

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

**“PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS  
SOLIDOS DOMICILIARIOS PARA ÁREAS MARGINALES  
URBANAS”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**CAMILA STEFANY ASANZA CASTRO**  
camila.asanza@gmail.com

**DIRECTOR: ING. MARÍA BELÉN ALDÁS SANDOVAL, MSc.**  
maria.aldas@epn.edu.ec

**Quito, septiembre 2017**

## DECLARACIÓN

Yo Camila Stefany Asanza Castro, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**CAMILA STEFANY ASANZA CASTRO**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Camila Stefany Asanza Castro, bajo mi supervisión.

---

**ING. MARÍA BELÉN ALDÁS, MSC**  
**DIRECTORA DEL PROYECTO**

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a mi Dios el dador de vida, mi salvador y redentor por ayudarme en todo a lo largo de mi carrera universitaria, porque en cada paso que di pude ver su mano a mi favor.

A mis padres esos seres maravillosos que Dios puso en mi camino para apoyarme y darme fuerzas cuando las necesitaba, gracias por su incansable labor, por sus oraciones y el amor que me han demostrado cada día.

A mis hermanos que siempre estuvieron conmigo y con sus ocurrencias, consejos y amor han alegrado mi vida.

A mi novio y compañero por todo su amor, apoyo, ayuda y comprensión.

A la Escuela Politécnica Nacional y al personal docente por los conocimientos impartidos en el transcurso de mi carrera.

Al Ingeniero Macelo Muñoz y a la Ingeniera María Belén Aldás por su valiosa colaboración en el presente proyecto.

## DEDICATORIA

A Dios porque todo lo que soy y tengo se lo debo a Él.

A Anibal Asanza y Verónica Castro por ser unos excelentes padres, esforzados y valientes.

A mis hermanos Pablo y Ricardo por su apoyo incondicional.

## CONTENIDO

DECLARACIÓN.....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
DEDICATORIA.....	V
CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XIV
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	XV
SIMBOLOGÍA O SIGLAS.....	XVI
RESUMEN.....	XVII
ABSTRACT.....	XVIII
PRESENTACIÓN.....	XIX
CAPÍTULO I.....	1
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4 ALCANCE.....	4
CAPÍTULO II.....	5
2 MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS (RSD).....	5
2.1.1 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS.....	5
2.2 GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	6
2.2.1 INFORMACIÓN BÁSICA PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	7

2.2.2	ETAPAS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	10
2.2.3	PROBLEMÁTICA ASOCIADA A LA GESTIÓN INADECUADA DE RESIDUOS.....	11
2.2.4	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	13
2.3	MODELOS DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	15
2.3.1	MODELO DE GESTIÓN CON RESIDUOS MEZCLADOS.....	15
2.3.2	MODELO DE GESTIÓN CON RESIDUOS SEPARADOS.....	15
2.4	ÁREAS MARGINALES.....	16
2.4.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	17
2.4.2	PROBLEMÁTICA AMBIENTAL.....	18
2.5	MÉTODOS UTILIZADOS A NIVEL MUNDIAL PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS DOMICILIARIOS.....	18
2.5.1	GENERACIÓN.....	18
2.5.2	SEPARACIÓN Y ALMACENAMIENTO EN FUENTE.....	19
2.5.3	RECOLECCIÓN.....	19
2.5.4	TRATAMIENTO.....	23
2.5.5	DISPOSICIÓN FINAL.....	26
2.6	MARCO LEGAL.....	27
CAPÍTULO III.....		31
3	METODOLOGÍA.....	31
3.1	CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	31
3.1.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	31
3.1.2	CLIMA.....	32
3.1.3	ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.....	32
3.1.4	MANEJO ACTUAL DE RESIDUOS.....	32
3.2	MATERIALES Y EQUIPOS.....	33
3.3	CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DEL BARRIO EL MANANTIAL: TASA PER CÁPITA, COMPOSICIÓN FÍSICA Y DENSIDAD DE LOS RESIDUOS.....	34
3.3.1	DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA.....	34
3.3.2	REUNIÓN INFORMATIVA Y DE CAPACITACIÓN.....	34
3.3.3	RECOPIACIÓN DE DATOS.....	36
3.3.4	DETERMINACIÓN DE LA TASA PER CÁPITA.....	37

3.3.5 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS .....	37
3.3.6 DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	38
3.4 ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN FUTURA .....	39
3.5 ENCUESTA.....	40
3.6 ALTERNATIVAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS .....	40
CAPÍTULO IV.....	41
4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	41
4.1 CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL BARRIO “EL MANANTIAL”	41
4.1.1 CANTIDAD TOTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS .....	41
4.1.2 CANTIDAD DE RESIDUOS ORGÁNICOS.....	42
4.1.3 CANTIDAD DE RESIDUOS INORGÁNICOS RECICLABLES.....	43
4.1.4 CANTIDAD DE RESIDUOS INORGÁNICOS NO RECICLABLES ...	45
4.2 TASA PER CÁPITA DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL BARRIO “EL MANANTIAL” .....	46
4.2.1 TASA PER CÁPITA GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS .....	46
4.2.2 TASA PER CÁPITA DE RESIDUOS ORGÁNICOS, RECICLABLES Y NO RECICLABLES.....	47
4.2.3 TASA PER CÁPITA DE RESIDUOS RECICLABLES POR MATERIAL	47
4.3 COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL BARRIO “EL MANANTIAL” .....	48
4.3.1 COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS, RECICLABLES Y NO RECICLABLES.....	48
4.3.2 COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES POR MATERIAL.....	49
4.4 PESO ESPECÍFICO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL BARRIO “EL MANANTIAL” .....	51
4.4.1 PESO ESPECÍFICO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS, RECICLABLES Y NO RECICLABLES.....	51
4.4.2 PESO ESPECÍFICO DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES POR MATERIAL.....	52
4.5 POBLACIÓN FUTURA.....	53



4.6	ENCUESTA A LOS HABITANTES DEL BARRIO “EL MANANTIAL” SOBRE SU DISPOSICIÓN A COLABORAR EN EL MANEJO DE RESIDUOS	54
4.7	ALTERNATIVAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS .....	60
4.7.1	FRACCIÓN ORGÁNICA.....	61
4.7.2	FRACCIÓN INORGÁNICA .....	63
4.8	MODELO MUNICIPAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS PARA ÁREAS MARGINALES URBANAS .....	64
4.8.1	REDUCCIÓN Y SEPARACIÓN EN EL ORIGEN.....	65
4.8.2	FRACCIÓN ORGÁNICA.....	65
4.8.3	FRACCIÓN INORGÁNICA .....	66
4.8.4	APLICACIÓN DEL MODELO MUNICIPAL PROPUESTO EN EL CASO DE ESTUDIO BARRIO “EL MANANTIAL” .....	70
4.9	MODELO COMUNITARIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS PARA ÁREAS MARGINALES URBANAS .....	81
4.9.1	APLICACIÓN DEL MODELO COMUNITARIO PROPUESTO EN EL CASO DE ESTUDIO BARRIO “EL MANANTIAL” .....	83
	CAPÍTULO V.....	91
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
5.1	CONCLUSIONES.....	91
5.2	RECOMENDACIONES .....	92
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
	ANEXOS.....	104

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 INFORMACIÓN BÁSICA DE LOS RESIDUOS Y SU APLICACIÓN....	9
TABLA 2.2 VECTORES Y ENFERMEDADES ASOCIADAS AL MAL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	11
TABLA 2.3 MARCO LEGAL RELACIONADO A LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ECUADOR.....	28
TABLA 3.1 MATERIALES Y EQUIPOS.....	33
TABLA 4.1 CANTIDAD TOTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	41
TABLA 4.2 CANTIDAD DE RESIDUOS ORGÁNICOS .....	42
TABLA 4.3 CANTIDAD TOTAL DE RESIDUOS INORGÁNICOS RECICLABLES	43
TABLA 4.4 CANTIDAD DE RESIDUOS RECICLABLES POR TIPO DE MATERIAL .....	44
TABLA 4.5 CANTIDAD DE RESIDUOS INORGÁNICOS NO RECICLABLES	45
TABLA 4.6 TASA PER CÁPITA DIARIA .....	46
TABLA 4.7 TASA PER CÁPITA POR TIPO DE RESIDUO .....	47
TABLA 4.8 TASA PER CÁPITA RESIDUOS RECICLABLES .....	47
TABLA 4.9 COMPOSICIÓN DIARIA DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	48
TABLA 4.10 COMPOSICIÓN GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	48
TABLA 4.11 COMPOSICIÓN DIARIA DE RESIDUOS RECICLABLES .....	49
TABLA 4.12 COMPOSICIÓN GENERAL DE RESIDUOS RECICLABLES .....	50
TABLA 4.13 PESO ESPECÍFICO DIARIO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	51
TABLA 4.14 PESO ESPECÍFICO GENERAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS....	52
TABLA 4.15 PESO ESPECÍFICO DIARIO DE LOS RESIDUOS RECICLABLES	52
TABLA 4.16 PESO ESPECÍFICO GENERAL DE LOS RESIDUOS RECICLABLES .....	52
TABLA 4.17 PESO ESPECÍFICO DE LOS RESIDUOS Y VALORES TÍPICOS EN AMÉRICA LATINA .....	53

TABLA 4.18 OPCIONES DE GESTIÓN .....	60
TABLA 4.19 VIABILIDAD DE ALTERNATIVAS FRACCIÓN ORGÁNICA.....	61
TABLA 4.20 VIABILIDAD DE ALTERNATIVAS FRACCIÓN INORGÁNICA .....	63
TABLA 4.21 VEHÍCULOS DE RECOLECCIÓN PRIMARIA.....	68
TABLA 4.22 LARGO DE LAS COMPOSTERAS DE HASTA 5 Y 7 HABITANTES .....	73
TABLA 4.23 POSIBLES PROBLEMAS Y SOLUCIONES EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE DOMÉSTICO .....	74
TABLA 4.24 ESPECIFICACIONES DEL TRICICLO DE CARGA.....	75
TABLA 4.25 DATOS SEMANALES DE RESIDUOS INORGÁNICOS .....	80
TABLA 4.26 LARGO DE LAS COMPOSTERAS DE HASTA 3, 5 Y 7 HABITANTES.....	84
TABLA 4.27 DIMENSIONES CONTENEDORES DE MALLA.....	87
TABLA 4.28 GANANCIA POR LA VENTA DE RESIDUOS RECICLABLES .....	88
TABLA 4.29 PRODUCCIÓN DIARIA DE RESIDUOS RECICLABLES.....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS.....	6
FIGURA 2. 2 TASA DE GENERACIÓN DE RESIDUOS EN PAÍSES DE BAJOS, MEDIO-BAJOS, MEDIO-ALTOS Y ALTOS INGRESOS.....	7
FIGURA 2. 3 COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS EN PAÍSES DE BAJOS, MEDIO-BAJOS, MEDIO-ALTOS Y ALTOS INGRESOS.....	8
FIGURA 2. 4 PIRÁMIDE DE LA JERARQUÍA DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	14
FIGURA 2. 5 MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS.....	21
FIGURA 3. 1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	31
FIGURA 4. 1 MODELO MUNICIPAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS PROPUESTO.....	64
FIGURA 4. 2 RESPONSABILIDADES RECOLECCIÓN PRIMARIA.....	67
FIGURA 4. 3 COMPOSTERA VISTA SUPERIOR.....	70
FIGURA 4. 4 COMPOSTERA VISTA FRONTAL.....	71
FIGURA 4. 5 COMPOSTERA VISTA LATERAL.....	71
FIGURA 4. 6 TRICICLO DE CARGA.....	75
FIGURA 4. 7 ESQUEMA MANEJO RESIDUOS NO RECICLABLES.....	77
FIGURA 4. 8 CONTENEDOR RESIDUOS RECICLABLES DMQ.....	78
FIGURA 4. 9 ESQUEMA UBICACIÓN DE CONTENEDORES.....	79
FIGURA 4. 10 ESQUEMA MANEJO RESIDUOS INORGÁNICOS.....	81
FIGURA 4. 11 MODELO COMUNITARIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS PROPUESTO.....	82
FIGURA 4. 12 RESPONSABILIDAD COMUNITARIA RECOLECCIÓN PRIMARIA.....	83
FIGURA 4. 13 COMPOSTERA DOMÉSTICA INTI.....	84
FIGURA 4. 14 ESTRUCTURA PARA DEPÓSITO DE RESIDUOS.....	86

FIGURA 4. 15 ESQUEMA MANEJO COMUNITARIO DE RESIDUOS NO RECICLABLES.....	86
FIGURA 4. 16 CONTENEDORES DE MALLA.....	87
FIGURA 4. 17 ESQUEMA UBICACIÓN DE CONTENEDORES COMUNITARIOS.....	88

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 4. 1 COMPOSICIÓN GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	49
GRÁFICO 4. 2 COMPOSICIÓN GENERAL DE RESIDUOS RECICLABLES .....	51
GRÁFICO 4. 3 ESQUEMA BARRIO EL MANANTIAL.....	54
GRÁFICO 4. 4 SEPARACIÓN DE LA BASURA EN EL HOGAR .....	55
GRÁFICO 4. 5 DISPOSICIÓN A REALIZAR LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS	55
GRÁFICO 4. 6 CONOCIMIENTO DEL COMPOST.....	56
GRÁFICO 4. 7 BENEFICIO DEL COMPOST.....	56
GRÁFICO 4. 8 DISPOSICIÓN DE REALIZAR EL COMPOST EN EL PATIO.....	57
GRÁFICO 4. 9 DISPOSICIÓN A COLABORAR EN EL MANEJO DE LOS RESIDUOS DE SU BARRIO .....	57
GRÁFICO 4. 10 DISPOSICIÓN A COLABORAR EN CAMPAÑAS DE RECILAJE EN SU BARRIO.....	58
GRÁFICO 4. 11 DISPOSICIÓN A PAGAR UNA CUOTA MENSUAL PARA EL MANEJO DE RESIDUOS EN EL BARRIO.....	58
GRÁFICO 4. 12 CONOCIMIENTO DE QUE EL MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS EN SU BARRIO PUEDE PROVOCAR ENFERMEDADES .....	59
GRÁFICO 4. 13 CONOCIMIENTO DE QUE EL MAL MANEJO DE RESIDUOS AFECTA AL AMBIENTE .....	59
GRÁFICO 4. 14 NUEVA COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS .....	89

## ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 2. 1 ÁREAS MARGINALES JOSÉ PERALTA Y SAN JACINTO DE UTUCUHO, QUITO, ECUADOR. ....	17
IMAGEN 2. 2 COMPOSTERA DOMÉSTICA COMERCIAL .....	24
IMAGEN 3. 1 REUNIÓN INFORMATIVA .....	35
IMAGEN 3. 2 CAPACITACIÓN Y ENTREGA DE FUNDAS .....	35
IMAGEN 3. 3 RECOLECCIÓN Y PESAJE DE RESIDUOS .....	36
IMAGEN 3. 4 CLASIFICACIÓN POR TIPO DE RESIDUOS RECICLABLE .....	37
IMAGEN 3. 5 DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE RESIDUOS .....	38
IMAGEN 3. 6 ENCUESTA A HABITANTES DEL BARRIO EL MANANTIAL	40

## SIMBOLOGÍA O SIGLAS

**ACR:** Association of Cities and regions for Recycling and sustainable management of waste

**CEAMSE:** Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado de Argentina

**CEMPRE :** Compromiso Empresarial para el Reciclaje

**CEPIS:** Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente

**COA:** Código Orgánico Ambiental

**CTC:** Centro Tecnológico y Nacional de la Conserva y Alimentación

**DMQ:** Distrito Metropolitano de Quito

**EMASEO:** Empresa Pública Metropolitana de Aseo de Quito

**EPA:** Environmental Protection Agency

**FAO:** Food and Agricultural Organization

**FARN:** Fundación Ambiente y Recursos Naturales

**INAMHI:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

**INSHT:** Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

**INTI:** Instituto Nacional de Tecnología Industrial de España

**LOOTUS:** Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial Uso y Gestión de Suelo

**MAE:** Ministerio del Ambiente de Ecuador

**NTE :** Norma Técnica Ecuatoriana

**OMS:** Organización Mundial de la Salud

**ONU:** Organización de las Naciones Unidas

**ONUDI:** Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

**OPS:** Organización Panamericana de la Salud

**PNGIDS:** Programa Nacional de Gestión integral de Desechos Sólidos

**RSM:** Residuos Sólidos Municipales

**UNEP:** United Nations Environment Programme



**UN-HABITAT** :United Nations Human Settlements Programme

**USAID**: United States Agency for International Development

**WEDC**: Water Engineering and Development Centre

**WSP**: Water and Sanation Program

## **RESUMEN**

El presente proyecto es una propuesta de modelo de gestión de residuos sólidos domiciliarios en áreas marginales urbanas, sitios que no cuentan con el servicio de recolección, se tomó como zona de estudio al barrio marginal “El Manantial”, ubicado al sur de la ciudad de Quito. Para poder comprender su topografía y las características de sus residuos, se visitó el barrio y se efectuó el levantamiento de datos de campo a través del muestreo directo, también se realizó una encuesta para conocer la disposición de los pobladores a colaborar en el manejo de residuos de su barrio.

Se estableció que la tasa per cápita de residuos de El Manantial es de 0.38 kg/hab/día y su composición la siguiente: 75% residuos orgánicos biodegradables, 21.25% inorgánicos reciclables y 3.75% inorgánicos no reciclables. Con esta información, el análisis de la topografía y ubicación de la zona de estudio se investigó la gestión de residuos en países desarrollados y manuales internacionales. Una vez encontradas las opciones de gestión se analizó su viabilidad y se escogieron las más adecuadas para áreas marginales.

Se propuso un modelo de residuos separados por el gran número de ventajas que el mismo ofrece, de la siguiente manera: Campañas de sensibilización, educación ambiental y capacitación para minimizar la generación y promover la separación en fuente. Tratamiento descentralizado de la fracción orgánica a través de compostaje doméstico y alimentación de animales domésticos. Reciclaje o disposición en relleno sanitario a través de la ubicación de sitios de acopio e incorporación del sector informal para la fracción inorgánica aprovechable. Para la fracción no aprovechable que debe disponerse en el relleno sanitario, se establece como métodos de recolección; parada fija y contenedores comunitarios, y como sistemas de recolección; municipal, primaria y secundaria.

