN	RURAL	TOTAL	
			POBLACIÓN FLOTANTE			POBLACIÓN FLOTANTE			POBLACIÓN FLOTANTE		
(en habitantes)											
2010		578	6	584	3855	40	3895	1667	17	1685	6164
2011		580	6	586	3869	40	3909	1673	17	1690	6185
2012		582	6	588	3884	40	3923	1679	17	1696	6207
2013		585	6	591	3898	40	3938	1685	17	1702	6231
2014		587	6	593	3913	40	3953	1691	17	1708	6254
2015		590	6	596	3928	40	3968	1697	17	1714	6278
2016		592	6	598	3943	41	3983	1703	17	1720	6301
2017		595	6	601	3958	41	3998	1710	18	1727	6326
2018		597	6	603	3973	41	4014	1716	18	1734	6351
2019	0	600	6	606	3989	41	4029	1723	18	1740	6375
2020	1	602	6	608	4004	41	4045	1729	18	1747	6400
2021	2	605	6	611	4020	41	4061	1736	18	1753	6425
2022	3	607	6	613	4036	41	4077	1742	18	1760	6450
2023	4	610	6	616	4053	42	4094	1749	18	1767	6477
2024	5	612	6	618	4069	42	4111	1756	18	1774	6503
2025		615	6	621	4086	42	4127	1763	18	1781	6529

4. Estratificación o clasificación de la población

ÁREA	COMPRENDE
Urbana	Zona consolidada
Rural	Periferia del área urbana y comunidades de la parroquia Déleg. Parroquia solano (centro parroquial y comunidades).

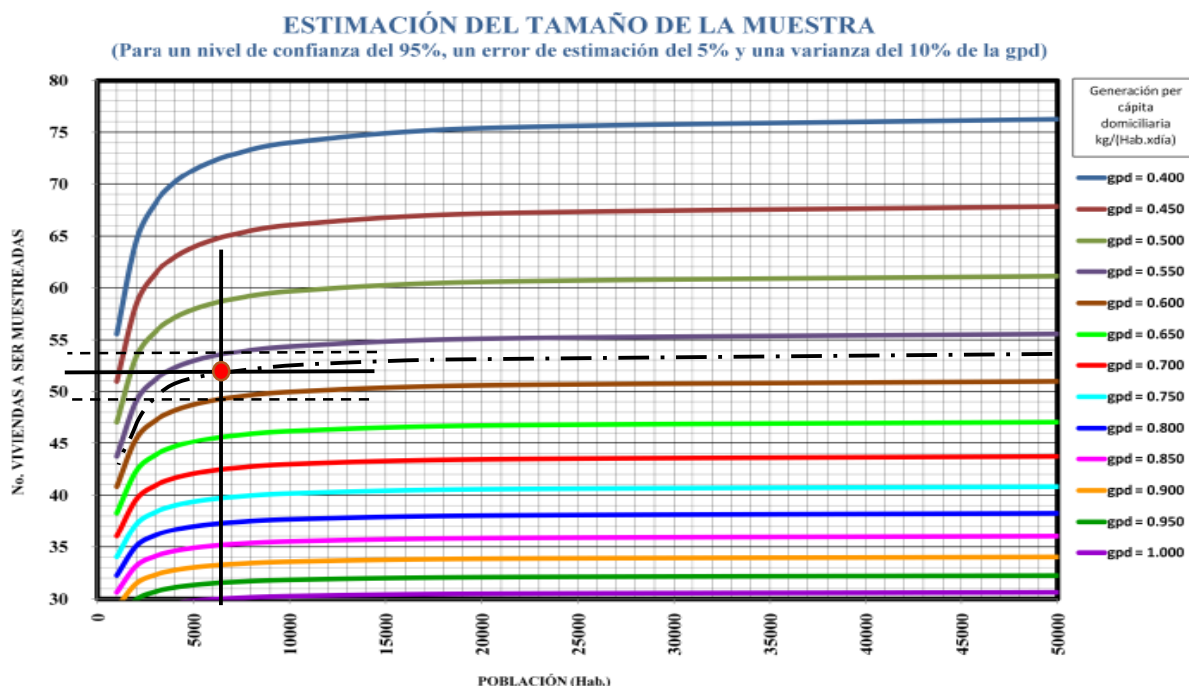
5. Determinación del tamaño de la muestra

DATOS:

POBLACIÓN DEL CANTÓN DELÉG AÑO 2018 (hab.)

PARROQUIA	URBANA	RURAL	TOTAL
DELÉG	603	4014	4617
SOLANO		1734	1734
Total	603	5748	6351

GENERACIÓN PER CÁPITA (estudio anterior) $0,57 \text{ kg hab}^{-1} \text{ día}^{-1}$ (AME, 2014)



Estimación del tamaño de la muestra. Adaptado de: Arévalo y Muñoz (año 2010)

52 viviendas a ser muestreadas

6. Distribución de la muestra

CANTÓN DÉLEG	POBLACIÓN AÑO 2018 (INEC)	TOTAL DE VIVIENDAS	VIVIENDAS EN (%)	MUESTRAS POR ESTRATO	INCREMENTO 10%	TOTAL DE MUESTRAS POR ESTRATO	MUESTRAS A TOMARSE
URBANA	603	200	9,71	5	1	6	30
RURAL	5748	1860	90,29	47	5	52	52
TOTAL	6351	2060	100,00	52	6	58	82

Anexo E: Caracterización de los residuos solidos

Generación *per cápita*

ZONA / ÁREA	GPD (kg hab ⁻¹ día ⁻¹) PARA CADA DÍA DE MUESTREO							PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	
URBANA	0,548	0,524	0,514	0,523	0,550	0,528	0,556	0,535
RURAL	0,583	0,498	0,505	0,517	0,583	0,518	0,516	0,531
							PROMEDIO	0,533