## ABSTRACT

The present project is a proposal for a solid household waste management model in marginal urban areas, sites that do not have the collection service, was taken as a study area to the marginal neighborhood "El Manantial", located to the south of the city of Quito. In order to understand its topography and the characteristics of its residues, the neighborhood was visited and field data collection was carried out through direct sampling. A survey was also carried out to determine the willingness of the residents to collaborate in waste management of his neighborhood.

It was established that the per capita residue rate of El Manantial is 0.38 kg / hab / day and its composition is as follows: 75% biodegradable organic waste, 21.25% recyclable inorganic waste and 3.75% non - recyclable organic waste. With this information, the analysis of the topography and location of the study area was investigated waste management in developed countries and international manuals. Once the management options were found their viability was analyzed and the most suitable ones were chosen for marginal areas.

A waste model was proposed, separated by the great number of advantages it offers, as follows: Awareness campaigns, environmental education and training to minimize generation and promote separation in source. Decentralized treatment of the organic fraction through domestic composting and feeding of domestic animals. Recycling or disposition in sanitary landfill through the location of sites of collection and incorporation of the informal sector for the inorganic fraction usable. For the non-usable fraction to be disposed of at the landfill, it is established as collection methods; fixed stop and community containers, and as collection systems; municipal, primary and secondary.

## PRESENTACIÓN

La presente investigación constituye la propuesta de modelo de gestión de residuos domiciliarios en áreas o barrios marginales urbanos, la cual abarca seis capítulos.

El Capítulo 1 de Introducción describe los antecedentes, los objetivos, la justificación y el alcance del estudio.

El Capítulo 2 de Marco teórico abarca los principios básicos que rigen la teoría de los residuos, conceptos, problemática de la gestión inadecuada, modelos de gestión de residuos, áreas marginales, además el marco legal relacionado al tema.

El Capítulo 3 de Metodología detalla los procedimientos que se emplearon para la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en el barrio marginal “El Manantial” como la determinación de la muestra, el levantamiento de los datos de campo y la encuesta, además se encuentra información sobre la zona de estudio.

El Capítulo 4 de Análisis y Resultados expone los resultados obtenidos del trabajo de campo, tasas per cápita, composición física, peso específico de los residuos, población futura, resultados de la encuesta y de la investigación bibliográfica. También contempla la descripción como tal de la propuesta general y su aplicación en la zona de estudio.

El Capítulo 5 de Conclusiones y Recomendaciones sintetiza toda la información adquirida en el trabajo, su aplicación práctica y los resultados obtenidos en busca del cumplimiento de los objetivos, también recomendaciones útiles generadas de la investigación.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

El acelerado crecimiento de la población y el estilo de vida consumista de hoy en día, implican la generación de cantidades exorbitantes de residuos. En el mundo se producen anualmente entre 7000 a 100000 millones de toneladas y se predice que esta cifra continuará en aumento (UNEP, 2015).

En el año 2012 la cantidad de residuos que Ecuador generó fue aproximadamente 4 millones de toneladas, con una tasa per cápita de 0.72 kg/hab/día. Se presume que al finalizar el año 2017 esta cifra aumentará en 1.34 millones de toneladas adicionales (MAE-PNGIDS, 2014), convirtiéndose esto en una problemática creciente para los municipios, ya que cada vez se tornan más complicadas las tareas de recolección, manejo y gestión de los residuos.

En el último censo realizado en el país, se estableció que el 72% de los habitantes ecuatorianos entrega sus residuos a los vehículos de recolección y el 24% los disponen de maneras inadecuadas. Por otro lado los municipios prestan el servicio de recolección de residuos al 84.2 % de la población urbana y al 54.1% de la población rural (MAE, 2015).

Los barrios de bajos recursos e informales han tenido un crecimiento abismal en los últimos años, lo que ha provocado algunos inconvenientes para las empresas municipales de recolección de basura, específicamente con el abastecimiento del servicio, a estos sitios se los denomina barrios o áreas marginales urbanas, lugares que carecen de acceso a servicios básicos, generalmente se encuentran localizados en las afueras de las ciudades y son poco poblados (ONU, 2014).

Debido a que dichas áreas no cuentan con el servicio de recolección, los habitantes prefieren tirar sus residuos en calles cercanas, originando botaderos a cielo abierto y proliferación de vectores, también suelen reunir todo tipo de

residuos y quemarlos a la intemperie, produciendo contaminantes altamente peligrosos y perjudiciales para el ambiente y los pobladores como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, bifenilos policlorados (PCB), metales pesados, dioxinas y furanos, son liberados al aire y suelo (Atencio, 2013). Estudios revelan que el monóxido de carbono reduce la capacidad de la sangre para acarrear oxígeno en un 90%, siendo letal para el ser humano (Zaragozano, 2010). Por otro lado, las dioxinas y furanos formados de la combustión de policloruro de vinilo son contaminantes persistentes en el ambiente que llegan a introducirse en la cadena alimenticia a través de la bioacumulación. Éstos están asociados con enfermedades del sistema reproductor endócrino e inmunológico, además son precursores de cáncer (OMS, 2016).

En este contexto, esta investigación busca planear un modelo de gestión de residuos para los barrios marginales urbanos, tomando como caso de estudio al barrio “El Manantial”, ubicado en el sur de la ciudad de Quito, debido a que padece estos inconvenientes; esta propuesta servirá para orientar a los habitantes del barrio sobre cómo manejar sus residuos a través de los municipios, que son las entidades encargadas de solucionar este tipo de problemas (Muñoz, 2008).

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar una propuesta de gestión de residuos sólidos domésticos para áreas marginales urbanas, mediante el estudio de alternativas factibles basadas en las características propias de dichas zonas y sus residuos, para evitar la contaminación causada por su usual manejo.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar el reconocimiento de la zona de estudio a través de una visita de campo, para conocer las particularidades de la población.
- Establecer la tasa per cápita de residuos y su composición, por medio del levantamiento de datos de campo para su análisis posterior.

- Analizar las posibles alternativas de gestión de los residuos sólidos domésticos a través de investigación bibliográfica para solucionar el problema de contaminación.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

La recolección mezclada de residuos, no es la mejor opción desde el punto de vista ambiental ya que es más complicada debido a la gran contaminación que causa, sin embargo es empleada en la mayoría de los municipios del Ecuador (FARN, 2010). Analizando esta problemática nace la gestión con recogida separada, diferenciada o selectiva que consiste en la recolección de los residuos según el tipo de material para facilitar su tratamiento (INSHT, 2015). Este estudio aplica este tipo de gestión para barrios marginales, brindando así un conocimiento nuevo sobre cuáles son los métodos más adecuados para la realidad de estas áreas, los beneficios, entre otros.

La metodología que se llevará a cabo está dividida en dos partes, la fase de campo y la de escritorio, para esta primera, en la caracterización los residuos del barrio, se utilizará el muestreo directo, que “consiste en el pesaje de los residuos sólidos en la fuente generadora, determinando una muestra representativa mediante un análisis estadístico, de tal manera que tenga una confiabilidad acertada” (Castillo, 2012). Esta es la más adecuada para el presente estudio, por las características de las áreas marginales, ya que al ser poblaciones relativamente pequeñas, donde el servicio de recolección es inexistente, esta sería la única manera de conocer la cantidad de residuos que generan la población, además los instrumentos utilizados para el trabajo de campo son sencillos de adquirir y utilizar. Para la fase de escritorio, se realizará una investigación bibliográfica, que permitirá tener una visión amplia sobre las alternativas de gestión de residuos.

La presente propuesta busca contribuir como una guía paso a paso sobre cómo realizar un proyecto de gestión de residuos en barrios marginales que se enfrentan con los mismos problemas de contaminación debido a la falta de abastecimiento de los servicios básicos, en este caso de la recolección de

residuos. También como una metodología que puede ser usada por autoridades para el desarrollo de planes y programas de gestión sostenible de residuos sólidos domiciliarios (ONU, 2014).

#### **1.4 ALCANCE**

La gestión de residuos separados permite el aprovechamiento de los materiales, evitando la contaminación de agua, suelo y aire, favorece a la salud y bienestar de los ciudadanos. Asimismo contribuye a reducir los gastos públicos debido a que se minimizan las enormes cantidades de residuos que se depositan diariamente en rellenos sanitarios y por las cuales las autoridades pagan considerables cantidades de dinero (FARN, 2010).

Esta propuesta servirá como una opción adecuada para que las autoridades resuelvan este tipo de problemas. También beneficiará a los habitantes del barrio El Manantial, proporcionándoles información cuantitativa sobre cómo podrían manejar sus residuos, de tal manera que se evite la generación de contaminación que les aqueja en la actualidad por su manejo inadecuado (Escalona, 2014).



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS (RSD)**

Los residuos son todo material u objeto sólido o semisólido que ha sido originado como resultado de las actividades humanas o de organismos vivos y que es desechado por no tener valor de utilización inmediata (ONUUDI, 2007).

Existen varias fuentes donde se originan los residuos sólidos como por ejemplo; viviendas, mercados, ferias libres, industrias, centros educativos, centros hospitalarios, servicios municipales, del sector comercial y agrícola, entre otros (Hosetti, 2003).

Los residuos sólidos domiciliarios son por lo tanto todo residuo que es generado en las actividades de viviendas o domicilios, éstos pueden ser: restos de comida, frutas, vegetales, plástico, vidrio, latas de alimentos, sanitarios, aparatos electrónicos, muebles, también se denomina así a los residuos provenientes de oficinas, hoteles, colegios, locales comerciales (INSHT, 2015).

##### **2.1.1 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS**

Como se muestra en la Figura 2.1, los residuos sólidos domiciliarios se clasifican principalmente en residuos orgánicos, inorgánicos reciclables y no reciclables.

###### **2.1.1.1 Residuos sólidos orgánicos o biodegradables**

Son aquellos que sufren una fácil descomposición microbiana natural, aerobia o anaerobia, éstos pueden ser restos de alimentos, cáscaras de frutas, vegetales, restos del jardín, bolsas de té, cáscara de huevo, entre otros (ACR, 2005).

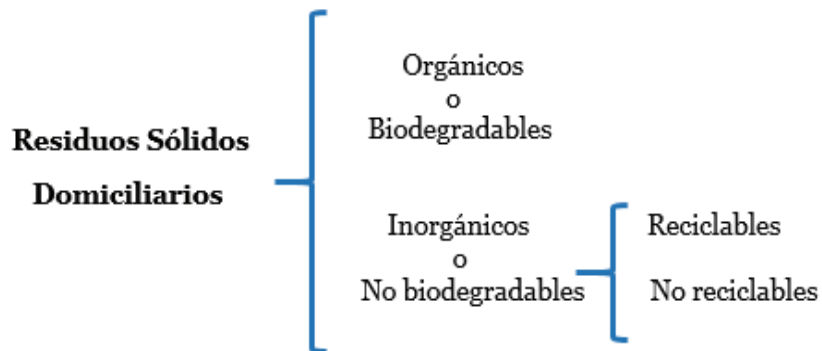
### 2.1.1.2 Residuos sólidos inorgánicos o no biodegradables

Son aquellos que no pueden ser degradados por los organismos vivos, su descomposición natural es demasiado lenta e inclusive en algunos casos puede tardar muchos años (Ruiz, 2008). Éstos pueden dividirse en residuos reciclables y no reciclables:

**Reciclables:** Son residuos inorgánicos que pueden ser aprovechados como materia prima en la elaboración de nuevos productos, por ejemplo papel, cartón, plásticos, metales, y demás (Herrera, 2004).

**No reciclables:** Son los residuos de degradación lenta que no pueden ser utilizados nuevamente, como algodones, gasas, papel higiénico, toallas sanitarias, pañales, cotonetes, textiles, espejos, cerámica, entre otros (Herrera, 2004).

**FIGURA 2.1 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS**



Elaboración: Camila Asanza

## 2.2 GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

La gestión hace referencia al grupo de acciones de carácter técnico y administrativo que se realiza a favor del manejo de los residuos sólidos desde su generación hasta su disposición final (SOLVESA, 2009).

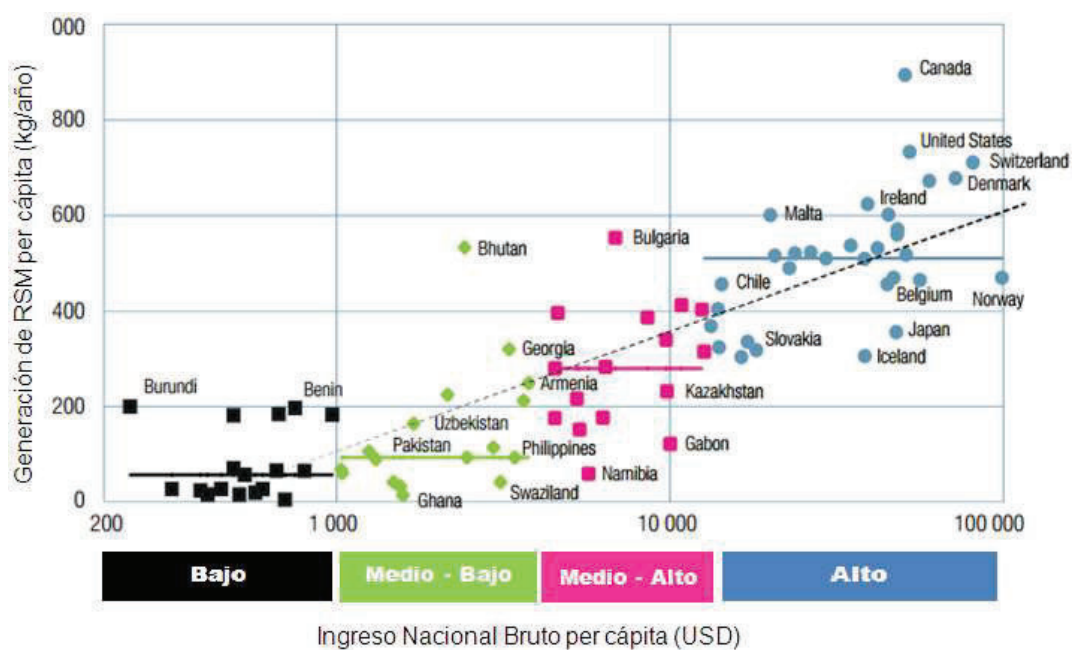
## 2.2.1 INFORMACIÓN BÁSICA PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

### 2.2.1.1 Tasa Per Cápita (TPC)

La tasa per cápita es la cantidad de residuos que produce cada habitante de una comunidad en un periodo de tiempo establecido, depende el grado de urbanización, del estilo de vida, del nivel de ingresos, entre otros, frecuentemente se mide en kg/hab/día (World Bank, 2012).

Por ejemplo, en la Figura 2.2, se evidencia que los países con altos ingresos sostienen las tasas de generación de residuos más elevadas, mientras el nivel de ingresos en los países desciende la tasa de generación también disminuye, esto se debe a que los países desarrollados tienen una cultura consumista a diferencia de los países en vías de desarrollo, donde el salario en ocasiones no es suficiente para suplir las necesidades básicas (World Bank, 2012).

**FIGURA 2.2 TASA DE GENERACIÓN DE RESIDUOS EN PAÍSES DE BAJOS, MEDIO-BAJOS, MEDIO-ALTOS Y ALTOS INGRESOS.**



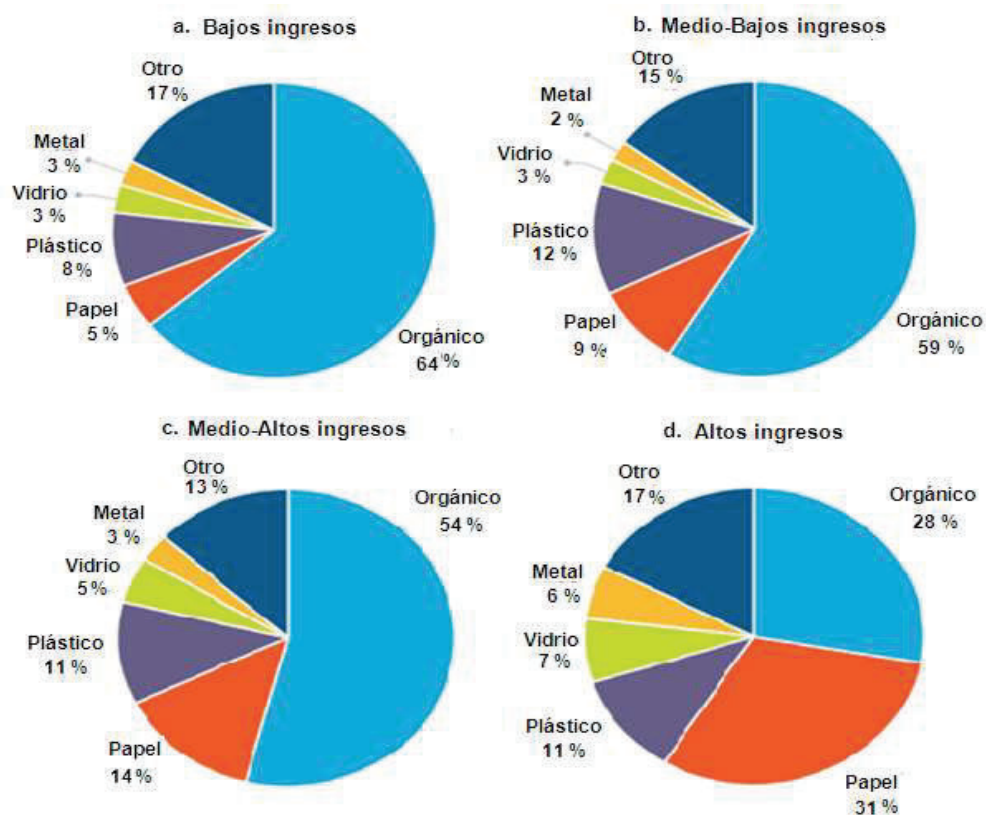
Fuente: UNEP, 2015

### 2.2.1.2 Composición de los residuos

La composición es la distribución de los componentes individuales que están formando la corriente de los residuos. Los RSD están compuestos principalmente por: material orgánico, papel, cartón, vidrio, plásticos, metal, entre otros, se expresa en porcentaje (%) de peso y al igual que la TPC, depende primordialmente del grado de urbanización, del estilo de vida y del nivel de ingresos (Hosetti, 2003).