Generación *per cápita* domiciliaria promedio ponderada

ZONA / ÁREA	POBLACIÓN AÑO 2018 (hab.)	PERIODO DE MUESTREO	GENERACIÓN PER CÁPITA (kg hab ⁻¹ día ⁻¹)	GPD*POBLACIÓN
URBANA	603	03 AL 09/DIC./2018	0,535	322,40
RURAL	5748	10 AL 16/DIC./2018	0,531	3054,19
TOTAL	6351			3376,59
GENERACIÓN PER CÁPITA PROMEDIO PONDERADA=			0,532 kg hab ⁻¹ día ⁻¹	

Peso específico de almacenamiento

ZONA / ÁREA	PESO ESPECÍFICO (kg m ⁻³) PARA CADA DÍA DE MUESTREO							PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	
URBANA	113,01	117,57	118,19	111,99	121,94	119,94	114,30	116,71
RURAL	101,45	107,27	102,56	103,09	111,55	109,68	110,13	106,53
							PROMEDIO	111,62

Peso específico de almacenamiento promedio ponderado

ZONA / ÁREA	POBLACIÓN AÑO 2018 (hab.)	PERIODO DE MUESTREO	PESO ESPECÍFICO (kg m ⁻³)	P. ESP.*POBLACIÓN
URBANA	603	03 AL 09/DIC./2018	116,71	70373,73
RURAL	5748	10 AL 16/DIC./2018	106,53	612353,93
TOTAL	6351			682727,66
PESO ESPECÍFICO PROMEDIO PONDERADA=			107,50 kg m ⁻³	

Composición física de los residuos sólidos domiciliarios en cada área del cantón Déleg

POBLACIÓN AÑO 2018 (Hab.) COMPONENTES	ÁREAS	
	URBANA 603	RURAL 5748
	% EN PESO	
MATERIA ORGÁNICA	53,79	55,11
PAPEL Y CARTÓN	6,68	5,75
METALES	1,05	0,90
PLÁSTICO BLANDO	7,74	8,44
PLÁSTICO RÍGIDO	1,28	1,32
PET	3,80	2,58
VIDRIO	3,42	2,90
TEXTILES	3,22	3,57
TETRAPACK	1,42	1,45
MATERIA INERTE	1,38	2,14
DESECHABLES	1,61	1,36
PAPEL HIGIÉNICO, PAÑALES, TOALLAS	10,15	10,06
OTROS	4,45	4,42
TOTAL	100,00	100,00

Composición física promedio ponderada de los residuos sólidos domiciliarios del cantón Déleg

COMPONENTES	ZONAS / ÁREAS				SUMATORIA	COMPOSICIÓN FÍSICA PONDERADA
	URBANA		RURAL			
	603	Hab.	5748	Hab.		
	(% en peso)	(% *Pob.)	(% en peso)	(% *Pob.)	(% *Pob.)	(% en peso)
MATERIA ORGÁNICA	53,79	32433,76	55,11	316795,49	349229,25	54,99
PAPEL Y CARTÓN	6,68	4029,26	5,75	33060,85	37090,11	5,84
METALES	1,05	634,94	0,90	5156,77	5791,72	0,91
PLÁSTICO BLANDO	7,74	4668,95	8,44	48517,39	53186,34	8,37
PLÁSTICO RÍGIDO	1,28	769,87	1,32	7585,72	8355,59	1,32
PET	3,80	2293,89	2,58	14816,39	17110,28	2,69
VIDRIO	3,42	2061,39	2,90	16640,73	18702,13	2,94
TEXTILES	3,22	1942,57	3,57	20515,46	22458,03	3,54
TETRAPACK	1,42	858,10	1,45	8313,81	9171,91	1,44
MATERIA INERTE	1,38	834,70	2,14	12312,98	13147,67	2,07
DESCARTABLES	1,61	969,59	1,36	7835,50	8805,09	1,39
PAPEL HIGIÉNICO, PAÑALES, TOALLAS	10,15	6121,03	10,06	57834,06	63955,08	10,07
OTROS	4,45	2681,95	4,42	25414,85	28096,80	4,42
	100,00		100,00			100,00

Anexo F: Estudio de tiempos y movimientos

REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DEL CANTÓN DÉLEG

ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

HOJA DE CONTROL

RECOLECTOR NO: 1

RUTA NO: 1

HORA DE INGRESO

NÚMERO DE OBREROS: 1

NÚMERO DE VIAJES:

FECHA: 17 DE DICIEMBRE DE 2018

JORNADA DE TRABAJO

8 horas

7:30:00 h:m:s

CANTIDAD RECOLECTADA

2,24 Ton

DISTANCIA RECORRIDA

51,21 km

RENDIMIENTO DE LA CUADRILLA

499,24 kg/obrero/hora

COMUNIDAD, BARRIO, SECTOR O CALLE	HORA DE INICIO	HORA FINAL	TIEMPO PRODUCTIVO	TIEMPO IMPRODUCTIVO	LONGITUD IMPRODUCTIVA (km)	ALZADO DE RESIDUOS		
						DER.	IZQ.	2 LADOS
GARAJE-INICIO RUTA	7:42:10	7:44:05		0:01:55	0,81			
BARRIO EL ROCIO	7:44:05	8:10:10	0:26:05					X
GULAQUIN	8:10:10	8:24:40	0:14:30					X
TURUPAMBA	8:24:40	8:36:50	0:12:10					X
RETORNO DE TURUMPAMBA	8:36:50	8:39:55		0:03:05	1,15			
VIA DÉLEG - AZOGUES	8:39:55	8:42:20	0:02:25					X
RETORNO VIA DÉLEG - AZOGUES	8:42:20	8:47:50		0:05:30	2,63			
CACHICUCHO	8:47:50	8:57:30	0:09:40					X
SAN LUIS	8:57:30	9:02:45	0:05:15					X
BARRIO EL ROCIO	9:02:45	9:08:40	0:05:55					X
RETORNO VIA DÉLEG - AZOGUES	9:08:40	9:11:25		0:02:45	1,11			
RECOLECCIÓN EN EL MERCADO	9:11:25	9:15:00	0:03:35					X
VIA A LA COLINA	9:15:00	9:20:45	0:05:45					X
CHAGUARPAMBA	9:20:45	9:38:45	0:18:00					X
RETORNO DE CHAGUARPAMBA	9:38:45	9:45:00		0:06:15	0,95			