La Figura 2.3 muestra que en los países de bajos ingresos la fracción orgánica es significativamente más elevada que en los países de altos ingresos, por otra parte la cantidad de residuos de envoltorio, papel y plástico es mucho más alta en los países de altos ingresos que en los países de bajos ingresos (UNEP, 2013).

**FIGURA 2.3 COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS EN PAÍSES DE BAJOS, MEDIO-BAJOS, MEDIO-ALTOS Y ALTOS INGRESOS.**



Fuente: World Bank, 2012

El Ecuador es un país en vías de desarrollo y considerado de ingresos bajos, según la Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud (2002), el 71.4% de los residuos en el país corresponde a materia orgánica biodegradable, el 9.6% a papel y cartón, el 4.5 % a plástico, el 3.7 % a vidrio y el 0.7% a metales.

### 2.2.1.3 Peso específico (PE)

El peso específico o densidad es el volumen que ocupa una determinada cantidad de residuos, por lo general se mide en  $\text{kg/m}^3$ . La densidad de los residuos es más alta en países de bajos ingresos y tiende a disminuir en países de altos ingresos (Muñoz, 2008).

La tasa per cápita, la composición física y el peso específico de los residuos son la información básica requerida en el planteamiento de sistemas, planes y modelos de gestión, en la Tabla 2.1 se explica la utilidad de cada uno de estos parámetros.

**TABLA 2.1 INFORMACIÓN BÁSICA DE LOS RESIDUOS Y SU APLICACIÓN**

PARÁMETRO	APLICACIÓN
Tasa per cápita	Estimación de la producción total de residuos domiciliarios en una zona establecida
Composición física	Comprensión de las posibilidades de reciclaje
Peso específico	Determinación del tipo, volumen y frecuencia del vaciado de recipientes y contenedores

Fuente: CEPIS, 1997

Elaboración: Camila Asanza

## **2.2.2 ETAPAS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**

La gestión de residuos sólidos consta de cinco etapas: Generación, Separación y almacenamiento en la fuente, Recolección, Tratamiento y Disposición final (ONUFI, 2007).

### **1. Generación**

Según la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (2007) la generación es el inicio del periodo de vida de los residuos, se halla vinculado estrechamente con el estilo de vida, realidad socioeconómica y conciencia ambiental de las personas.

### **2. Separación y almacenamiento en la fuente**

Es la forma en que se separa o no los residuos según el tipo de material en el lugar de generación directa y la manera en que se almacenan, por lo general en fundas o recipientes plásticos, retornables o no (Muñoz, 2008).

### **3. Recolección**

Es el grupo de actividades que tiene por objetivo evacuar los residuos, se realiza a través del establecimiento de rutas y frecuencia, comprende la acumulación de residuos en los exteriores de los lugares de generación, la embarcación de los mismos en los vehículos recolectores y el recorrido hasta el punto de tratamiento o disposición final (Carvajal, 2009).

### **4. Tratamiento**

Abarca todas las maneras posibles de procesamiento de los residuos, con el objetivo de disminuir los impactos potenciales que causan al ambiente, esta tarea se lleva a cabo por medio de la reducción de su volumen o la disminución de su peligrosidad acondicionándolos para una apropiada disposición final. En otros casos éstos son convertidos en materiales con algún tipo de valor (Gaggero & Ordoñez, 2010).

### **5. Disposición final**

En esta etapa final se procede a confinar los residuos de manera definitiva, puede ser por la disposición de los mismos después de la recolección y transporte desde la fuente generadora o de los productos del tratamiento y la materia sobrante de instalaciones de aprovechamiento (Carvajal, 2009).

### 2.2.3 PROBLEMÁTICA ASOCIADA A LA GESTIÓN INADECUADA DE RESIDUOS

#### 2.2.3.1 Problemática social

**Riesgo para la salud pública:** Los rellenos sanitarios y basurales a cielo abierto son la fuente principal de alimentación para roedores y ratas, donde proliferan rápidamente y se convierten en vectores transmisores de enfermedades infecciosas, como histoplasmosis, salmonelosis y triquinosis. Las moscas que se depositan en los residuos con restos de material fecal también difunden enfermedades diarreicas como disentería (USAID, 2009). En la Tabla 2.2 se puede observar los vectores más comunes y las enfermedades que provocan.

**TABLA 2.2 VECTORES Y ENFERMEDADES ASOCIADAS AL MAL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS**

VECTORES	ENFERMEDADES
<b>Ratas</b>	Peste bubónica Tifus murino Diarrea Rabia Leptospirosis
<b>Moscas</b>	Fiebre tifoidea Cólera Salmonelosis Amebiasis
<b>Mosquito</b>	Malaria Fiebre amarilla Dengue
<b>Cucarachas</b>	Giardiasis Gastroenteritis Diarrea Intoxicación alimentaria

Fuente: CEPIS, 1997

Elaboración: Camila Asanza

Los trabajadores del servicio de limpieza pública, recicladores o minadores al estar en contacto directo con residuos infecciosos y peligrosos en muchos casos, pueden contagiarse y transmitir enfermedades (USAID, 2009).

### **2.2.3.2 Problemática ambiental**

#### ***2.2.3.2.1 Contaminación del aire***

Cuando los residuos son quemados en áreas abiertas se liberan contaminantes al aire, como partículas que conforman el humo, además múltiples gases producto de la combustión incompleta, óxidos de nitrógeno y azufre, monóxido de carbono, compuestos orgánicos semivolátiles, dioxinas y furanos todos peligrosos para la salud humana (Atencio, 2013). Estudios revelan que el monóxido de carbono reduce la capacidad de la sangre para acarrear oxígeno en un 90%, siendo letal para el ser humano (Zaragozano, 2010). Por otro lado, las dioxinas y furanos formados de la combustión de policloruro de vinilo son contaminantes persistentes en el ambiente que llegan a introducirse en la cadena alimenticia a través de la bioacumulación, estos compuestos están asociados con enfermedades del sistema reproductor, inmunológico y endócrino, además son precursores de cáncer (OMS, 2016).

El momento en que residuos orgánicos son dispuestos en los rellenos sanitarios se produce la emisión de grandes cantidades de metano, uno de los principales gases precursores del efecto invernadero (Atencio, 2013).

#### ***2.2.3.2.2 Contaminación de los recursos hídricos***

La descarga directa de los residuos sólidos en aguas superficiales causa la contaminación de las mismas con partículas suspendidas, con material orgánico que produce la demanda de oxígeno, con una alta cantidad de nutrientes que contribuyen a la eutrofización en ríos y lagos y con patógenos que representan un riesgo para la salud humana (USAID, 2009).

En los rellenos sanitarios se produce la generación de líquidos contaminantes denominados lixiviados, generados por exceso de humedad o percolación de



aguas lluvias en los residuos orgánicos, se considera el mayor problema en dichos lugares; si no existe un correcto recubrimiento, este líquido se infiltra por el suelo logrando contaminar de manera indirecta el agua subterránea (Hosetti, 2003).

#### ***2.2.3.2.3 Contaminación del suelo***

Las cenizas producidas por la quema de residuos se depositan en el suelo integrando grandes cantidades de contaminantes que pueden ser incorporados a la cadena alimenticia. De la misma manera existe la contaminación por lixiviados en rellenos sanitarios y por sustancias tóxicas provenientes de la acumulación de los residuos a la intemperie que de igual manera afectan al paisaje natural urbano y rural (Kumar & Pandit, 2013).

### **2.2.4 GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS**

Es el conjunto de actividades que se ejecutan para otorgar a los residuos una suerte distinta a la disposición final directa, éstas pueden ser reutilización, recuperación, comercialización, tratamiento o aprovechamiento (NTE INEN 2841, 2014). La gestión integral tiene campo de acción en todas las etapas de la gestión de los residuos.

#### **2.2.4.1 Jerarquía de la gestión integral de residuos sólidos**

##### **a) Reducción en la fuente**

La reducción en el origen es la opción más favorecedora en la gestión integral de residuos, como se muestra en la Figura 2.4, ya que trata de evitar que éstos se generen, de esta manera no se contamina el ambiente y no se hacen necesarios los gastos vinculados al manejo, es la forma más eficiente para aminorar el volumen y la peligrosidad de los residuos (Rodríguez, 2012).

##### **b) Reutilización**

Una vez producidos los residuos, se pueden reutilizar en el sitio de generación, en el hogar o industrias, el objetivo es alargar su vida útil. Un ejemplo de esto es el uso de llantas y piezas metálicas para diversos adornos artesanales (Ocampo, 2013).

### c) Aprovechamiento y/o valorización

A través de la separación en la fuente de generación y la recolección diferenciada el material puede ser preparado para posteriores procesos de transformación como el reciclaje y la recuperación de productos (compost) y energía (calor, biogás). Este paso aporta en la reducción de la demanda creciente de recursos naturales disminuyendo la cantidad de residuos que es depositada en los rellenos sanitarios y la contaminación del ambiente (Rodríguez, 2012).

### d) Disposición Final

Cuando finalmente los residuos no pueden ser utilizados de ninguna forma, la materia sobrante que permanece de las actividades de transformación, reciclaje, reutilización y recuperación, se destina a la disposición final vigilada (Ocampo, 2013).

**FIGURA 2.4 PIRÁMIDE DE LA JERARQUÍA DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS**



Fuente: RESPEL, 2016

## **2.3 MODELOS DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**

Un modelo de gestión es un punto de referencia que sirve para ser imitado y copiado en el ámbito de la administración, organización de una actividad o entidad. Por lo tanto un modelo de gestión de residuos sólidos es un referente sobre métodos de manejo de residuos (López, 2005).

Existen distintos modelos según las características de los residuos o lugares como por ejemplo; para residuos industriales, peligrosos, hospitalarios, urbanos, para zonas insulares, rurales, de ciudades, países, entre otros (Jofra, 2011). Los dos grandes modelos básicos de los cuales se originan muchos otros son:

### **2.3.1 MODELO DE GESTIÓN CON RESIDUOS MEZCLADOS**

Este modelo se fundamenta en la inexistente separación en el origen, pues se recoge en una misma funda todo tipo de residuo, orgánico e inorgánico. Se lo ejecuta en la mayoría de los municipios del Ecuador, aunque no es el más recomendado debido a que requiere un control ambiental más severo (Muñoz, 2008). La gestión con residuos mezclados muestra las siguientes desventajas;

- Deterioro de la calidad de los materiales reciclables
- Aumento del costo de tratamiento de residuos
- Mayor cantidad de residuos en los rellenos sanitarios
- Si los residuos orgánicos son dispuestos en los rellenos sanitarios generan lixiviados y biogás, además causan la proliferación de vectores

### **2.3.2 MODELO DE GESTIÓN CON RESIDUOS SEPARADOS**

Este modelo plantea la separación en el origen y recolección según el tipo y naturaleza del material, esencialmente en orgánicos o biodegradable, y reciclables o no reciclables. Esto hace más sencillo el trabajo de tratamiento individual (INSHT, 2015).

Esta gestión permite el aprovechamiento de los materiales, evitando la contaminación de aguas subterráneas, suelo y aire, favorece a la salud y

bienestar de los ciudadanos. Asimismo contribuye a reducir los gastos públicos debido a que se minimizan las enormes cantidades de residuos que se depositan diariamente en rellenos sanitarios y por las cuales se paga una considerable cantidad de dinero (FARN, 2010).

## 2.4 ÁREAS MARGINALES

Los barrios o áreas marginales urbanas son lugares que carecen de acceso a servicios básicos, en muchos casos se encuentran localizados en las afueras de las ciudades en lugares de riesgo y difícil acceso, sus habitantes son de escasos recursos económicos (ONU, 2014).

La razón primordial de la formación de barrios marginales urbanos es la migración del campo o zona rural a la ciudad o zona urbana. Los campesinos deciden salir de sus viviendas donde han habitado toda su vida por diversos motivos, entre los principales se encuentran:

- La búsqueda de mejores oportunidades de trabajo, puesto que existe mayor cantidad y variedad de empleos en las grandes ciudades.
- Las actividades de agricultura y ganadería no son tan bien remuneradas como en las actividades industriales, además las industrias proporcionan salarios fijos.
- Las variaciones climáticas afectan el bienestar de las cosechas provocando pérdidas que muchas veces son irrecuperables, estimulando la necesidad de trasladarse.
- La carencia de establecimientos educativos de calidad en las áreas rurales motiva a los jóvenes estudiantes a viajar para mejorar sus condiciones de preparación profesional.

(Ramos, 2010)

Como la ciudad está ampliamente poblada y los alquileres son elevados, los migrantes de áreas rurales, como también personas de bajos recursos, se asientan en los límites de las ciudades, invadiendo terrenos con construcciones informales fabricadas con materiales de baja calidad y sin ningún criterio técnico,

como se evidencia en la Imagen 2.1. Así se originaron la gran mayoría de los barrios que hoy en día forman parte de la zona urbana en la ciudad de Quito (Salazar & Cuvi, 2016).

#### 2.4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

- Están ubicadas en zonas no aptas para vivir, por ejemplo, cerca de quebradas, terrenos con grandes pendientes, sitios susceptibles a desastres naturales como deslizamientos, sismos, etc.
- Han tenido un desarrollo desorganizado y disperso
- No poseen espacios públicos comunes como parques
- Se hallan en sitios alejados de la urbanización
- No cuentan con vías adecuadas de acceso, aceras o asfaltos
- Su población es escasa y de bajos recursos económicos

Al ser las áreas marginales zonas ocupadas por residentes de bajo nivel económico, el consumo de recursos es menor que en las zonas de clase media y alta (Hernández, Manzur, Treviño & Cobos, 2014).

#### IMAGEN 2.1 ÁREAS MARGINALES JOSÉ PERALTA Y SAN JACINTO DE UTUCUHO, QUITO, ECUADOR.



Fuente: Salazar & Cuvi, 2015

## **2.4.2 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL**

Los asentamientos marginales inician bajo circunstancias no favorables para la subsistencia, sin servicio de agua potable, saneamiento, luz eléctrica y recolección de basura, lo que motiva a los individuos a buscar por si mismos la forma, casi siempre inadecuada, de saciar sus necesidades básicas (Bosch, Hommann, Sadoff & Travers, 2014), estos malos hábitos adquiridos ponen en riesgo potencial a su salud y contaminan el ambiente que les rodea.

Como por ejemplo, los habitantes aprovechan las fuentes naturales de aguas deterioradas tanto subterráneas como superficiales, vierten directamente agua servida a los cuerpos de agua afectando a las poblaciones río abajo, cavan espacios en la tierra para depositar los desechos humanos contaminando los suelos y el agua subterránea y exponiéndose a un sin número de enfermedades infecciosas e intestinales (WSP, 2008).

Asimismo los habitantes, a falta de servicio de recolección tiran sus residuos en calles cercanas, contribuyendo a la formación de micro basurales sin control y focos de contaminación donde proliferan vectores de enfermedades infecciosas, también los pobladores suelen reunir todo tipo de residuos y quemarlos a la intemperie (Kaztman, 2001).

## **2.5 MÉTODOS UTILIZADOS A NIVEL MUNDIAL PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS DOMICILIARIOS**

### **2.5.1 GENERACIÓN**

En la mayoría de países no se realiza ningún esfuerzo para disminuir la generación de los residuos, sin embargo esto podría evitar los costos de recolección, tratamiento y disposición final (Rodríguez, 2012).

Los métodos más efectivos para apoyar este fin son:

- La creación de políticas públicas, por ejemplo en países desarrollados como Suiza, los ciudadanos pagan impuestos por cada kilogramo de

basura que generan, motivando el aprovechamiento, la reutilización y reducción de la producción de los residuos.

- La promoción de programas de carácter municipal enfocados a prevención, disminución y reutilización, con el objetivo de motivar que los domicilios, compañías, industrias y establecimientos practiquen destrezas que permitan reducir los residuos que suelen generar.

(Asociación para la Defensa de la Sanidad Pública, 2010)

### **2.5.2 SEPARACIÓN Y ALMACENAMIENTO EN FUENTE**

En ciertos lugares no se realiza la separación en fuente a pesar de que es la clave fundamental para una buena gestión. Para lograr este fin es necesario ejecutar intensas jornadas de concientización dirigidas a los habitantes para lograr su colaboración (Cardona, 2007).

Las estrategias útiles son:

- Desarrollo de constantes campañas de información, mostrando los beneficios y ventajas económicas y ambientales de la separación de residuos, cómo identificar los residuos para su correcta clasificación, etc.
- Compensaciones económicas a las viviendas que separan sus residuos, como rebaja en la tasa de servicio.

(Cardona, 2007)

El almacenamiento en la fuente depende de la separación o no de residuos, se realiza por medio de recipientes retornables según el tipo de material, los más comunes son fundas plásticas o bolsas descartables. En ciertos países para mejorar la gestión de la fracción orgánica, ésta es almacenada en fundas compostables (Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, 2013).

### **2.5.3 RECOLECCIÓN**

Existen básicamente dos tipos de recolección:

- Recolección convencional o no selectiva
- Recolección diferenciada o selectiva

La recolección convencional o no selectiva trata de la recogida de todo tipo de residuos mezclados sin considerar su clasificación, es decir no se separan en la fuente de generación.

Por otro lado la recolección diferenciada o selectiva es la recogida de residuos separados según sus características y su potencial de recuperación o valorización, principalmente se diferencia el material orgánico biodegradable del inorgánico, ésta es la más adecuada desde el punto de vista ambiental ya que permite el tratamiento de cada residuo individualmente (Sánchez, Artola, Barrena, Pérez, García, López, Puig, Soto, Pérez & Gea, 2014).