LA COLINA	9:45:00	10:05:40	0:20:40					X
RETORNO DE LA COLINA	10:05:40	10:10:40		0:05:00	1,4			
VIA A BAYANDEL	10:10:40	10:23:15	0:12:35					X
MANZANAPAMBA	10:23:15	10:32:20	0:09:05					X
RETORNO DE MANZANAPAMBA	10:32:20	10:37:30		0:05:10	1,7			
BAYANDEL	10:37:30	11:16:00	0:38:30					X
DUTASAY	11:16:00	11:24:25	0:08:25					X
RETORNO AL GARAJE	11:24:25	11:26:00		0:01:35	0,71			
ALMUERZO	11:26:00	13:30:00		2:04:00				
GARAJE - REINICIO DE RUTA	13:30:00	13:33:00		0:03:00	1,14			
VIA CUENCA - DÉLEG (GUNIN)	13:33:00	13:49:05	0:16:05					X
ZININ	13:49:05	14:04:20	0:15:15					X
GRUTA LA DOLOROSA (FIN DE LA RUTA)	14:04:20	14:21:50	0:17:30					X
RETORNO AL GARAJE	14:21:50	14:45:00		0:23:10	6,91			

RESUMEN DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS			
JORNADA DE TRABAJO	8 horas	RENDIMIENTO DE TIEMPO ÚTIL (%) 75,60 %	
TIEMPO TOTAL	6,05 horas		
DISTANCIA TOTAL	51,21 km		
MICRORUTA		MACRORUTA	
LONGITUD DE MICRORUTEO	41,64 km	LONGITUD DE RECOLECCIÓN	41,64 km
DISTANCIA PRODUCTIVA	32,7 km	TIEMPO DE RECOLECCIÓN	4,49 h
TIEMPO PRODUCTIVO	4,024 h	VELOCIDAD DE RECOLECCIÓN	9,28 km/h
VELOCIDAD PRODUCTIVA	8,13 km/h	DISTANCIA RECORRIDA FUERA DE RUTA	9,57 km
DISTANCIA IMPRODUCTIVA	8,94 km	TIEMPO RECORRIDO FUERA DE RUTA	1,56 h
TIEMPO IMPRODUCTIVO	0,46 h	VELOCIDAD RECORRIDA FUERA DE RUTA	19,35 km/h
VELOCIDAD IMPRODUCTIVA	19,33 km/h		

REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DEL CANTÓN DÉLEG

ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

HOJA DE CONTROL

RECOLECTOR NO: 1

RUTA NO: 2

HORA DE INGRESO

NÚMERO DE OBREROS: 1

NÚMERO DE VIAJES: 1

FECHA: 18 DE DICIEMBRE DE 2018

7:30:00 h:m:s

JORNADA DE TRABAJO

CANTIDAD RECOLECTADA

DISTANCIA RECORRIDA

RENDIMIENTO DE LA

CUADRILLA

8 horas

2,04 Ton

96,08 km

640,46 kg/obrero/hora

COMUNIDAD, BARRIO, SECTOR O CALLE	HORA DE INICIO	HORA FINAL	TIEMPO PRODUCTIVO	TIEMPO IMPRODUCTIVO	LONGITUD IMPRODUCTIVA (km)	ALZADO DE RESIDUOS		
						DER.	IZQ.	2 LADOS
GARAJE-INICIO RUTA	7:35:40	7:36:05		0:00:25	0,05			X
CALLE BOLIVAR	7:36:05	7:38:50	0:02:45					X
CALLE SOLANO	7:38:50	7:41:20	0:02:30					X
C. BARTOLOME	7:41:20	7:43:50	0:02:30					X
C. MATOVELLE	7:43:50	7:54:55	0:11:05					X
C. 24 DE MAYO	7:54:55	8:03:20	0:08:25					X
C. HEROES DELCENEP	8:03:20	8:07:50	0:04:30					X
C. 24 DE MAYO	8:07:50	8:13:30	0:05:40					X
C. MATOVELLE	8:13:30	8:21:45	0:08:15					X
C. MATOVELLE	8:21:45	8:23:35		0:01:50	0,17			
C. MEJIA	8:23:35	8:31:40	0:08:05					X
C. 27 DE FEBRERO	8:31:40	8:33:10		0:01:30	0,12			
C. HUMBERTO ZAMORA	8:33:10	8:43:00	0:09:50					X
C. SOLANO	8:43:00	8:44:45		0:01:45	0,1			
C. LUIS CORDERO	8:44:45	8:51:45	0:07:00					X
C. 27 DE FEBRERO	8:51:45	9:00:00	0:08:15					X
CALLE 2	9:00:00	9:03:40	0:03:40					
CALLE A	9:03:40	9:05:45	0:02:05					X
C. LEOPOLDO CORDERO	9:05:45	9:13:20	0:07:35					X
C. MATOVELLE	9:13:20	9:18:30	0:05:10					X
C. 27 DE FEBRERO	9:18:30	9:22:40	0:04:10					X
C. YAMURETI	9:22:40	9:23:55	0:01:15					X
C. AUGUSTO ZAMORA	9:23:55	9:25:40	0:01:45					X
C. LEOPOLDO CORDERO	9:25:40	9:26:00		0:00:20	0,03			