#### 2.5.3.1 Métodos de recolección de residuos

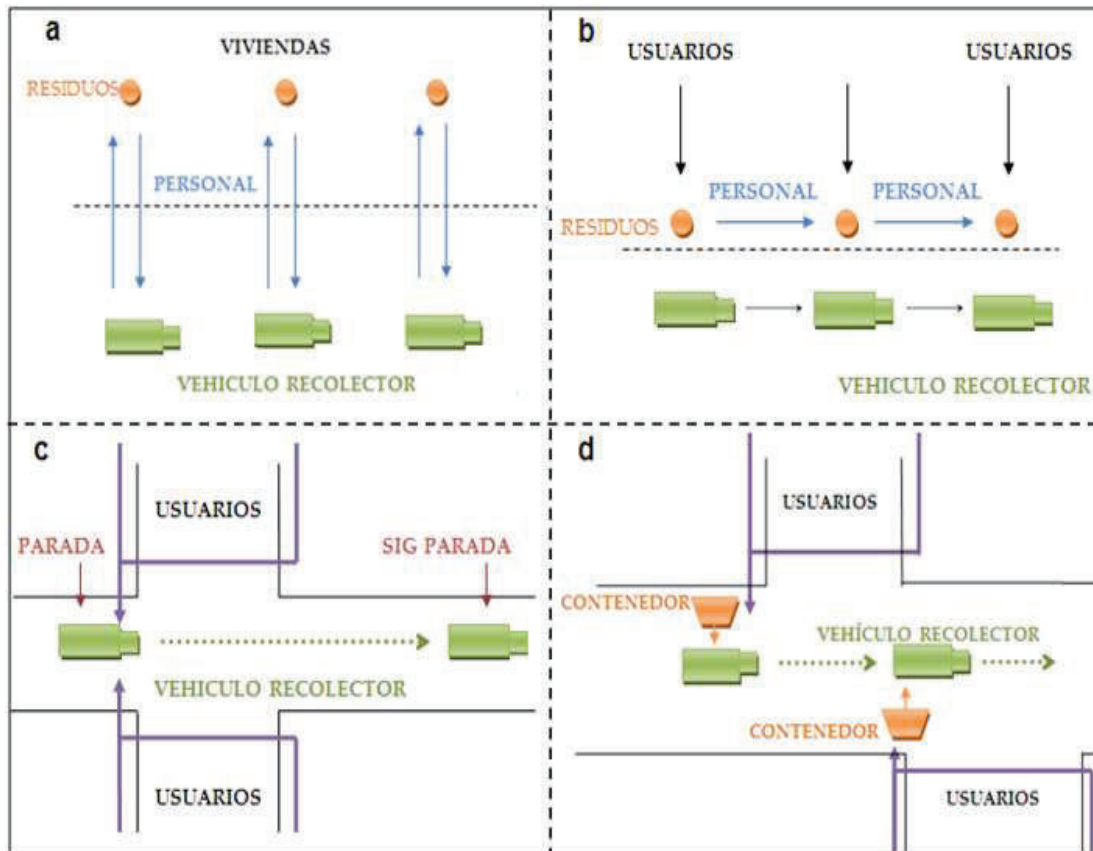
Según World Bank (2012) existen cuatro métodos de recolección de los residuos, de casa a casa, recogida en acera, parada fija y contenedores comunitarios, como se aprecia en la Figura 2.5.

- a. De casa a casa:** El personal de recolección se acerca a cada vivienda individualmente, entra y recoge los residuos generados en la misma. Es el método más costoso, los usuarios retribuyen con una tasa por este servicio.
- b. Recogida en acera:** Los usuarios o generadores se encargan de depositar los residuos fuera de sus viviendas, de tal manera que el personal de recolección pase retirando de la acera los residuos y los coloque en el vehículo recolector.
- c. Parada fija:** El vehículo recolector se ubica en un punto y horario establecido donde los usuarios se acercan a depositar los residuos directamente en éste, construyen una fila para facilitar el depósito de residuos.



- d. Contenedores comunitarios:** Los residuos son trasladados por los usuarios hasta el contenedor, un punto fijo común de almacenamiento en la localidad, el vehículo se encarga de recogerlos de los contenedores. Es el más conveniente para grandes generadores.

**FIGURA 2.5 MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS**



Fuente: Arguello, 2006

Elaboración: Camila Asanza

### 2.5.3.2 Sistema de recolección primaria y secundaria

Es un caso especial de la recolección de residuos, este sistema se divide en dos fases:

- **Recolección primaria:** Sirve directamente a la comunidad, utiliza vehículos de tamaño reducido y tecnología simple.
- **Recolección secundaria:** Utiliza vehículos municipales

El vehículo de recolección primaria recolecta los residuos en la comunidad, posteriormente éstos son transportados hasta un sitio específico donde se almacenan en contenedores o se espera la llegada del camión de recolección secundaria o municipal que traslada los residuos a las instalaciones de tratamiento y disposición final. Este sistema es complementario, dado que para asegurar su éxito debe existir una correcta coordinación (UN-HABITAT, 2010).

#### *2.5.3.2.1 Vehículos del sistema de recolección primaria*

Según el WEDC (2013) se distinguen tres tipos de vehículos:

**Carretillas de mano:** Son utilizados en calles estrechas inaccesibles para la circulación de vehículos de motor, son de fácil manejo, los costos inicial y de mantenimiento son bajos, sin embargo su limitación radica en que puede recorrer hasta 1 kilómetro y no son apropiados para sectores montañosos e inestables.

**Triciclos:** Son vagones ubicados delante o detrás del operario sobre tres ruedas, se utiliza cuando las distancias son mayores que las que puede recorrer las carretillas de mano, de 2 a 3 kilómetros, su velocidad de desplazamiento es superior, los costos de operación y mantenimiento son bajos.

Los triciclos motorizados viajan a mayores distancias y velocidades, pero se dificulta su operación en terrenos irregulares, los costos inicial y de operación son elevados comparado a los otros vehículos y son más propensos a sufrir averías.

**De tracción animal:** Los carros impulsados por animales de carga, bueyes, burros, pueden recorrer distancias similares a la de los triciclos y transportar mayores cargas, los costos de mantenimiento son menores a los vehículos motorizados pero causan más tráfico.

## 2.5.4 TRATAMIENTO

### 2.5.4.1 Fracción orgánica

#### 2.5.4.1.1 *Compostaje*

El compostaje es un proceso de transformación de materia orgánica debido a la descomposición aeróbica provocada por microorganismos, que da como resultado materia estable denominada compost (FAO, 2005). El compost es un producto que se obtiene de la combinación de material orgánico procesado y aporta nutrientes al suelo mejorando su estructura. (FAO, 2009).

##### 2.5.4.1.1.1 *Beneficios del compost*

Es una fuente de materia orgánica para el suelo, mejora sus características físico-químicas y biológicas, mejora su estructura al aumentar la estabilidad de los agregados, aumenta su fertilidad y la capacidad de intercambio de cationes, contribuye con la retención de agua y mejora la salud biológica del suelo ya que en muchos casos actúa como bactericida y fungicida (Cooperband, 2010).

##### 2.5.4.1.1.2 *Escalas en el compostaje*

**Compostaje a gran escala o industrial:** Se utilizan grandes plantas de compostaje con la capacidad de tratar una considerable cantidad de residuos orgánicos, son construidas por autoridades para gestionar los residuos de sus ciudades y municipios o por empresas dedicadas a la venta de compost. Este método es centralizado es decir los residuos son recolectados del sitio de generación y trasladados a un sitio de tratamiento (Plana, 2016).

**Compostaje agrícola o agrocompostaje:** Se encuentra entre una grande y mediana escala, es la práctica que realizan sociedades de dos hasta veinte agricultores de un sector con el objetivo de obtener compost que será utilizado para el beneficio de sus cultivos, se realiza en zonas rurales de Austria, país que ha logrado grandes avances en el tema de reducción de residuos orgánicos (Plana, 2016).

**Compostaje a mediana escala o comunitario:** Este tipo de compostaje consiste en el tratamiento de los residuos orgánicos generados en comunidades y barrios de tamaños reducidos por sus mismos miembros, quienes trabajan juntos para operar un pequeño espacio de la localidad destinado a la realización del compost (Comisión Europea, 2000). Este producto es utilizado por los ciudadanos que trabajan en el proyecto, requiere un gran esfuerzo y participación ciudadana (Álvarez de la Puente, 2012).

**Compostaje a pequeña escala o doméstico:** El denominado compostaje doméstico o individual consiste en el tratamiento y uso de los residuos orgánicos en cada lugar de generación (vivienda). Como se observa en la Imagen 2.2, hoy en día existe unidades comerciales con sus instrucciones de uso, sin embargo también se pueden construir manualmente con materiales fáciles de adquirir (Comisión Europea, 2000).

#### **IMAGEN 2.2 COMPOSTERA DOMÉSTICA COMERCIAL**



Fuente: Maocho, 2011

##### ***2.5.4.1.2 Vermicompostaje***

Es la técnica de compostaje llevado a cabo por lombrices de tierra y microorganismos quienes trabajan juntos para obtener la estabilización de la materia orgánica. Al alimentarse de materia orgánica las lombrices forman humus rico en nutrientes, su mucus y excreciones motivan aún más la reproducción de

microorganismos degradadores y su movimiento favorece a la aireación (Lazcano, 2008).

Al igual que el compostaje el vermicompostaje se desarrolla a grande, mediana y pequeña escala (Román, Martínez & Pantoja, 2013).

#### ***2.5.4.1.3 Digestión anaerobia***

La digestión anaerobia se fundamenta en la descomposición, sin la presencia de oxígeno, de la materia orgánica biodegradable, este procedimiento genera biogás (combustible conformado en su mayoría por metano) y lodo estabilizado que contribuye en la restauración de suelos (Jarauta, 2012).

Este tipo de tecnología usa biodigestores cerrados, en los cuales se pueden controlar distintos factores que ayudan a mejorar el proceso de fermentación en ausencia de oxígeno (CTC, 2013).

#### ***2.5.4.1.4 Alimentación de animales domésticos***

Los cerdos son animales domésticos que se crían habitualmente en zonas rurales y alejadas con grandes extensiones de terreno, se ha comprobado que la materia orgánica proveniente de los hogares es una fuente de alimento y energía muy valiosa que compite incluso con alimentos balanceados (FAO, 2015).

### **2.5.4.2 Fracción inorgánica**

#### ***2.5.4.2.1 Reciclaje***

El reciclaje es la práctica de recolectar y transformar los residuos en nuevos productos a través de un proceso productivo. Presenta múltiples beneficios, por ejemplo, disminuye las cantidades de residuos depositado en rellenos sanitarios y la demanda de materia prima, por lo que previene la contaminación de los recursos (EPA, 2017).

Los materiales potencialmente reciclables son:

- Plásticos
- Papel
- Cartón
- Vidrio
- Metales

Según la EPA (2017) el proceso de reciclaje consta de tres pasos:

### **1. Recolección y procesamiento**

Existen distintos métodos para recoger los materiales reciclables, éstos son transportados a una instalación de recuperación en la cual se prepara y lava el material que es vendido como materia prima, el costo cambia según la oferta y la demanda.

### **2. Manufactura**

Se utiliza estos materiales en procesos productivos y se crea nuevos productos.

### **3. Venta y compra de productos de material reciclado**

Una vez listos los productos elaborados con material reciclable, se ponen a la venta en el mercado.

## **2.5.5 DISPOSICIÓN FINAL**

### **2.5.5.1 Relleno Sanitario**

Consiste en una obra de ingeniería diseñada para depositar los residuos en el suelo, dispersados, compactados y cubiertos con capas de tierra para disminuir el volumen que ocupan, todo esto con el objetivo de que se pueda almacenar mayor cantidades de residuos (Departamento Educación para la Salud, 2009).

Se ubica en sitios aislados tomando en cuenta estrictas consideraciones técnicas que permiten el control de la contaminación por líquidos o gases producto de la descomposición del material orgánico (Del Farra & Ixtaina, 2005).

Se debe distinguir un relleno sanitario de un relleno controlado y de un vertedero, el relleno controlado es una obra de ingeniería que no cuenta con impermeabilización, por lo que los lixiviados pueden contaminar aguas subterráneas, tampoco se controla ni se trata lixiviados ni gases emitidos. Por su lado el vertedero es el almacenamiento de los residuos en un área determinada, sin ningún tipo de control, éstos solo son depositados sin tomar en cuenta aspectos de seguridad ambiental y social (CEMPRE, 2010).

#### ***2.5.5.1.1 Relleno Sanitario Municipal***

Es el relleno construido por las autoridades, en el que se almacena los residuos recolectados del servicio de aseo de las localidades de todo el municipio, es un sistema centralizado (Gaggero & Ordoñez, 2010).

#### ***2.5.5.1.2 Relleno Sanitario Manual***

Este relleno se construye para localidades pequeñas menores a 30.000 habitantes que generen una cantidad menor a 15 toneladas de residuos al día, se llama manual debido a que puede ser construido y operado con herramientas más simples, la maquinaria pesada se utiliza solo para el acondicionamiento del sitio, para todo el trabajo posterior solo es necesaria la mano de obra (OPS/CEPIS, 2002).

## **2.6 MARCO LEGAL**

En la Tabla 2.3 se detalla la legislación que regula el sector de los residuos sólidos en el Ecuador.

El modelo de gestión de residuos que se propone se halla bajo los lineamientos establecidos por las leyes vigentes y por el Código Orgánico del Ambiente que entrará en vigencia en abril del 2018.

**TABLA 2.3 MARCO LEGAL RELACIONADO A LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ECUADOR**

LEYES	ARTÍCULOS
<p><b>Constitución de la República del Ecuador</b></p>	<p><b>Art. 14.-</b> Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, <i>sumak kawsay</i>.</p> <p><b>Art. 66.-</b> Se reconoce y garantizará a las personas:  <b>127.</b> El derecho a vivir en un ambiente sano, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.</p> <p><b>Art. 264.-</b> Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:  <b>14.</b> Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.</p> <p><b>Art. 395.-</b> La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:  <b>11.</b> El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.</p> <p>(Constitución de la Republica del Ecuador, 2008)</p>
<p><b>Ley de Gestión Ambiental</b></p>	<p><b>Art. 2.-</b> La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respecto a las culturas y prácticas tradicionales.</p> <p>(Ley de Gestión Ambiental, 2004)</p>
<p><b>Acuerdo Ministerial 061</b></p>	<p><b>Art. 47 Prioridad Nacional.-</b> El Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional y como tal, de interés público y sometido a la tutela Estatal, la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos y desechos peligrosos y/o especiales.</p> <p><b>Art. 57 Responsabilidades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales.-</b> Garantizarán el manejo integral de residuos y/o desechos sólidos generados en el área de su competencia, ya sea por administración o mediante contratos con empresas públicas o privadas; promoviendo la minimización en la generación de residuos y/o desechos sólidos, la separación en la fuente, procedimientos adecuados para barrido y recolección, transporte, almacenamiento temporal de ser el caso, acopio y/o transferencia; fomentar su aprovechamiento, dar adecuado tratamiento y correcta disposición final de los desechos que no pueden ingresar nuevamente a un ciclo de vida productivo.</p>



TABLA 2.3 CONTINUACIÓN

<p><b>Acuerdo Ministerial 061</b></p>	<p>Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales deberán:</p> <p>c) Garantizar que en su territorio se provea un servicio de recolección de residuos, barrido y limpieza de aceras, vías, cunetas, acequias, alcantarillas, vías y espacios públicos, de manera periódica, eficiente y segura para todos los habitantes.</p> <p>f) Asumir la responsabilidad de la prestación de servicios públicos de manejo integral de residuos sólidos y/o desechos sólidos no peligrosos y actividades de saneamiento ambiental, en todas sus fases en las áreas urbanas, así como en las parroquias rurales.</p> <p><b>Art. 66 De la recolección.-</b> Es responsabilidad de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales establecer el servicio de recolección de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos de tal forma que éstos no alteren o propicien condiciones adversas en la salud de las personas o contaminen el ambiente.</p> <p>(Acuerdo Ministerial 061, 2015)</p>
<p><b>Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial Uso y Gestión de Suelo</b></p>	<p><b>Art. 11. I3.-</b> Los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales y metropolitanos, de acuerdo con lo determinado en esta Ley, clasificarán todo el suelo cantonal o distrital, en urbano y rural y definirán el uso y la gestión del suelo. Además, identificarán los riesgos naturales y antrópicos de ámbito cantonal o distrital, fomentarán la calidad ambiental, la seguridad, la cohesión social y la accesibilidad del medio urbano y rural, y establecerán las debidas garantías para la movilidad y el acceso a los servicios básicos y a los espacios públicos de toda la población.</p> <p>(LOOTUS, 2016)</p>
<p><b>Ordenanza Metropolitana 332</b></p> <p><b>Gestión Integral de Residuos Sólidos del Distrito Metropolitano de Quito</b></p>	<p><b>Artículo 8.-</b> Políticas tendientes a la prevención: El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito promoverá a la población acciones tendientes a:</p> <p>b) El uso de métodos de separación y recolección diferenciada de residuos en la fuente que cambie el comportamiento social de generación, recolección y depósito final, hacia la reducción, manejo y aprovechamiento de nuevas prácticas.</p> <p>e) Promover entre las asociaciones de vecinos, el establecimiento y operación de los sistemas de comercialización de residuos sólidos potencialmente reciclables, que generen recursos para la realización de obras en beneficio de la propia comunidad.</p> <p>h) Promover la educación ambiental y capacitación a los ciudadanos respecto de las formas ambientales eficientes de gestión de residuos sólidos.</p> <p><b>Artículo 15.-</b> Principios básicos de la recolección y transporte de residuos sólidos:</p> <p>1.- Garantizar la calidad de servicio a toda la población del Distrito Metropolitano de Quito</p> <p>2.- Prestar el servicio de forma continua e interrumpida.</p> <p>(Ordenanza Metropolitana 332 , 2010)</p>

TABLA 2.3 CONTINUACIÓN

<p><b>Código Orgánico Ambiental</b></p>	<p><b>Artículo 225.-</b> Políticas generales de la gestión integral de los residuos y desechos. Serán de obligatorio cumplimiento, tanto para las instituciones del Estado, en sus distintos niveles y formas de gobierno, regímenes especiales, así como para las personas naturales o jurídicas, las siguientes políticas generales:</p> <p><b>4.</b> El fortalecimiento de la educación y cultura ambiental, la participación ciudadana y una mayor conciencia en relación al manejo de los residuos y desechos;</p> <p><b>5.</b> El fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos y desechos, considerándolos un bien económico con finalidad social, mediante el establecimiento de herramientas y mecanismos de aplicación;</p> <p><b>Artículo 231.-</b> Obligaciones y responsabilidades.</p> <p><b>2.</b> Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos serán los responsables del manejo integral de residuos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios generados en el área de su jurisdicción, por lo tanto están obligados a fomentar en los generadores alternativas de gestión, de acuerdo al principio de jerarquización, así como la investigación y desarrollo de tecnologías.</p> <p>Estos deberán establecer los procedimientos adecuados para barrido, recolección y transporte, almacenamiento temporal de ser el caso, acopio y transferencia, con enfoques de inclusión económica y social de sectores vulnerables. (COA, 2017)</p>
---	---

Elaboración: Camila Asanza

## CAPÍTULO III

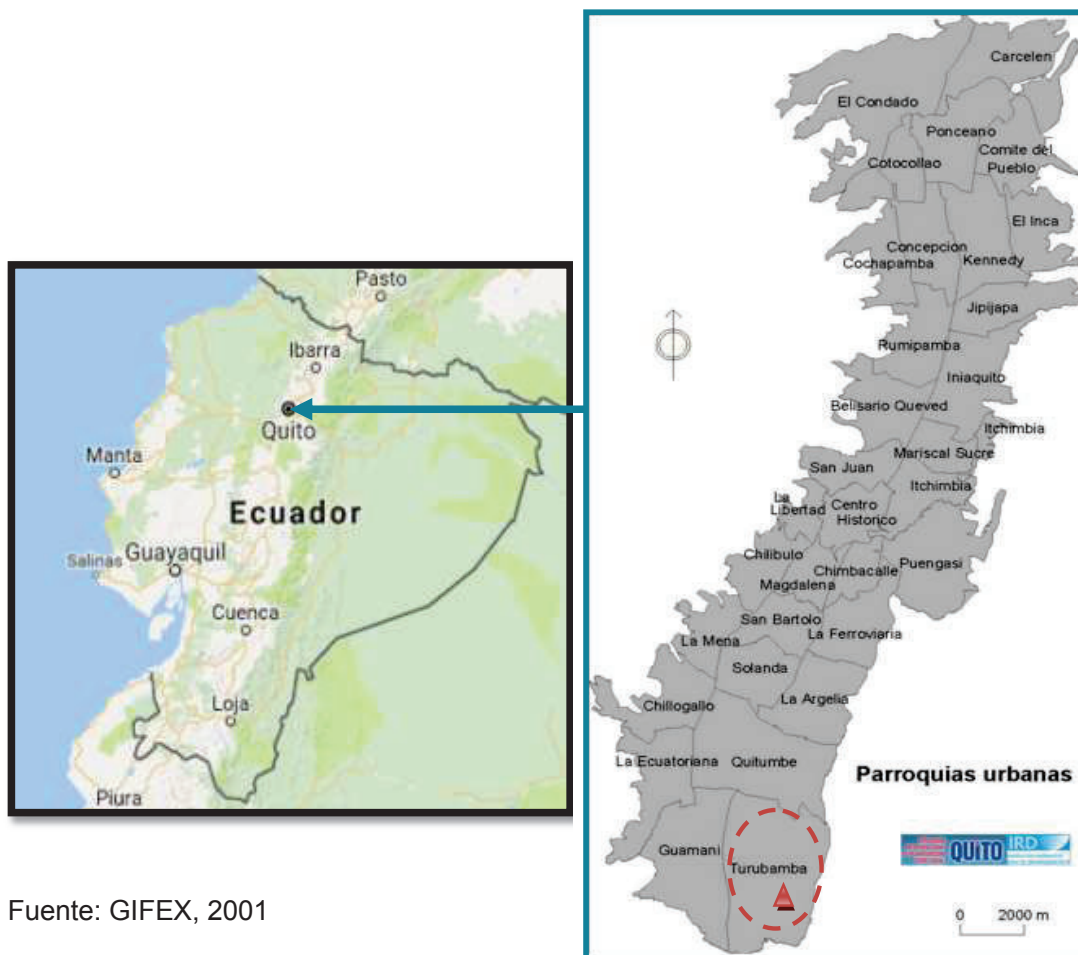
### METODOLOGÍA

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

##### 3.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El Manantial es un barrio marginal de la parroquia urbana Turubamba en el sur de la ciudad de Quito, capital de la República del Ecuador, como se muestra en la Figura 3.1, está ubicado en las coordenadas: **Latitud:** 0° 21' 21.3" S, **Longitud:** 78° 32' 29.4" O, **Altitud:** 3038.9 msnm.

**FIGURA 3.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**



Fuente: GIFEX, 2001

### **3.1.2 CLIMA**

La parroquia se encuentra en el piso climático Ecuatorial mesotérmico húmedo. Presenta dos periodos de lluvia: el primero desde enero a abril y el segundo, octubre y noviembre, el periodo cálido corresponde a los meses de mayo a septiembre y diciembre, las precipitaciones mensuales varían entre 10.6 mm a 254.3 mm, siendo la precipitación anual 1440.6 mm. El valor de evaporación anual es de 1297 mm y el de la velocidad del viento media anual de 4 km/h. La temperatura media anual reportada es 12 °C, varía mensualmente desde 11.1°C a 12.8°C, mostrando una media máxima anual de 18.4 °C y una media mínima anual de 6.4°C (INAMHI, 2014).

### **3.1.3 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS**

En la actualidad residen ciento ocho habitantes distribuidos en veinticinco viviendas, el área de los terrenos varía desde 200 hasta 600 m<sup>2</sup>, existen aún lotes vacíos sin ocupar, aunque ya se nota en bastantes de estos terrenos el inicio de pequeñas construcciones de media agua.

Las familias de la comunidad desarrollan cinco actividades económicas, la mayoría trabajan para empresas de construcción, manufactura, comercios, otros se dedican a la venta formal e informal y principalmente algunas mujeres a las labores domésticas.

La comunidad cuenta con servicio de abastecimiento de agua potable, alcantarillado y energía eléctrica instalados recientemente, no cuentan con servicio telefónico, ni con vías adoquinadas, pavimentadas o de concreto, ni servicio de recolección de residuos.

(Chorlango, 2017)

### **3.1.4 MANEJO ACTUAL DE RESIDUOS**

A falta del servicio de recolección algunos pobladores botan los residuos en calles cercanas, motivando a la formación de focos infecciosos de contaminación perjudiciales para su salud, otros los queman a cielo abierto o entierran

contaminando aire y suelo, en contados dos casos las familias prefieren salir a dejar los residuos fuera del barrio en un sitio donde transita el vehículo recolector de residuos.

(Chorlango, 2017)

### 3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

La metodología empleada para la realización de la presente investigación se divide en dos partes:

1. La fase de campo
2. La fase de escritorio

En la Tabla 3.1 se detallan los materiales y equipos usados en ambas fases.

**TABLA 3.1 MATERIALES Y EQUIPOS**

MATERIALES DE CAMPO	EQUIPOS DE ESCRITORIO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundas de plástico</li> <li>• Balanza romanilla</li> <li>• Hoja de encuestas</li> <li>• Mandil</li> <li>• Guantes</li> <li>• Cuaderno de notas</li> <li>• Recipiente de 20 litros</li> <li>• Plancha de cartón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora</li> <li>• Impresora</li> <li>• Libros de consulta</li> </ul>

Elaboración: Camila Asanza

### **3.3 CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DEL BARRIO EL MANANTIAL: TASA PER CÁPITA, COMPOSICIÓN FÍSICA Y DENSIDAD DE LOS RESIDUOS**

La metodología utilizada para la caracterización de residuos sólidos domiciliarios de la zona de estudio fue propuesta por el CEPIS y la OPS (2000), ésta emplea el muestreo directo para la recopilación de datos.

El muestro directo “consiste en el pesaje de los residuos sólidos en la fuente generadora determinando una muestra representativa mediante un análisis estadístico, de tal manera que tenga una confiabilidad acertada” (Castillo, 2012).

Esta metodología es la más adecuada y la única posible de aplicar para el presente estudio, debido a que los barrios carentes de servicio de recolección no tienen otra fuente de información referente a sus residuos.

#### **3.3.1 DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA**

El barrio no cuenta con información del último censo realizado en Ecuador, por tal motivo para la elección de la muestra se contactó a los representantes del barrio para conocer la cantidad exacta de habitantes y el número de viviendas.

El método recomienda un muestreo estratificado proporcional definido por el nivel de ingresos de la población. Debido a que las áreas marginales urbanas presentan un estrato económico de clase baja y pocas viviendas, se decidió muestrear a todo el barrio, obteniendo así datos con un alto nivel de confiabilidad (CEPIS/OPS, 2000).

#### **3.3.2 REUNIÓN INFORMATIVA Y DE CAPACITACIÓN**

Una vez determinada la muestra se dialogó con los representantes del barrio quienes se encargaron de convocar a la reunión informativa.

En la reunión se explicó ampliamente sobre el objetivo, la importancia y los beneficios de la investigación, también sobre la relevancia de la colaboración de

los pobladores para la recolección de la muestra, como se observa en la imagen 3.1.

### IMAGEN 3.1 REUNIÓN INFORMATIVA



Elaboración: Camila Asanza

Con el apoyo de todos los presentes se seleccionó la semana y el horario de recolección, se brindó una capacitación sobre cómo identificar y recolectar de forma diferenciada los residuos y además se les facilitó una hoja informativa como guía que se muestra en el Anexo 2.

Posteriormente se entregó tres fundas para cada casa, una de color azul (residuos orgánicos), otra de color negro (residuos reciclables) y otra de color amarillo (residuos no reciclables), como se muestra en la imagen 3.2.

### IMAGEN 3.2 CAPACITACIÓN Y ENTREGA DE FUNDAS



Elaboración: Camila Asanza

### 3.3.3 RECOPIACIÓN DE DATOS

El muestreo se llevó a cabo por siete días, un día anterior se recolectó las fundas con residuos de cada domicilio, las mismas que fueron desechadas con el fin de iniciar el muestreo desde cero.

Durante los siete días siguientes en cada una de las viviendas se ejecutaron las siguientes actividades:

1. Registro del número de vivienda y habitantes que participaron en la producción de los residuos.
2. Recolección de los residuos sólidos orgánicos, reciclables y no reciclables en sus fundas respectivamente.
3. Pesaje de cada funda con la ayuda de una balanza romanilla y registro de los valores, como se muestra en la imagen 3.3.
4. Entrega de fundas vacías a cambio.
5. Traslado de residuos a un área específica.

#### IMAGEN 3.3 RECOLECCIÓN Y PESAJE DE RESIDUOS



Elaboración: Camila Asanza



### 3.3.4 DETERMINACIÓN DE LA TASA PER CÁPITA

La tasa per cápita diaria se estimó dividiendo el total de residuos producidos en un día ( $w_1$ ) para la cantidad de habitantes que participó en ese día de muestreo ( $h_1$ ), como se muestra en la Ecuación 3.1:

$$\text{TPC 1} = \frac{w_1}{h_1} \left( \frac{\text{kg}}{\text{hab} \cdot \text{día}} \right) \quad (3.1)$$

Para manejar una tasa general del barrio se tomó la TPC del día que presentaba el valor más elevado, con el objetivo de elaborar el modelo para el peor escenario. En el cálculo de la TPC de cada residuo, se multiplicó la tasa general por el porcentaje general de composición de dicho residuo.

### 3.3.5 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

En un área específica se colocó un cartón, como se evidencia en la imagen 3.4, donde se clasificó cada día todos los residuos reciclables en:

- Latas
- Cartón
- Papel
- Plástico
- Vidrio

#### IMAGEN 3.4 CLASIFICACIÓN POR TIPO DE RESIDUOS RECICLABLE



Elaboración: Camila Asanza

Una vez agrupados los residuos de cada material fueron pesados para obtener el peso diario por tipo de residuo ( $\pi$ ).

Para conseguir el porcentaje diario de composición de cada residuo, se dividió el peso diario por tipo de residuo ( $\pi$ ) para el peso de residuos inorgánicos reciclables de ese día ( $w_{ri}$ ) y se multiplicó por cien, como se indica en la Ecuación 3.2.

$$\text{Porcentaje} = \frac{\pi}{w_{ri}} \times 100 \quad (\%) \quad (3.2)$$

El porcentaje general se determinó a través de un promedio de los porcentajes de los siete días.

### 3.3.6 DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Para este cálculo primero se homogenizó cada tipo de residuo en el cartón, después se colocó los residuos de cada tipo en un recipiente de peso ( $W_t$ ) y volumen conocido ( $V_t$ ), sin realizar ningún tipo de presión se dejó caer el recipiente por tres veces desde una altura de 10 cm, como se observa en la imagen 3.5, registrando el volumen que ocuparon ( $V_r$ ), este procedimiento se llevó a cabo por tres días (CEPIS/OPS, 2000).

#### IMAGEN 3.5 DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE RESIDUOS



Elaboración: Camila Asanza

Posteriormente se pesó el recipiente con los residuos ( $W_{tr}$ ) y por diferencia del peso de recipiente ( $W_t$ ) se determinó el peso de los residuos ( $W$ ).

La densidad se calculó dividiendo el peso de los residuos para el volumen que ocuparon dichos residuos, como se muestra en la Ecuación 3.3.

$$PE = \frac{W}{V_r} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \quad (3.3)$$

El peso específico general de cada residuo fue determinado por el promedio de los tres días de muestreo.

(CEPIS/OPS, 2000)

### 3.4 ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN FUTURA

La población futura se estimó utilizando el método de saturación que consiste en determinar la población máxima que puede llegar a habitar en un área determinada (Ecuación 3.4). Para esto es necesario calcular el índice habitacional, como se indica en la Ecuación 3.5, y las viviendas totales, como se presenta en la Ecuación 3.6 (Basualdo, 2012). Se eligió este método debido a que la zona de estudio no cuenta con información censal y el crecimiento poblacional se ve limitado por el espacio.

$$\text{Población total} = \text{Viviendas totales} \times \text{Índice habitacional} \quad (3.4)$$

$$\text{Índice habitacional} = \frac{\# \text{ Habitantes actuales}}{\# \text{ Viviendas actuales}} \quad (3.5)$$

$$\text{Viviendas totales} = \text{Viviendas actuales} + \text{Viviendas futuras} \quad (3.6)$$

### 3.5 ENCUESTA

La encuesta se llevó a cabo en todas las viviendas del barrio con el objetivo de diagnosticar la disposición de la población a colaborar en la gestión de los residuos que generan (Farfán, 2010), como se evidencia en la imagen 3.6. El formato de la encuesta se encuentra en el Anexo 1.

#### IMAGEN 3.6 ENCUESTA A HABITANTES DEL BARRIO EL MANANTIAL



Elaboración: Camila Asanza

### 3.6 ALTERNATIVAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

Por medio de una investigación bibliográfica se estudiaron las alternativas que podrían ser utilizadas para la gestión de residuos sólidos domiciliarios en áreas marginales. Se consultó cómo se lleva a cabo la gestión en países desarrollados, guías y manuales internacionales, de cada opción se analizó su viabilidad (Alvarado, Amador & Cuellar, 2012).

## CAPÍTULO VI

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL BARRIO “EL MANANTIAL”

##### 4.1.1 CANTIDAD TOTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

En la Tabla 4.1 se puede observar la cantidad total de residuos sólidos domiciliarios, es decir la suma de residuos orgánicos, inorgánicos reciclables, e inorgánicos no reciclables que se recolectó diariamente por vivienda, dando como resultado una producción total por semana de 226,39 kg.

**TABLA 4.1 CANTIDAD TOTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS**

Vivienda	# habitantes vivienda	RESIDUOS TOTALES (kg)						
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
1	5	0.92	1.43	1.28	1.52	1.60	1.02	1.28
2	5	1.79	1.33	1.55	1.73	1.28	1.69	1.54
3	4	1.58	1.28	1.32	1.31	1.17	1.29	1.11
4	3	1.21	0.91	1.07	1.18	0.97	1.22	1.14
5	4	0.98	2.62	0.82	-	1.45	1.50	1.85
6	6	1.12	1.58	2.46	1.27	1.67	3.34	1.61
7	5	1.66	-	0.86	1.32	1.40	4.21	1.10
8	3	1.44	1.33	1.37	1.45	1.08	0.69	1.28
9	7	2.59	3.92	2.10	3.39	2.99	2.55	3.62
10	3	1.19	0.60	0.25	0.61	-	1.01	2.20
11	6	2.51	1.15	0.63	0.92	2.63	1.63	1.36
12	5	1.11	2.36	1.13	-	1.25	1.40	0.45
13	5	0.68	2.06	1.08	0.70	1.33	1.36	-
14	5	1.15	1.17	1.23	0.61	1.45	0.65	1.64
15	3	0.79	1.44	0.50	1.00	1.10	1.23	1.07
16	4	1.14	1.78	0.70	1.54	0.94	1.73	-

TABLA 4.1 CONTINUACIÓN

17	6	2.55	1.42	1.02	1.57	1.80	3.13	1.28
18	6	1.85	1.71	1.74	0.94	1.61	2.25	3.20
19	3	0.94	-	1.09	-	0.60	1.46	1.11
20	3	0.73	0.66	0.37	0.95	0.76	0.91	1.32
21	2	0.62	0.64	0.48	0.55	-	0.82	1.16
22	4	1.15	1.12	1.32	1.15	1.21	2.52	1.46
23	4	1.20	0.88	0.85	1.36	1.35	1.40	1.04
24	4	0.80	1.32	1.26	1.62	1.29	1.03	1.19
25	3	0.44	0.66	1.08	0.40	0.42	0.98	1.08
<b>Total</b>	108	32.10	33.35	27.53	27.07	31.32	40.97	34.06
<b>Suma</b>		<b>226.39</b>						

Elaboración: Camila Asanza

#### 4.1.2 CANTIDAD DE RESIDUOS ORGÁNICOS

En la Tabla 4.2 se puede observar la cantidad de residuos orgánicos que se recolectó diariamente por vivienda, dando como resultado una producción total por semana de 169,83 kg. Los residuos orgánicos se encontraban compuestos de restos de frutas, verduras, de cáscaras de huevo, de infusiones de té y café, de comida, de jardín, entre otros.