C. SOLANO	9:26:00	9:33:00	0:07:00					X
C. SOLANO	9:33:00	9:33:30		0:00:30	0,07			
C. SOLANO	9:33:30	9:35:55	0:02:25					X
C. 4 DE NOVIEMBRE	9:35:55	9:38:10	0:02:15					X
C. DEL TERMINAL TERRESTRE	9:38:10	9:40:20	0:02:10					X
C. MATOVELLE	9:40:20	9:41:10		0:00:50	0,09			
VIA DÉLEG - SIGSIPAMBA	9:41:10	9:43:00		0:01:50	0,22			X
CHULCAY BAJO	9:43:00	9:51:10	0:08:10					X
TUNINCAY	9:51:10	10:00:00	0:08:50					X
24 DE MAYO	10:00:00	10:02:05		0:02:05	0,34			
VIA DÉLEG - SIGSIPAMBA	10:02:05	10:09:00	0:06:55					X
PASAVALLE	10:09:00	10:20:15	0:11:15					X
VIA CUENCA - DÉLEG	10:20:15	10:23:15		0:03:00	0,78			
VIA A MESALOMA	10:23:15	10:30:10	0:06:55					X
LA GRUTA DUBLIAY	10:30:10	10:35:00	0:04:50					X
DUBLIAY	10:35:00	10:42:30	0:07:30					X
VIA CUENCA - DÉLEG	10:42:30	10:44:55		0:02:25	0,27			
C. 27 DE FEBRERO (FIN RUTA)	10:44:55	10:47:10	0:02:15					X
VIAJE AL RELLENO SANITARIO	10:47:10	12:15:10		1:28:00	40,9			
DESCARGA EN RELLENO SANITARIO	12:15:10	12:25:40		0:10:30	1,5			
RETORNO	12:25:40	13:10:05		0:44:25	25,4			
ALMUERZO	13:10:05	14:10:00		0:59:55				
RETORNO AL GARAJE	14:10:00	14:34:30		0:24:30	14,4			

RESUMEN DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS			
JORNADA DE TRABAJO	8 horas	RENDIMIENTO DE TIEMPO ÚTIL (%) 74,77 %	
TIEMPO TOTAL	5,98 horas		
DISTANCIA TOTAL	96,08 km		
MICRORUTA		MACRORUTA	
LONGITUD DE MICRORUTEO	13,83 km	LONGITUD DE RECOLECCIÓN	13,83 km
DISTANCIA PRODUCTIVA	11,64 km	TIEMPO DE RECOLECCIÓN	3,19 h
TIEMPO PRODUCTIVO	2,92 h	VELOCIDAD DE RECOLECCIÓN	4,34 km/h
VELOCIDAD PRODUCTIVA	3,99 km/h	DISTANCIA RECORRIDA FUERA DE RUTA	82,25 km
DISTANCIA IMPRODUCTIVA	2,19 km	TIEMPO RECORRIDO FUERA DE RUTA	2,80 h
TIEMPO IMPRODUCTIVO	0,26 h	VELOCIDAD RECORRIDA FUERA DE RUTA	29,40 km/h
VELOCIDAD IMPRODUCTIVA	8,34 km/h		

REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DEL CANTÓN DÉLEG

ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

HOJA DE CONTROL

RECOLECTOR No: 1

ruta No: 3

HORA DE INGRESO

NÚMERO DE OBREROS: 1

NÚMERO DE VIAJES:

FECHA: 19 DE DICIEMBRE DE 2018

JORNADA DE TRABAJO

CANTIDAD RECOLECTADA

DISTANCIA RECORRIDA

RENDIMIENTO DE LA CUADRILLA

8 horas

1,4 Ton

68,09 km

310,87 kg/obrero/hora

COMUNIDAD, BARRIO, SECTOR O CALLE	HORA DE INICIO	HORA FINAL	TIEMPO PRODUCTIVO	TIEMPO IMPRODUCTIVO	LONGITUD IMPRODUCTIVA (km)	ALZADO DE RESIDUOS		
						DER.	IZQ.	2 LADOS
GARAJE-INICIO RUTA	7:50:00	7:54:00		0:04:00	1,93			
GUNIN	7:54:00	8:02:15	0:08:15					X
SIGSIPAMBA	8:02:15	8:12:40	0:10:25					X
RETORNO	8:12:40	8:15:00		0:02:20	0,66			
SIGSIPAMBA	8:15:00	8:18:25	0:03:25					X
RETORNO VIA GUNIN - SIGSIPAMBA	8:18:25	8:19:30		0:01:05	0,29			
VIA CUENCA - DÉLEG	8:19:30	8:22:05		0:02:35	0,9			X
ZININ	8:22:05	8:32:45	0:10:40					X
GRUTA LA DOLOROSA	8:32:45	8:48:35	0:15:50					X
RETORNO	8:48:35	8:53:20		0:04:45	2,4			
RETORNO VIA CUENCA - DÉLEG	8:53:20	9:01:05		0:07:45	3,56			
VIA A SURAMPALTI	9:01:05	9:17:45	0:16:40					X
SURAMPALTI	9:17:45	9:24:55	0:07:10					X
SAN PEDRO	9:24:55	9:29:10	0:04:15					X
RETORNO	9:29:10	9:37:05		0:07:55	3,63			
CHANCHUN	9:37:05	9:46:40	0:09:35					X
MESALOMA	9:46:40	9:54:15	0:07:35					X
RETORNO	9:54:15	9:57:25	0:03:10					X

NUEVA ALIANZA	9:57:25	10:05:30	0:08:05					X
PATRON SANTIAGO	10:05:30	10:14:10	0:08:40					X
HORNAPALA	10:14:10	10:24:25	0:10:15					X
RETORNO AL GARAJE	10:24:25	10:30:00		0:05:35	4,03			
ALMUERZO	10:30:00	11:40:00		1:10:00				
GARAJE - RETORNO DE LA RUTA	11:40:00	11:42:05		0:02:05	0,75			
VIA A JERUSALEN	11:42:05	11:48:20	0:06:15					X
JERUSALEN	11:48:20	11:56:50	0:08:30					X
VIA A SAN NICOLAS	11:56:50	12:01:30		0:04:40	1,72			
FATIMA	12:01:30	12:10:10	0:08:40					X
RETORNO	12:10:10	12:12:40		0:02:30	0,3			
TUNINCAY	12:12:40	12:16:30	0:03:50					X
VIA A AZOGUES	12:16:30	12:33:00		0:16:30	6,03			X
CHUCURIN	12:33:00	12:49:50	0:16:50					X
VIA DÉLEG – AZOGUES SITINCAY	12:49:50	13:14:30		0:24:40	5,7			
ANIMASPAMBA	13:14:30	13:24:40	0:10:10					X
RETORNO	13:24:40	13:30:15		0:05:35	1,1			
CRISTO REY	13:30:15	13:41:50	0:11:35					X
RETORNO AL GARAJE	13:41:50	13:55:00		0:13:10	3,61			