TABLA 4.2 CANTIDAD DE RESIDUOS ORGÁNICOS

Vivienda	RESIDUOS ORGÁNICOS (kg)						
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
1	0.65	1.10	1.00	1.15	1.20	0.80	1.00
2	1.50	0.90	1.25	1.20	0.95	1.30	1.20
3	1.20	0.98	1.10	0.90	0.94	1.00	0.90
4	1.00	0.70	0.95	0.98	0.78	0.98	0.98
5	0.45	2.25	0.50	-	1.10	1.10	1.50
6	0.90	1.20	2.25	0.95	1.30	2.50	1.02
7	1.15	-	0.50	1.00	1.14	3.50	0.79
8	0.95	1.15	1.20	1.10	0.90	0.40	1.10
9	2.10	2.75	1.50	2.45	2.10	1.60	2.40
10	0.60	0.30	0.15	0.50	-	0.80	2.00
11	1.90	0.47	0.42	0.70	1.98	1.00	1.10
12	0.94	2.10	0.98	-	0.93	0.98	0.11
13	0.46	1.60	0.95	0.53	1.10	0.94	-

TABLA 4.2 CONTINUACIÓN

14	1.00	0.95	1.00	0.41	1.22	0.50	0.97
15	0.51	1.20	0.35	0.78	1.00	1.00	0.90
16	0.70	1.50	0.40	1.30	0.51	1.50	-
17	2.30	1.10	0.86	0.98	1.25	2.45	0.99
18	1.68	1.20	1.12	0.50	1.10	1.80	2.50
19	0.56	-	0.50	-	0.40	1.24	0.95
20	0.45	0.43	0.12	0.65	0.42	0.40	1.10
21	0.43	0.50	0.10	0.50	-	0.56	1.02
22	0.60	0.75	1.00	1.00	0.86	1.89	1.07
23	1.00	0.69	0.50	1.10	0.95	0.89	0.79
24	0.45	1.10	0.98	1.35	0.88	0.70	0.80
25	0.20	0.60	0.93	0.20	0.25	0.70	0.86
<b>Total</b>	23.68	25.52	20.61	20.22	23.25	30.52	26.04
<b>Suma</b>	<b>169.83</b>						

Elaboración: Camila Asanza

#### 4.1.3 CANTIDAD DE RESIDUOS INORGÁNICOS RECICLABLES

En la Tabla 4.3 se puede observar la cantidad total de residuos inorgánicos reciclables que se recolectó diariamente por vivienda, dando como resultado una producción total por semana de 48,22 kg. Éstos se encontraban compuestos de latas, vidrio, plástico, papel y cartón.

TABLA 4.3 CANTIDAD TOTAL DE RESIDUOS INORGÁNICOS RECICLABLES

Vivienda	RESIDUOS INORGÁNICOS RECICLABLES (kg)						
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
1	0.20	0.28	0.20	0.30	0.35	0.20	0.20
2	0.25	0.35	0.26	0.50	0.29	0.35	0.30
3	0.35	0.26	0.18	0.35	0.20	0.26	0.18
4	0.20	0.13	0.08	0.18	0.15	0.23	0.13
5	0.50	0.25	0.25	-	0.28	0.38	0.28
6	0.15	0.35	0.12	0.26	0.32	0.80	0.48
7	0.48	-	0.34	0.26	0.20	0.68	0.25
8	0.45	0.15	0.10	0.30	0.15	0.27	0.15
9	0.36	1.10	0.50	0.88	0.80	0.84	1.09
10	0.50	0.26	0.08	0.08	-	0.19	0.18
11	0.56	0.60	0.18	0.14	0.60	0.54	0.15
12	0.15	0.19	0.12	-	0.25	0.30	0.30

TABLA 4.3 CONTINUACIÓN

13	0.15	0.40	0.09	0.13	0.17	0.38	-
14	0.10	0.16	0.15	0.14	0.18	0.10	0.60
15	0.25	0.20	0.08	0.15	0.08	0.18	0.15
16	0.40	0.25	0.25	0.16	0.40	0.17	-
17	0.20	0.25	0.14	0.50	0.50	0.60	0.20
18	0.13	0.45	0.60	0.35	0.45	0.38	0.60
19	0.35	-	0.50	-	0.17	0.17	0.15
20	0.20	0.21	0.20	0.25	0.25	0.49	0.20
21	0.15	0.10	0.35	0.04	-	0.25	0.10
22	0.45	0.35	0.30	0.12	0.26	0.57	0.35
23	0.15	0.18	0.33	0.25	0.32	0.48	0.20
24	0.25	0.21	0.24	0.20	0.38	0.23	0.35
25	0.20	0.04	0.14	0.15	0.15	0.25	0.19
<b>Total</b>	<b>7.13</b>	<b>6.71</b>	<b>5.76</b>	<b>5.68</b>	<b>6.89</b>	<b>9.28</b>	<b>6.76</b>
<b>Suma</b>	<b>48.22</b>						

Elaboración: Camila Asanza

#### 4.1.3.1 Cantidad de residuos reciclables por tipo de material

En la Tabla 4.4 se puede observar la cantidad de latas, vidrio, plástico, papel y cartón que se recolectó diariamente.

**TABLA 4.4 CANTIDAD DE RESIDUOS RECICLABLES POR TIPO DE MATERIAL**

RESIDUO	RESIDUOS RECICLABLES POR TIPO DE MATERIAL (kg)						
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Latas	0.27	0.00	0.33	0.27	0.35	0.00	0.47
Vidrio	0.00	0.30	0.00	0.16	0.66	0.46	0.12
Plástico	4.15	4.34	1.32	2.46	2.65	4.56	3.30
Papel	2.35	1.13	3.46	1.97	2.43	3.13	1.89
Cartón	0.36	0.94	0.66	0.82	0.79	1.14	0.99
<b>Total</b>	<b>7.13</b>	<b>6.71</b>	<b>5.76</b>	<b>5.68</b>	<b>6.89</b>	<b>9.28</b>	<b>6.76</b>
<b>Suma</b>	<b>48.22</b>						

Elaboración: Camila Asanza



#### 4.1.4 CANTIDAD DE RESIDUOS INORGÁNICOS NO RECICLABLES

En la Tabla 4.5 se puede observar la cantidad de residuos sólidos inorgánicos no reciclables que se recolectó diariamente por vivienda, dando como resultado una producción total por semana de 8,34 kg. Éstos se encontraban compuestos de desechos sanitarios, textiles, servilletas usadas, algodones, gasas, cotonetes, textiles, espejos, entre otros.

**TABLA 4.5 CANTIDAD DE RESIDUOS INORGÁNICOS NO RECICLABLES**

Vivienda	RESIDUOS INORGÁNICOS NO RECICLABLES (kg)						
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
1	0.07	0.05	0.08	0.07	0.05	0.02	0.08
2	0.04	0.08	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04
3	0.03	0.04	0.04	0.06	0.03	0.03	0.04
4	0.01	0.08	0.04	0.02	0.04	0.02	0.04
5	0.03	0.12	0.07	-	0.08	0.02	0.07
6	0.07	0.03	0.09	0.06	0.05	0.04	0.11
7	0.03	-	0.02	0.06	0.06	0.03	0.06
8	0.04	0.03	0.07	0.05	0.03	0.02	0.03
9	0.13	0.07	0.10	0.06	0.09	0.11	0.13
10	0.09	0.04	0.02	0.03	-	0.02	0.02
11	0.05	0.08	0.04	0.08	0.05	0.09	0.11
12	0.02	0.08	0.03	-	0.07	0.12	0.04
13	0.07	0.06	0.04	0.05	0.06	0.04	-
14	0.05	0.06	0.08	0.06	0.05	0.05	0.07
15	0.03	0.04	0.08	0.07	0.02	0.05	0.02
16	0.04	0.03	0.05	0.08	0.03	0.06	-
17	0.05	0.07	0.02	0.09	0.05	0.08	0.09
18	0.04	0.06	0.02	0.09	0.06	0.07	0.10
19	0.03	-	0.09	-	0.03	0.05	0.02
20	0.08	0.02	0.05	0.05	0.09	0.02	0.02
21	0.04	0.04	0.03	0.01	-	0.01	0.04
22	0.10	0.02	0.02	0.03	0.09	0.06	0.04
23	0.05	0.02	0.02	0.01	0.08	0.03	0.05
24	0.10	0.01	0.04	0.07	0.04	0.10	0.04
25	0.04	0.02	0.01	0.05	0.02	0.03	0.03
<b>Total</b>	1.29	1.12	1.16	1.16	1.19	1.17	1.26
<b>Suma</b>	<b>8.34</b>						

Elaboración: Camila Asanza

## 4.2 TASA PER CÁPITA DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL BARRIO “EL MANANTIAL”

### 4.2.1 TASA PER CÁPITA GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

La Tabla 4.6 muestra la tasa per cápita diaria de residuos sólidos determinada en el periodo de muestreo. Los valores oscilan entre 0.25 a 0.38 kg/hab/día. Se tomó como tasa general de residuos 0.38 kg/hab/día, el valor más alto, presentado en el sexto día de muestreo con el objetivo de elaborar el modelo para el peor escenario.

**TABLA 4.6 TASA PER CÁPITA DIARIA**

Día	TPC (kg/hab*día)
1	0.30
2	0.33
3	0.25
4	0.28
5	0.30
6	0.38
7	0.34

Elaboración: Camila Asanza

#### Tasa per cápita general de residuos sólidos

$$TCP = 0.38 \left( \frac{\text{kg}}{\text{hab} \cdot \text{día}} \right)$$

Las zonas de bajos recursos de Perú, Chile, Algeria y Holanda presentan valores de tasas de generación per cápita de residuos de 0.2 - 0.4, 0.3, 0.46 y 0.6 kg/hab/día respectivamente (CEPIS/OPS, 2000). El análisis sectorial de residuos sólidos en Ecuador llevado a cabo por la OPS y la OMS (2002), muestra valores similares, tomando como referencia de ciudades pequeñas y rurales al Tena con 0.45 kg/hab/día. Por lo tanto el rango común para zonas de bajos recursos y rurales varía entre 0.2 a 0.6 kg/hab/día, lo que concuerda con los valores obtenidos de las tasas per cápita diarias en el barrio El Manantial que oscilan entre 0.25 a 0.38 kg/hab/día.

Las tasas de las zonas de bajos recursos son más altas en países desarrollados como Holanda y más bajas en países en vías en desarrollo como Perú (CEPIS/OPS, 2000). Al ser el Ecuador un país en vías de desarrollo, los resultados del barrio El Manantial son mucho más cercanos a los valores presentados en Perú y Chile.

#### 4.2.2 TASA PER CÁPITA DE RESIDUOS ORGÁNICOS, RECICLABLES Y NO RECICLABLES

La tasa per cápita de cada residuo se estableció por medio del producto de la tasa general de residuos sólidos y el porcentaje de composición de dicho residuo, los resultados se observan en la Tabla 4.7.

**TABLA 4.7 TASA PER CÁPITA POR TIPO DE RESIDUO**

RESIDUOS	TPC (kg/hab*día)
Orgánicos	0.285
Reciclables	0.081
No reciclables	0.014

Elaboración: Camila Asanza

#### 4.2.3 TASA PER CÁPITA DE RESIDUOS RECICLABLES POR MATERIAL

En la Tabla 4.8 se presenta la tasa per cápita calculada de los residuos reciclables, latas, vidrio, plástico, papel, y cartón. La tasa per cápita de cada residuo se estableció por medio del producto de la tasa de residuos reciclables y el porcentaje de composición de dicho residuo.

**TABLA 4.8 TASA PER CÁPITA RESIDUOS RECICLABLES**

RESIDUOS	TPC (kg/hab*día)
Latas	0.00305
Vidrio	0.00274
Plástico	0.03765
Papel	0.02792
Cartón	0.00964

Elaboración: Camila Asanza

En los estudios de caracterización de residuos no suelen determinar las tasas individuales de los residuos orgánicos, reciclables y no reciclables, menos aún las tasas de latas, plástico, vidrio, cartón y papel, por lo que no se tiene una referencia para su análisis. Sin embargo en este estudio se calcularon éstos valores a partir de la tasa per cápita y la composición general de residuos del barrio, valores que concuerdan con los resultados de otras investigaciones, por consiguiente se podría afirmar la coherencia de estos valores.

### 4.3 COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL BARRIO “EL MANANTIAL”

#### 4.3.1 COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS, RECICLABLES Y NO RECICLABLES

La Tabla 4.9 muestra la composición diaria de residuos sólidos domiciliarios, se observa que los valores son similares cada día, presentan un porcentaje de variación del 1 al 3%.

**TABLA 4.9 COMPOSICIÓN DIARIA DE RESIDUOS SÓLIDOS**

RESIDUOS	PORCENTAJE (%)						
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Orgánicos	73.78	76.53	74.84	74.70	74.21	74.50	76.46
Reciclables	22.20	20.12	20.93	21.00	22.01	22.66	19.85
No Reciclables	4.02	3.35	4.23	4.30	3.78	2.84	3.69

Elaboración: Camila Asanza

La Tabla 4.10 y el Gráfico 4.1 muestran la composición general de residuos sólidos, calculados a partir del promedio de los resultados diarios.

**TABLA 4.10 COMPOSICIÓN GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS**

RESIDUOS	PORCENTAJE (%)
Orgánicos	75.00
Reciclables	21.25
No Reciclables	3.75
<b>Total</b>	<b>100</b>

Elaboración: Camila Asanza

#### GRÁFICO 4.1 COMPOSICIÓN GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS



Elaboración: Camila Asanza

La composición de los residuos del barrio está conformada en su mayor parte por residuos orgánicos biodegradables con un 75%, el 21.25 % de residuos reciclables y 3.75% de residuos no reciclables. Los valores típicos en áreas de bajos recursos son de 40 a 85% residuos orgánicos biodegradables, de 5 a 30 % reciclables y de 1 a 10% no reciclables (Jaramillo, 2012). Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los valores típicos para zonas de bajos recursos, como es el caso del barrio de estudio.

#### 4.3.2 COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES POR MATERIAL

La Tabla 4.11 muestra la composición diaria de residuos inorgánicos reciclables, se evidencia que valores varían mucho en cada día y que existieron días que no se recolectó residuos de latas y vidrio.

**TABLA 4.11 COMPOSICIÓN DIARIA DE RESIDUOS RECICLABLES**

RESIDUOS	PORCENTAJE (%)						
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Latas	3.80	0.00	5.71	4.80	5.13	0.00	6.97
Vidrio	0.00	4.50	0.00	2.89	9.62	4.91	1.74
Plástico	58.23	64.61	22.85	43.26	38.47	49.08	48.82
Papel	32.92	16.85	59.99	34.62	35.26	33.75	27.90
Cartón	5.05	14.04	11.45	14.43	11.52	12.26	14.57

Elaboración: Camila Asanza

La Tabla 4.12 y el Gráfico 4.2 muestran la composición general de residuos inorgánicos reciclables. Éstos fueron determinados a partir del promedio de los resultados diarios.

**TABLA 4.12 COMPOSICIÓN GENERAL DE RESIDUOS RECICLABLES**

RESIDUOS	PORCENTAJE (%)
Latas	3.77
Vidrio	3.38
Plástico	46.48
Papel	34.47
Cartón	11.90
<b>Total</b>	<b>100</b>

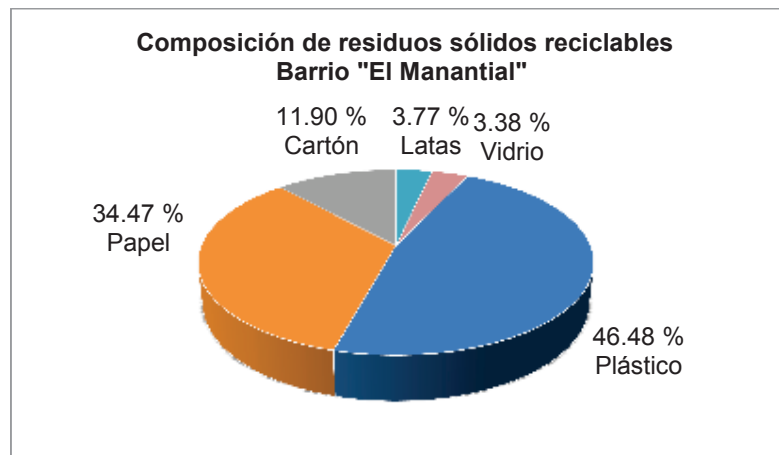
Elaboración: Camila Asanza

La composición de los residuos reciclables del barrio está conformada en su mayor parte por plástico con un 46.48 %, el 34.47 % de papel, el 11.90 % de cartón, el 3.77 % de latas y 3.38% de vidrio. Los valores típicos en áreas de bajos recursos son de 20 a 45 % residuos plásticos, de 10 a 40 % la suma de papel y cartón y de 3 a 14 % vidrio y latas (Jaramillo, 2012). Los resultados obtenidos de vidrio y latas se encuentran dentro de los valores típicos para zonas de bajos recursos, sin embargo los resultados de plástico y de la suma de papel y cartón no coincidieron.

La composición de papel y cartón juntos presenta un valor típico máximo de 40 % y se obtuvo un valor de 46.37 %, esto posiblemente se debe al hecho de que en el barrio viven muchos jóvenes estudiantes, y como se pudo evidenciar en el periodo de muestreo, se desecha gran cantidad de papel de cuadernos, libros y hojas de trabajo de escuelas y colegios.

El plástico tiene un valor típico máximo de 45 % y se obtuvo un valor de 46.37 %, la diferencia es muy pequeña, no obstante es un valor elevado para éste tipo de residuos. Esto probablemente se debe a que hoy en día la mayoría de envases de alimentos e implementos básicos como gaseosas, jugos, yogurt, leche champú, fundas, entre otros son fabricados de plástico (UNEP, 2013), como se observó en el periodo de muestreo.

## GRÁFICO 4.2 COMPOSICIÓN GENERAL DE RESIDUOS RECICLABLES



Elaboración: Camila Asanza

### 4.4 PESO ESPECÍFICO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL BARRIO “EL MANANTIAL”

#### 4.4.1 PESO ESPECÍFICO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS, RECICLABLES Y NO RECICLABLES

Los pesos específicos de los residuos sólidos son similares en cada día de muestreo, como se detalla en la Tabla 4.13.