RESUMEN DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS			
JORNADA DE TRABAJO	8 horas	RENDIMIENTO DE TIEMPO ÚTIL (%) 63,55 %	
TIEMPO TOTAL	5,08 horas		
DISTANCIA TOTAL	68,09 km		
MICRORUTA		MACRORUTA	
LONGITUD DE MICRORUTEO	57,77 km	LONGITUD DE RECOLECCIÓN	57,77 km
DISTANCIA PRODUCTIVA	31,48 km	TIEMPO DE RECOLECCIÓN	4,50 h
TIEMPO PRODUCTIVO	3,16 h	VELOCIDAD DE RECOLECCIÓN	12,83 km/h
VELOCIDAD PRODUCTIVA	9,95 km/h	DISTANCIA RECORRIDA FUERA DE RUTA	10,32 km
DISTANCIA IMPRODUCTIVA	26,29 km	TIEMPO RECORRIDO FUERA DE RUTA	0,58 h
TIEMPO IMPRODUCTIVO	1,34 h	VELOCIDAD RECORRIDA FUERA DE RUTA	24,94 km/h
VELOCIDAD IMPRODUCTIVA	19,63 km/h		

REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DEL CANTÓN DÉLEG

ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

HOJA DE CONTROL

RECOLECTOR NO: 1

RUTA NO: 4

HORA DE INGRESO

NÚMERO DE OBREROS: 1

NÚMERO DE VIAJES:

FECHA: 20 DE DICIEMBRE DE 2018

JORNADA DE TRABAJO

CANTIDAD RECOLECTADA

DISTANCIA RECORRIDA

RENDIMIENTO DE LA

CUADRILLA

8 horas

1,54 Ton

36,69 km

315,76 kg/obrero/hora

COMUNIDAD, BARRIO, SECTOR O CALLE	HORA DE INICIO	HORA FINAL	TIEMPO PRODUCTIVO	TIEMPO IMPRODUCTIVO	LONGITUD IMPRODUCTIVA (km)	ALZADO DE RESIDUOS		
						DER.	IZQ.	2 LADOS
GARAJE-INICIO RUTA	7:41:00	7:44:10		0:03:10	1,32			
VIA A SITINCAY	7:44:10	8:02:25	0:18:15					X
SITINCAY	8:02:25	8:14:40	0:12:15					X
SITINCAY GRANDE	8:14:40	8:27:05	0:12:25					
VIA A LA CALDERA	8:27:05	8:36:35		0:09:30	2,1			X
CALVARIO	8:36:35	8:55:20	0:18:45					
RETORNO	8:55:20	9:02:50		0:07:30	1,9			X
YOLÓN	9:02:50	9:23:55	0:21:05					X
VIA CENTRO PARRQ. SOLANO	9:23:55	9:29:35	0:05:40					X
CALLE 13 DE JULIO	9:29:35	9:33:50	0:04:15					
CALLE D	9:33:50	9:35:55	0:02:05					X
C. SALVADOR MACIAS	9:35:55	9:49:55	0:14:00					
C. A	9:49:55	9:53:45	0:03:50					X
RETORNO C. A	9:53:45	9:55:35		0:01:50	0,16			X
C. 13 DE JULIO	9:55:35	10:08:10	0:12:35					
C. SALVADOR MACIAS	10:08:10	10:10:00		0:01:50	0,4			X
VIA A DOMAY	10:10:00	10:14:30		0:04:30	1,13			
DOMAY	10:14:30	10:28:15	0:13:45					X
BORMA	10:28:15	10:33:25		0:05:10	1,01			X

RETORNO	10:33:25	10:53:30	0:20:05					
DOMAY	10:53:30	11:00:50	0:07:20					X
JACARIN	11:00:50	11:10:40	0:09:50					X
LA PUCARA	11:10:40	11:20:00	0:09:20					
VIA CENTRO PARRQ. SOLANO	11:20:00	11:22:50	0:02:50					
CALLE VICENTE PACHECO	11:22:50	11:25:55	0:03:05					X
13 DE JULIO Y SALVADOR MACIAS	11:25:55	11:28:05		0:02:10	0,59			X
CALLE F	11:28:05	11:31:10	0:03:05					X
CALLE 4	11:31:10	11:35:00	0:03:50					
C. LUIS RODRIGUEZ	11:35:00	11:36:20	0:01:20					
C. 2	11:36:20	11:38:50	0:02:30					
C. 3	11:38:50	11:44:35	0:05:45					
C. A	11:44:35	11:46:30		0:01:55	0,16			
ALMUERZO	11:46:30	12:46:40		1:00:10				
LAGUNA DE GUABIZHUN	12:46:40	12:56:50	0:10:10					
SIGSIPAMBA	12:56:50	13:02:50		0:06:00	1,55			
RETORNO	13:02:50	13:11:30	0:08:40					
SIGSIPAMBA	13:11:30	13:36:55	0:25:25					
RETORNO AL GARAJE	13:36:55	13:41:40		0:04:45	1,82			

RESUMEN DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS			
JORNADA DE TRABAJO	8 HORAS	RENDIMIENTO DE TIEMPO ÚTIL (%) 62,65 %	
TIEMPO TOTAL	5,01 HORAS		
DISTANCIA TOTAL	36,69 km		
MICRORUTA		MACRORUTA	
LONGITUD DE MICRORUTEO	33,55 km	LONGITUD DE RECOLECCIÓN	33,55 km
DISTANCIA PRODUCTIVA	24,55 km	TIEMPO DE RECOLECCIÓN	4,88 h
TIEMPO PRODUCTIVO	4,20 h	VELOCIDAD DE RECOLECCIÓN	6,88 km/h
VELOCIDAD PRODUCTIVA	5,84 km/h	DISTANCIA RECORRIDA FUERA DE RUTA	3,14 km
DISTANCIA IMPRODUCTIVA	9,00 km	TIEMPO RECORRIDO FUERA DE RUTA	0,13 h
TIEMPO IMPRODUCTIVO	0,67 h	VELOCIDAD RECORRIDA FUERA DE RUTA	23,79 km/h
VELOCIDAD IMPRODUCTIVA	13,36 km/h		