**TABLA 4.13 PESO ESPECÍFICO DIARIO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS**

RESIDUOS	PESO ESPECÍFICO (kg/m <sup>3</sup> )		
Orgánicos	273.21	262.5	249.31
Inorgánicos Reciclables	153.64	148.83	139.40
Inorgánicos No Reciclables	41.20	53.00	54.30

Elaboración: Camila Asanza

En la Tabla 4.14 se observa el peso específico general de los residuos sólidos domiciliarios, determinado a partir del promedio de los valores establecidos en los días del muestreo. El valor más elevado corresponde a los residuos orgánicos y el más bajo le pertenece a los residuos inorgánicos no reciclables.

**TABLA 4.14 PESO ESPECÍFICO GENERAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS**

RESIDUOS	PESO ESPECÍFICO (kg/m <sup>3</sup> )
Orgánicos	261.67
Inorgánicos Reciclables	147.29
Inorgánicos No Reciclables	49.50

Elaboración: Camila Asanza

#### 4.4.2 PESO ESPECÍFICO DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES POR MATERIAL

Los pesos específicos de los residuos sólidos reciclables son similares en cada día de muestreo, como se detalla en la Tabla 4.15.

**TABLA 4.15 PESO ESPECÍFICO DIARIO DE LOS RESIDUOS RECICLABLES**

RESIDUOS	PESO ESPECÍFICO (kg/m <sup>3</sup> )		
Latas	89.40	69.00	73.20
Vidrio	146.2	158.65	153.07
Plástico	70.56	68.98	67.84
Papel	88.07	91.42	95.01
Cartón	55.04	53.00	64.04

Elaboración: Camila Asanza

En la Tabla 4.16 se observa el peso específico general de los residuos reciclables, determinado a partir del promedio de los valores establecidos en los días del muestreo. El valor más elevado corresponde al vidrio y el más bajo le pertenece al cartón.

**TABLA 4.16 PESO ESPECÍFICO GENERAL DE LOS RESIDUOS RECICLABLES**

RESIDUOS	PESO ESPECÍFICO (kg/m <sup>3</sup> )
Latas	77.20
Vidrio	152.64
Plástico	69.13
Papel	91.50
Cartón	57.36

Elaboración: Camila Asanza



En la Tabla 4.17 se detallan los valores típicos de peso específico de los residuos en los países de América Latina, en Estados Unidos y los valores resultados de la investigación de campo en el barrio El Manantial. Como se puede observar los valores típicos de América Latina son superiores a los de Estados Unidos y muy similares a los del barrio de estudio, el valor del peso específico de los residuos orgánicos del barrio se asemeja un poco más a los datos de Estados Unidos, esto se debe a que este parámetro depende mucho del lugar específico de donde se recolecten los datos (Sáez, 2014), aun así se mantienen valores muy cercanos a los típicos en países de bajos recursos.

**TABLA 4.17 PESO ESPECÍFICO DE LOS RESIDUOS Y VALORES TÍPICOS EN AMÉRICA LATINA**

RESIDUOS	PESO ESPECÍFICO (kg/m <sup>3</sup> )		
	AMÉRICA LATINA	ESTADOS UNIDOS	BARRIO EL MANANTIAL
<b>Orgánicos</b>	290	250	261.67
<b>Reciclables</b>	150	100	147.29
<b>No reciclables</b>	60	30	49.50
<b>Latas</b>	80	65	77.20
<b>Vidrio</b>	200	196	152.64
<b>Plástico</b>	70	65	69.13
<b>Papel</b>	80	50	91.50
<b>Cartón</b>	60	49	57.36

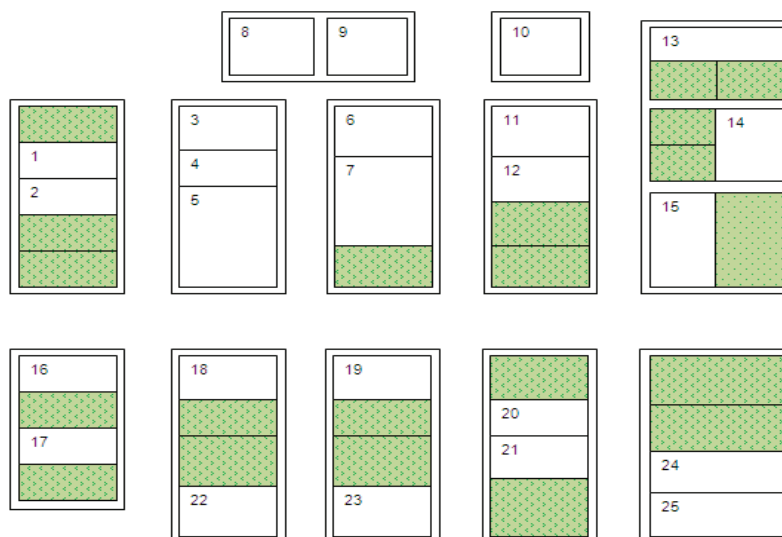
Fuente: Sáez, 2014; Tafur, 2009

Elaboración: Camila Asanza

## 4.5 POBLACIÓN FUTURA

El Manantial tiene una población actual de 108 habitantes, posee 25 terrenos habitados y 21 por habitar como se muestra en el Gráfico 4.3, por lo tanto su capacidad máxima de ocupación es de 46 viviendas.

### GRÁFICO 4.3 ESQUEMA BARRIO EL MANANTIAL



Elaboración: Camila Asanza

El índice habitacional, determinado por la división del número actual de habitantes para el número actual de viviendas, es 4.32.

La población futura es el resultado del producto de la cantidad máxima de viviendas que pueden ser ocupadas en el sitio y el índice habitacional.

En consecuencia la población futura máxima que puede establecerse en el barrio es 200 habitantes.

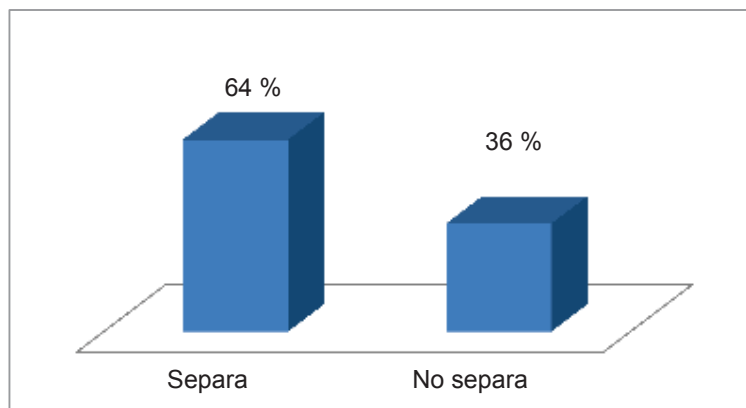
Se estima alcanzar esa población en un corto periodo de tiempo, ya que en muchos de los terrenos se nota el inicio de pequeñas construcciones de media agua y otros fueron recientemente vendidos (Chorlango, 2017).

### 4.6 ENCUESTA A LOS HABITANTES DEL BARRIO “EL MANANTIAL” SOBRE SU DISPOSICIÓN A COLABORAR EN EL MANEJO DE RESIDUOS

La encuesta integrada de diez preguntas se efectuó en todas las viviendas del barrio, para conocer la disposición de la población a colaborar en el manejo de residuos.

En el Gráfico 4.4 se muestra que una cantidad considerable, el 64 % de la población, suele separar los residuos en su hogar. Los pobladores explicaron que de esta manera es más fácil disponerlos, los residuos inorgánicos suelen quemar y la materia orgánica se tira al aire libre en los terrenos, se entierra o es utilizada para la alimentación de animales. Los habitantes que no llevan a cabo la separación disponen los residuos en conjunto.

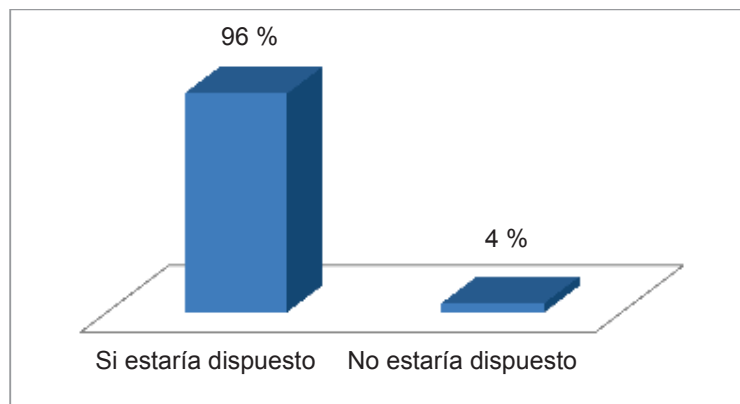
**GRÁFICO 4.4 SEPARACIÓN DE LA BASURA EN EL HOGAR**



Elaboración: Camila Asanza

En el Gráfico 4.5 se observa que el 96 % de la población estaría dispuesta a hacer una costumbre diaria el separar sus residuos, con el objetivo de contribuir al adecuado manejo de residuos en su barrio.

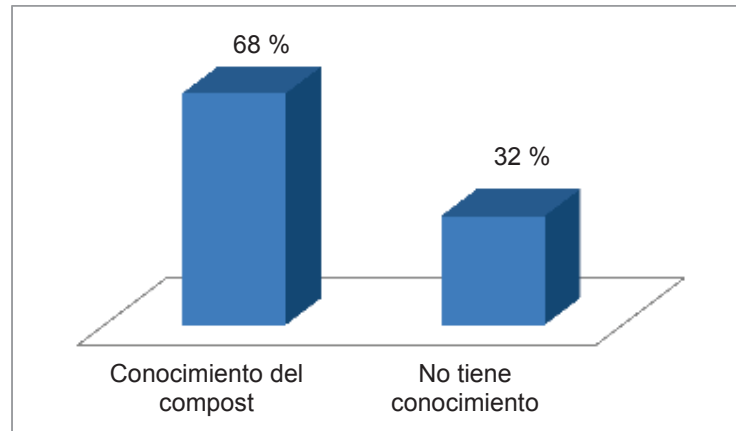
**GRÁFICO 4.5 DISPOSICIÓN A REALIZAR LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS**



Elaboración: Camila Asanza

En el Gráfico 4.6 se observa que el 68 % de las familias del barrio conocen que se pueden usar los residuos orgánicos para preparar compost, que sirve como abono para el suelo, el otro 32 % de las familias mantenían la creencia de que la materia orgánica en su estado normal es abono.

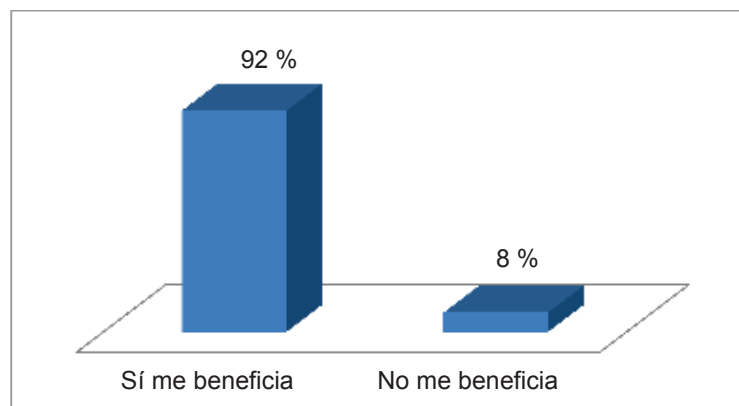
#### GRÁFICO 4.6 CONOCIMIENTO DEL COMPOST



Elaboración: Camila Asanza

En el Gráfico 4.7 se puede apreciar que el 92 % de las familias se verían beneficiadas al aplicar compost en sus terrenos, pequeños sembríos y huertos, el otro 8 % restante manifestó que posiblemente no sería de gran utilidad ya que no poseía sembríos sino animales domésticos.

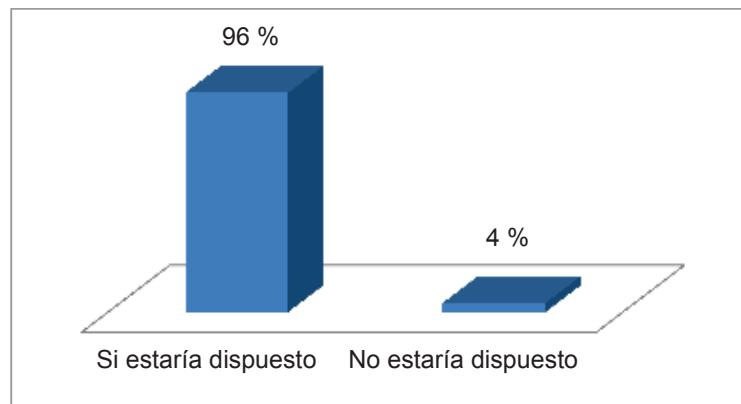
#### GRÁFICO 4.7 BENEFICIO DEL COMPOST



Elaboración: Camila Asanza

El Gráfico 4.8 muestra que el 96 % de la población estaría dispuesta a realizar el compost en el patio de su casa y solo un 4 % manifestó lo contrario.

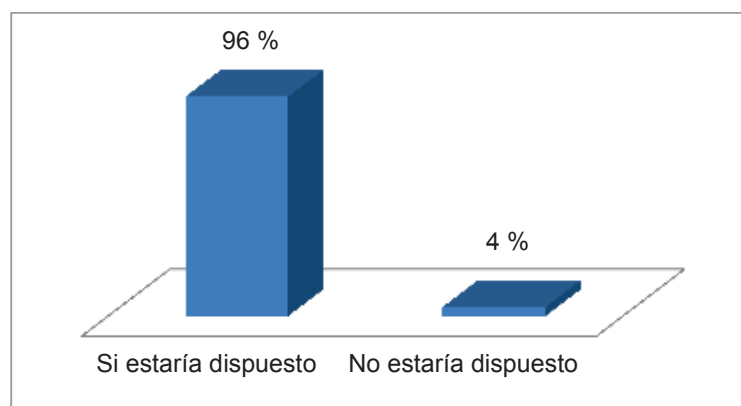
#### GRÁFICO 4.8 DISPOSICIÓN DE REALIZAR EL COMPOST EN EL PATIO



Elaboración: Camila Asanza

En el Gráfico 4.9 muestra que el 96 % de la comunidad tiene interés en el tema de los residuos del barrio y una disposición a colaborar para que éstos sean manejados de la manera más adecuada.

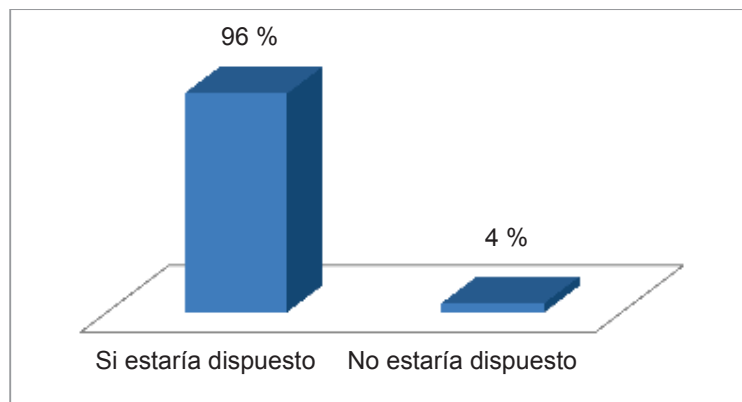
#### GRÁFICO 4.9 DISPOSICIÓN A COLABORAR EN EL MANEJO DE LOS RESIDUOS DE SU BARRIO



Elaboración: Camila Asanza

En el Gráfico 4.10 muestra que el 96 % de la comunidad tiene interés en el tema de los residuos del barrio y una disposición a colaborar en campañas de reciclaje.

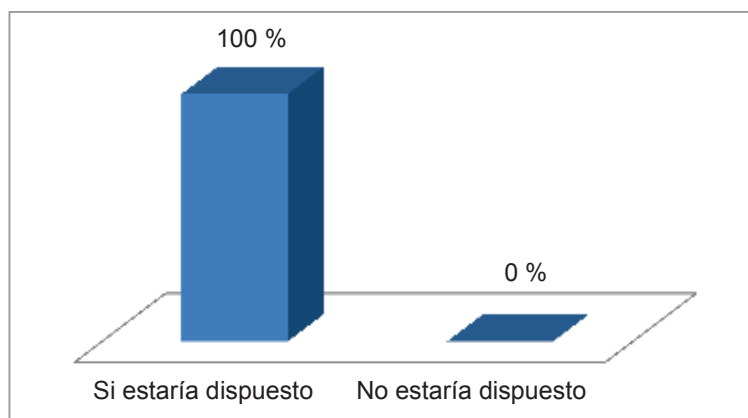
#### GRÁFICO 4.10 DISPOSICIÓN A COLABORAR EN CAMPAÑAS DE RECICLAJE EN SU BARRIO



Elaboración: Camila Asanza

El Gráfico 4.11 muestra que toda de la comunidad estaría dispuesta a pagar una cuota mensual para el manejo de residuos.

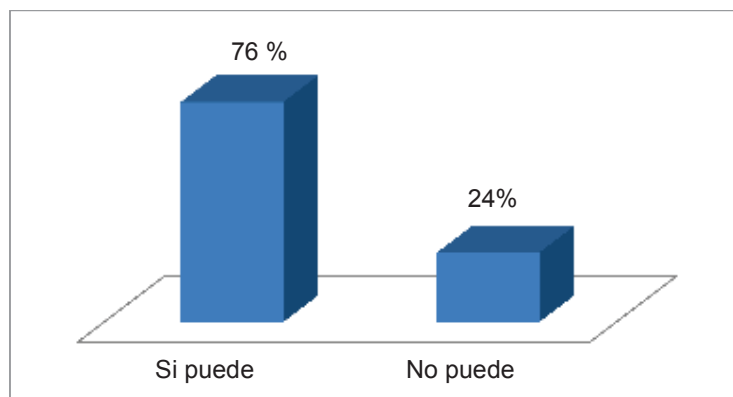
#### GRÁFICO 4.11 DISPOSICIÓN A PAGAR UNA CUOTA MENSUAL PARA EL MANEJO DE RESIDUOS EN EL BARRIO



Elaboración: Camila Asanza

El Gráfico 4.12 muestra que el 76 % de la población está consciente de que el inadecuado manejo actual de los residuos en su barrio representa un riesgo para su salud y la de sus seres queridos, sin embargo existe otra proporción del vecindario que no lo considera de ese modo.