RESUMEN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

TIEMPOS (h)	RUTAS				PROMEDIO
	1	2	3	4	
TIEMPO DE LA JORNADA DE TRABAJO	8	8	8	8	8
TIEMPO TOTAL (TT)	6,05	5,98	5,08	5,01	5,53
TIEMPO PRODUCTIVO (TP)	4,02	2,92	3,16	4,20	3,58
TIEMPO IMPRODUCTIVO (TI)	0,46	0,26	1,34	0,67	0,68
TIEMPO DE RECORRIDO FUERA DE RUTA (TRFR)	1,56	2,80	0,58	0,13	1,27
RENDIMIENTO EN PORCENTAJE (%)	75,60%	74,77%	63,55%	62,65%	69%

DISTANCIAS (km)	RUTAS				PROMEDIO
	1	2	3	4	
DISTANCIA TOTAL (DT)	51,21	96,08	68,09	36,69	63,02
DISTANCIA PRODUCTIVO (DP)	32,70	11,64	31,48	24,55	25,09
DISTANCIA IMPRODUCTIVO (DI)	8,94	2,19	26,29	9,00	11,61
DISTANCIA DE RECORRIDO FUERA DE RUTA (DRFR)	9,57	82,25	0,68	3,14	23,91
EFICIENCIA DE RECOLECCIÓN (a)	0,79	0,84	0,54	0,73	0,68

VELOCIDADES (km/h)	RUTAS				PROMEDIO
	1	2	3	4	
VELOCIDAD PRODUCTIVA (VP)	8,13	3,99	9,95	5,84	6,98
VELOCIDAD IMPRODUCTIVA (VI)	19,33	8,34	19,63	13,36	15,16
VELOCIDAD DE RECORRIDO FUERA DE RUTA (VRFR)	19,35	29,40	24,94	23,79	24,37

RENDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN (kg/obrero/hora)	RUTAS				PROMEDIO
	1	2	3	4	
	499,24	640,46	310,87	315,76	441,58

Anexo G: Costos de operación del sistema de recolección

GASTOS POR CARGAS SOCIALES DEL PERSONAL							
PERSONAL	SALARIO (\$)	TIEMPO (MESES)	IESS	FR	XIII	XIV	SALARIO REAL MENSUAL
			12,15%	8,33%	8,33%		
Jefe de Medio Ambiente	980,00	1,00	119,07	81,67	81,67	33,17	1.295,57
Chofer	614,00	1,00	74,60	51,17	51,17	33,17	824,10
Mecánico	614,00	1,00	74,60	51,17	51,17	33,17	824,10
Jornaleros de recolección	561,00	1,00	68,16	46,75	46,75	33,17	755,83

CANTIDADES		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
1. RECOLECCION Y TRANSPORTE		
1.1 MANO DE OBRA CALIFICADA		
Jefe de Medio Ambiente	UNID.	0,33
Chofer	UNID.	1,00
Mecánico	UNID.	0,10
1.2 MANO DE OBRA NO CALIFICADA		
Jornaleros de recolección	UNID.	1,00
1.3 MAQUINARIA Y EQUIPOS (PROPIOS)		
Recolector Compactador de 20 Yd3	UNID.	1,00
1.5 HERRAMIENTAS Y UTILERIA (anual)		
Escoba	UNID.	3,00
Pala	UNID.	1,00
Uniforme	UNID.	4,00
Poncho impermeable	UNID.	1,00
Casco industrial	UNID.	1,00
Calzado industrial	PARES	2,00
Gafas	UNID.	4,00
Orejeras	UNID.	4,00
Guantes industriales	PARES	6,00
Mascarilla industrial	UNID.	4,00

COSTO HORARIO DE OPERACIÓN RECOLECCIÓN 17 YD3	
DESCRIPCIÓN	DÓLARES/ HORA
I COSTOS FIJOS	9,24
1.1 DEPRECIACION	3,02
1.2 INVERSION	4,52
1.3 SEGUROS, Matrículas, ETC.	1,70
II COSTOS DE OPERACION	4,88
2.1 MANTENIMIENTO	1,81
2.2 COMBUSTIBLE	1,74
2.3 ACEITES	0,67
2.4 LLANTAS	0,67
TOTAL CALCULADO	14,12
TOTAL ASUMIDO	14,12
VALORES CONSIDERADOS:	
(Va) COSTO RECOLECTOR (dólares \$) año 2006	125.000,00
(Vv) VALOR RESIDUAL (dólares \$)	31.250
Según el mecánico encargado del mantenimiento del vehículo recolector este puede operar unos 3 años más para que tenga que ser repotenciado	
(Vu) VIDA UTIL (años)	15
DIAS DE TRABAJO AL AÑO	259
HORAS DE TRABAJO POR DIA	8
CONSUMO DE COMBUSTIBLE/DIA (galones)	13,4
ACEITE (MOTOR, TRANSMISION, HIDRAULICOS) (gal/hora)	0,03
LLANTAS (juego / año)	1,0
COSTO LLANTAS (dólares c/u)	230
COSTO COMBUSTIBLE (DIESEL)(dólares / galones)	1,04
COSTO GALON DE ACEITE (dólares)	20,0
(s) INTERES SEGUROS ANUAL	4,5%
(i) INTERES ANUAL	12,00%
NOTA:	
- Depreciación=(Va-Vv)/Vu-horas	
- Inversión = (Va+Vv)*i/2 * horas-año	
- Seguros = (Va+Vv)*s/2*horas-año	
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO	
Capacidad:	8,4 Ton

COSTOS DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN ACTUAL

DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO USD.	P. TOTAL/AÑO USD.
1. RECOLECCION Y TRANSPORTE		
1.1 MANO DE OBRA CALIFICADA		
Jefe de Medio Ambiente	1.295,57	5.130,47
Chofer	824,10	9.889,25
Mecánico	824,10	988,93
SUBTOTAL		16.008,65
1.2 MANO DE OBRA NO CALIFICADA		
Jornaleros de recolección	755,83	9.069,98
SUBTOTAL		9.069,98
1.3 COSTOS DE CAPITAL (Maquinaria y equipos)		
Recolector Compactador de 17 Yd3	125.000,00	-
SUBTOTAL		
1.3.1 DEPRECIACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS		
Depreciación de equipos durante vida útil (15 años)		19.140,63
Operación y mantenimiento de los equipos		7.909,56
SUBTOTAL		27.050,18
4.4 HERRAMIENTAS Y UTILERIA		
Escoba	3,20	9,60
Pala	10,00	10,00
Uniforme	40,00	160,00
Poncho impermeable	15,00	15,00
Casco industrial	6,50	6,50
Calzado industrial	45,00	90,00
Gafas	4,50	18,00
Orejeras	4,50	18,00
Guantes industriales	4,70	28,20
Mascarilla industrial	5,70	22,80
SUBTOTAL		327,10
T O T A L		52.455,91

DESCRIPCIÓN	COSTO ANUAL USD.
RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE	
COSTOS DE CAPITAL MAQUINARIA Y EQUIPOS (inversión)	-
DEPRECIACIÓN DE EQUIPO Y MAQUINARIA (inversión)	19.140,6
SUBTOTAL DE INVERSIÓN	19.140,6
MANO DE OBRA CALIFICADA	16.008,6
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	9.070,0
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO	7.909,6
HERRAMIENTAS Y UTILERÍA	327,1
SUBTOTAL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	33.315,3
COSTOS ANUALES	52.455,9

DESCRIPCIÓN	AÑO
	2019
POBLACIÓN (hab.)	6375
CANTIDAD DE R.S. RECOGIDOS (ton/año)	467
COSTOS UNITARIOS CONSIDERANDO LA DEPRECIACIÓN, LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	
COSTO PROMEDIO ANUAL (usd./hab.)	8,23
COSTO PROMEDIO MENSUAL (usd./hab.)	0,69
COSTO UNIT. SISTEMA DE RECOLECCIÓN (usd./ton.)	112,28
COSTOS UNITARIOS CONSIDERANDO SOLO COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	
COSTO PROMEDIO ANUAL (usd./hab.)	5,23
COSTO PROMEDIO MENSUAL (usd./hab.)	0,44
COSTO UNIT. SISTEMA DE RECOLECCIÓN (usd./ton.)	71,31

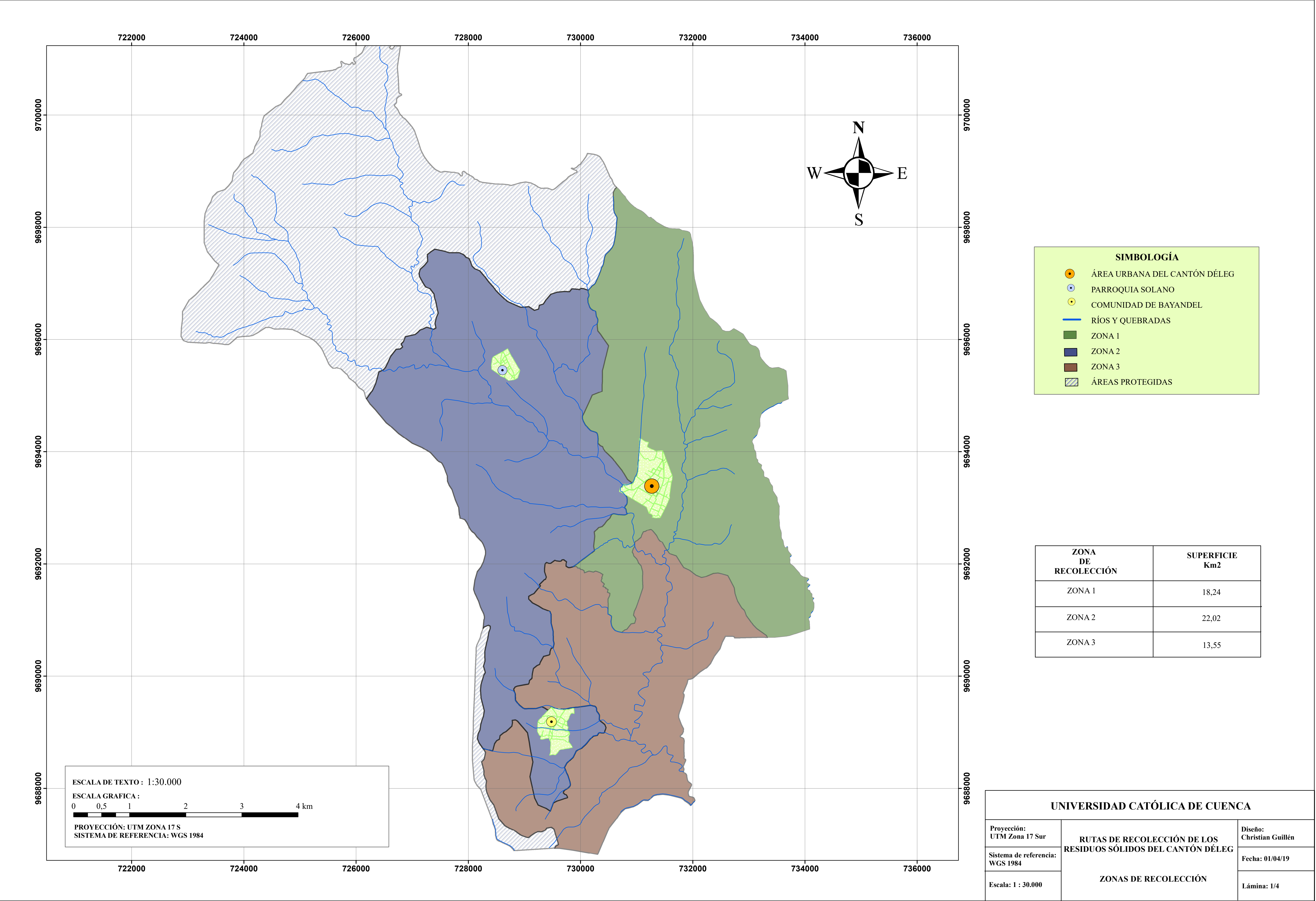
COSTO POR AÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN REDISEÑADO

DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO USD.	P. TOTAL/AÑO USD.						
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	
1. RECOLECCION Y TRANSPORTE								
1.1 MANO DE OBRA CALIFICADA								
Jefe de Medio Ambiente	1.295,57	5.130,47	5.256,17	5.384,94	5.516,87	5.652,04	5.790,51	
Chofer	824,10	9.889,25	10.131,54	10.379,76	10.634,07	10.894,60	11.161,52	
Mecánico	824,10	988,93	1.013,15	1.037,98	1.063,41	1.089,46	1.116,15	
SUBTOTAL		16.008,65	16.400,86	16.802,68	17.214,35	17.636,10	18.068,18	
1.2 MANO DE OBRA NO CALIFICADA								
Jornaleros de recolección	755,83	9.069,98	9.292,19	9.519,85	9.753,09	9.992,04	10.236,84	
SUBTOTAL		9.069,98	9.292,19	9.519,85	9.753,09	9.992,04	10.236,84	
1.3 COSTOS DE CAPITAL (Maquinaria y equipos)								
Recolector Compactador de 17 Yd3	125.000,00	-	-	-	-	-	-	
Repotenciación de Recolector Compactador de 17 Yd3		-	-	-	54.250,00	-	-	
SUBTOTAL					54.250,00			
1.3.1 DEPRECIACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS								
Depreciación de equipos durante vida útil (15 años)		19.140,63	19.140,63	19.140,63	5.425,00	5.425,00	5.425,00	
Operación y mantenimiento de los equipos		10.120,76	10.120,76	10.120,76	10.120,76	10.120,76	10.120,76	
SUBTOTAL		29.261,38	29.261,38	29.261,38	15.545,76	15.545,76	15.545,76	
1.4 HERRAMIENTAS Y UTILERIA								
Escoba	3,20	9,60	9,60	9,60	9,60	9,60	9,60	
Pala	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
Uniforme	40,00	160,00	160,00	160,00	160,00	160,00	160,00	
Poncho impermeable	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	
Casco industrial	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	
Calzado industrial	45,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	
Gafas	4,50	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	
Orejas	4,50	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	
Guantes industriales	4,70	28,20	28,20	28,20	28,20	28,20	28,20	
Mascarilla industrial	5,70	22,80	22,80	22,80	22,80	22,80	22,80	
SUBTOTAL			327,10	327,10	327,10	327,10	327,10	
1.5 SEÑALIZACIÓN								
Letreros	200,00	800,00						
SUBTOTAL		800,00						
T O T A L			55.467,11	55.281,53	55.911,01	97.090,29	43.500,99	44.177,88

DESCRIPCIÓN	COSTO ANUAL USD.					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1. RECOLECCION Y TRANSPORTE						
COSTOS DE CAPITAL MAQUINARIA Y EQUIPOS (Inversión)	-	-	-	54.250,0	-	-
DEPRECIACION DE EQUIPO Y MAQUINARIA (Inversión)	19.140,6	19.140,6	19.140,6	5.425,0	5.425,0	5.425,0
SUBTOTAL DE INVERSIÓN	19.140,6	19.140,6	19.140,6	5.425,0	5.425,0	5.425,0
MANO DE OBRA CALIFICADA	16.008,6	16.400,9	16.802,7	17.214,3	17.636,1	18.068,2
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	9.070,0	9.292,2	9.519,9	9.753,1	9.992,0	10.236,8
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO	10.120,8	10.120,8	10.120,8	10.120,8	10.120,8	10.120,8
HERRAMIENTAS Y UTILERIA	327,1	327,1	327,1	327,1	327,1	327,1
SEÑALIZACIÓN	800,0					
SUBTOTAL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	36.326,48	36.140,91	36.770,39	37.415,29	38.075,99	38.752,88
COSTOS ANUALES	55.467,11	55.281,53	55.911,01	42.840,29	43.500,99	44.177,88

DESCRIPCIÓN	AÑO					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
POBLACIÓN (hab.)	6375	6400	6425	6450	6477	6503
CANTIDAD DE R.S. RECOGIDOS (ton/año)	987,37	1004,40	1021,62	1038,94	1056,61	1074,23
COSTOS UNITARIOS CONSIDERANDO LA DEPRECIACIÓN, LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS						
COSTO PROMEDIO ANUAL (usd./hab.)	8,70	8,64	8,70	6,64	6,72	6,79
COSTO PROMEDIO MENSUAL (usd./hab.)	0,73	0,72	0,73	0,55	0,56	0,57
COSTO UNIT. SISTEMA DE RECOLECCIÓN (usd./ton.)	56,18	55,04	54,73	41,23	41,17	41,13
COSTOS UNITARIOS CONSIDERANDO SOLO COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS						
COSTO PROMEDIO ANUAL (usd./hab.)	5,70	5,65	5,72	5,80	5,88	5,96
COSTO PROMEDIO MENSUAL (usd./hab.)	0,47	0,47	0,48	0,48	0,49	0,50
COSTO UNIT. SISTEMA DE RECOLECCIÓN (usd./ton.)	36,79	35,98	35,99	36,01	36,04	36,08

Anexo H: MAPAS DE LAS NUEVAS RUTAS DE RECOLECCIÓN





**PERMISO DEL AUTOR DE TESIS PARA SUBIR AL REPOSITORIO
INSTITUCIONAL**

Yo, **Christian Mauricio Guillén Guillén** portador de la cédula de ciudadanía N° 0105483416. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Rediseño del sistema de recolección de los residuos sólidos domiciliarios del cantón Deleg”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 06 de agosto de 2019

F:

Christian Mauricio Guillén Guillén
0105483416