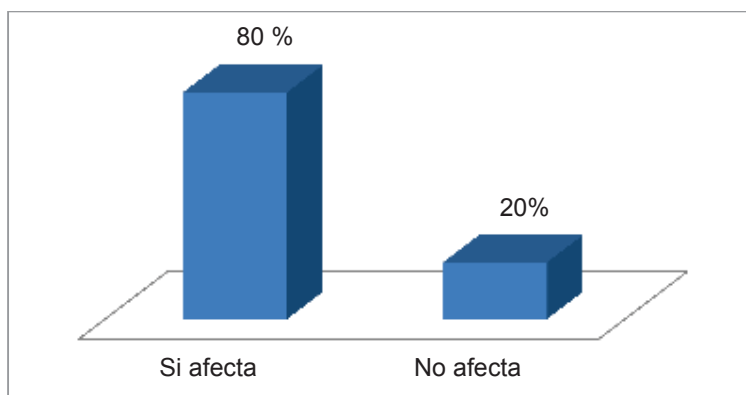
**GRÁFICO 4.12 CONOCIMIENTO DE QUE EL MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS EN SU BARRIO PUEDE PROVOCAR ENFERMEDADES**



Elaboración: Camila Asanza

El Gráfico 4.13 muestra que el 80 %, sabe sobre los efectos negativos que tiene el manejo inadecuado de residuos para el ambiente en el que habitan.

**GRÁFICO 4.13 CONOCIMIENTO DE QUE EL MAL MANEJO DE RESIDUOS AFECTA AL AMBIENTE**



Elaboración: Camila Asanza

En la encuesta realizada a los habitantes del barrio El Manantial se puede evidenciar que el 96% de la población está dispuesta a colaborar en el manejo de residuos, en la separación en fuente, en realizar compost en el patio y en campañas de reciclaje. Esto posiblemente puede deberse al hecho de que las comunidades marginales sienten las incomodidades de la falta de servicio y están dispuestas a ayudar para solucionar este problema, como es el caso de la

comuna de Quellón, un sector marginal de Chile, donde los resultados de un estudio revelan que el 99% de la comunidad tiene el deseo de cooperar en la gestión de sus residuos (Farfán, 2010).

El 76 % de la comunidad considera que el manejo inadecuado de los residuos en el barrio puede provocar enfermedades y el 80% cree que afecta al ambiente, por lo tanto se puede decir que las personas son conscientes de la amenaza que representa el actual manejo de residuos en su barrio.

El 64 % de la población de El Manantial y el 73.5 % de la comuna de Quellón, afirma separar los residuos en orgánicos e inorgánicos, valores elevados y cercanos entre sí. En ambos casos los habitantes manifiestan que es más sencillo disponer de los residuos separados (Farfán, 2010). Estos resultados confirman que podría ser adecuado el establecimiento de modelos de gestión separada en estos lugares.

#### 4.7 ALTERNATIVAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

En la Tabla 4.18 se presentan las alternativas de gestión de los residuos domiciliarios utilizadas alrededor del mundo, todas ellas se encuentran descritas en el Capítulo 2 del presente trabajo

**TABLA 4.18 OPCIONES DE GESTIÓN**

RESIDUOS ORGÁNICOS	RESIDUOS INORGÁNICOS
1. Compostaje industrial	1. Reciclaje
2. Compostaje comunitario	2. Relleno sanitario municipal
3. Compostaje individual	3. Relleno sanitario manual
4. Vermicompostaje industrial	
5. Vermicompostaje comunitario	
6. Vermicompostaje individual	
7. Agrocompostaje	
8. Digestión anaerobia	
9. Alimentación de animales	

Elaboración: Camila Asanza



Las áreas marginales carecen de servicio de recolección, por lo tanto lo óptimo sería tratar los residuos de manera descentralizada es decir en el área de generación (Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, 2013).

#### 4.7.1 FRACCIÓN ORGÁNICA

En la Tabla 4.19 se observa las alternativas de gestión de la fracción orgánica y su viabilidad para áreas marginales, analizadas en función de sus características físicas y las de sus residuos.

**TABLA 4.19 VIABILIDAD DE ALTERNATIVAS FRACCIÓN ORGÁNICA**

ALTERNATIVA DE GESTIÓN	VIABLE	NO VIABLE
Compostaje industrial		x
Compostaje comunitario		x
Compostaje individual	x	
Vermicompostaje industrial		x
Vermicompostaje comunitario		x
Vermicompostaje individual	x	
Agrocompostaje		x
Digestión anaerobia		x
Alimentación de animales	x	

El compostaje y el vermicompostaje industrial, al igual que la digestión anaerobia son métodos centralizados, es decir los residuos deberían ser trasladados a un lugar específico de tratamiento. Estas tecnologías son utilizadas por las autoridades en sitios con gran población como ciudades, suelen tener altos costos de operación y mantenimiento, es necesario un control operativo riguroso con personal calificado (Huerta, López, Soliva & Zaloña, 2008), por lo que se descartaría estas opciones.

El agrocompostaje es un modelo de tratamiento descentralizado en zonas rurales, practicado en los países de Austria y Holanda, ha brindado excelentes resultados en zonas rurales dedicadas a la agricultura, debido a que el compost que elaboran es de uso exclusivo para acondicionar sus propios cultivos (Plana, 2016). Los habitantes en áreas marginales poseen espacio para la realización de

sus propios cultivos, pero no están dedicados a la agricultura como actividad económica, por lo tanto esta opción no sería viable.

España es un referente en cuanto al compostaje y vermicompostaje comunitario, en sitios como Pamplona, Comarca del Berguedá, Álaba, Elburgo, Barcelona, Cataluña, Navarra, País Vasco, Andalucía han practicado esta forma de tratamiento con resultados exitosos, para lograr este objetivo es necesaria la participación activa de los ciudadanos y un espacio común en la comunidad (Compostaenred, 2012). Los barrios marginales no cuentan con espacios comunales, por lo que su realización no sería factible.

El vermicompostaje individual es una opción viable, pero debido a que es difícil la adquisición de las lombrices, necesitan grandes cuidados y representan un costo adicional (Santos & Urquiaga, 2013), se convierte en una alternativa inadecuada para barrios de bajos recursos.

El compostaje individual es una alternativa viable en áreas marginales ya que tienen espacio suficiente para realizar y utilizar este en sus patios y pequeños sembríos (CEPIS/OPS, 2000). La encuesta realizada a los habitantes de El Manantial muestra que al 92 % de la comunidad le beneficia el compost y que el 96 % estaría dispuesto a realizarlo en su patio (Gráfico 4.8 y 4.9), por lo que esta opción tiene grandes posibilidades de funcionar.

En Francia, Finlandia, Hungría, República Checa, Holanda y España, han implementado modelos de compostaje doméstico en zonas rurales y alejadas con resultados exitosos. Como por ejemplo en Austria se ha reducido de un 15 a 20 % la recogida municipal, puesto que el 80 % de las viviendas ejecutan el compostaje doméstico. De esta manera se evitan los costos del traslado de los residuos y se cierra el ciclo de la materia orgánica (INTI, 2012).

El uso de la materia orgánica para la alimentación de animales se lleva a cabo en todas partes del mundo, puesto que es una fuente importante de energía. Es una manera muy eficiente de eliminar los residuos orgánicos (CEPIS/OPS, 2000). En los barrios marginales existen pocas familias que tienen animales y pueden destinar los residuos de esta manera.

#### 4.7.2 FRACCIÓN INORGÁNICA

En la Tabla 4.20 se observa las alternativas de gestión de la fracción inorgánica y su viabilidad para áreas marginales, analizadas en función de sus características físicas y las de sus residuos.

**TABLA 4.20 VIABILIDAD DE ALTERNATIVAS FRACCIÓN INORGÁNICA**

ALTERNATIVA DE GESTIÓN	VIABLE	NO VIABLE
Reciclaje	x	
Relleno sanitario municipal	x	
Relleno sanitario manual		x

Elaboración: Camila Asanza

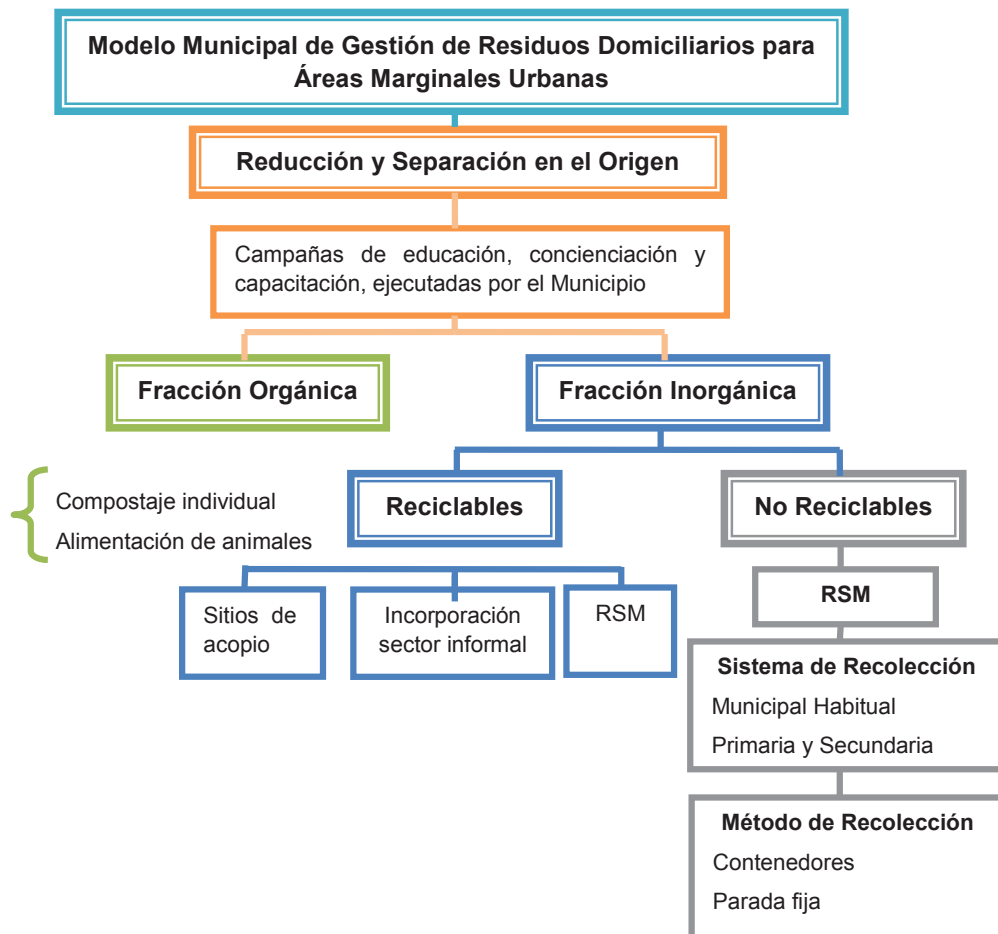
Es difícil el tratamiento o disposición de residuos inorgánicos en el lugar de generación con la excepción del relleno sanitario manual, sin embargo éste no es adecuado para barrios marginales por dos motivos: la cantidad reducida de habitantes no justifica su construcción y no poseen el espacio suficiente. La población futura del barrio será 200 habitantes, se recomienda estas obras para sitios de 5000 a 25000 habitantes con una producción diaria menor a 15 toneladas al día (OPS/CEPIS, 2002).

Es necesario sacar los residuos de la zona de generación, para ser reciclado o dispuesto en el relleno sanitario municipal (Muñoz, 2008). Estas son opciones ampliamente difundidas y viables para todo tipo de barrio o establecimiento (Carvajal, 2009). Por lo que se tendría que analizar la forma más conveniente de trasladar los residuos inorgánicos fuera del barrio.

## 4.8 MODELO MUNICIPAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS PARA ÁREAS MARGINALES URBANAS

El Municipio es la entidad encargada de proveer el servicio de recolección en el área de su jurisdicción, esta tarea se convierte en un verdadero desafío para espacios marginales, principalmente por dos circunstancias: se torna difícil el acceso a dichas zonas o las distancias para abastecer pocas viviendas son muy largas resultando improductivo para la empresa municipal de aseo (Muñoz, 2008). Analizando esta problemática se establece el modelo descrito en la Figura 4.1.

**FIGURA 4.1 MODELO MUNICIPAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS PROPUESTO**



Elaboración: Camila Asanza

Cada barrio presenta características topográficas particulares pero se analizan tres casos generales y abundantes según su localización:

- **En pendientes:** Ningún vehículo puede transitar por las pendientes, pero tienen vías comunes donde si hay la posibilidad, éstas están principalmente sin asfaltar y en mal estado, lugares no alejados.
- **Alejados de vías principales:** Las vías son estrechas, sin asfaltar y en mal estado.
- **Casas dispersas y alejadas:** Una vivienda se encuentra alejada de una manera considerable de la otra, suelen poseer calles principales transitables.

(Hernandez et al., 2014)

#### 4.8.1 REDUCCIÓN Y SEPARACIÓN EN EL ORIGEN

El tema de aceptación y participación social en proyectos de gestión de residuos es fundamental. En este contexto, se propone que el Municipio realice campañas de educación, concienciación y capacitación a estos barrios con los siguientes temas:

- Consecuencias del manejo inadecuado de residuos
- Beneficios del manejo adecuado de residuos
- Consumo responsable y reducción en el origen
- Reutilización de residuos domésticos
- Clasificación domiciliaria de la basura
- Modelo de gestión de residuos que se aplicará en el barrio

(Cardona, 2007)

#### 4.8.2 FRACCIÓN ORGÁNICA

Una ventaja es que una cantidad considerable de usuarios en estas áreas si suelen hacer la separación de sus residuos en orgánicos e inorgánicos, como se evidenció en la encuesta realizada al barrio, sin embargo tienen por costumbre tirar el material orgánico en el terreno sin ningún tipo de tratamiento.

Por esta razón se propone la elaboración de compost en una compostera casera que se colocará en el patio de cada vivienda, puesto que todas poseen espacio suficiente que puede ser usado para este fin. Las composteras deberían ser provistas por el Municipio, quien podrá diferir el costo en la tarifa mensual de recolección de residuos.

En los pocos hogares que usan los residuos orgánicos para alimentar a los animales de crianza como cerdos, se continuará trabajando de la misma forma.

De esta manera se evitará los costos del traslado de estos residuos y se cerrará el ciclo de la materia orgánica (INTI, 2012).

### 4.8.3 FRACCIÓN INORGÁNICA

#### 4.8.3.1 NO RECICLABLES

Los residuos no reciclables obligatoriamente deben salir del área de generación hacia un sitio de disposición final como es el relleno sanitario municipal (Muñoz, 2008).

La propuesta para el caso de los barrios localizados en:

- **Pendientes:** Recolección municipal habitual (World Bank, 2012).

#### **Método de recolección**

**Parada fija:** El vehículo recolector municipal pasará en paradas y horarios específicos por la vía principal que tenga acceso, el momento en que llegue a cada parada dará aviso con algún tipo de alarma, los habitantes llevarán sus residuos que serán transmitidos a los trabajadores quienes lo dispondrán en el camión.

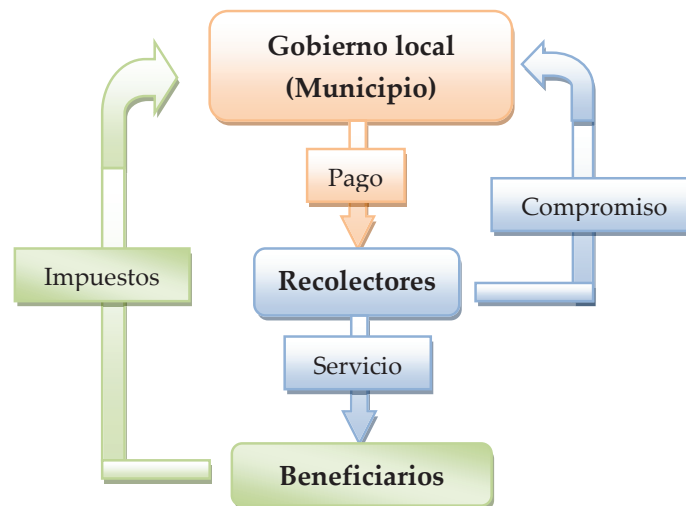
**Contenedores comunitarios:** Se colocará contenedores en determinados lugares donde los habitantes pondrán sus residuos, el vehículo recolector municipal recogerá los residuos del contenedor.

(World Bank, 2012)

- **Alejados de vías principales:** Recolección Primaria y Secundaria (Zurbrügg, Zabaleta & Schmidt, 2017).

El municipio se encargará de contratar el servicio de recolección primaria como detalla la Figura 4.2.

**FIGURA 4.2 RESPONSABILIDADES RECOLECCIÓN PRIMARIA**



Fuente: Pfammatter & Schertenleib, citado en Bertussi, 2010

Elaboración: Camila Asanza

### **Vehículos de recolección primaria**

Existe una variedad de vehículos, éstos serán elegidos según las distancias del sitio de recolección secundaria, es decir de la recolección municipal habitual, y dependiendo de las características de las vías que deban recorrer, como se describe en la Tabla 4.21

TABLA 4.21 VEHÍCULOS DE RECOLECCIÓN PRIMARIA

VEHÍCULO	DISTANCIA Y CARACTERÍSTICAS	IMAGEN
<b>Carretillas de mano</b>	<p style="text-align: center;"><b>1 km</b></p> No apto para vías muy montañosas y accidentadas	
<b>Triciclos</b>	<p style="text-align: center;"><b>2 a 3 km</b></p> Apto para vías estrechas, medianamente montañosas y accidentadas	
<b>De tracción animal</b>	<p style="text-align: center;"><b>Mayores a 3 km</b></p> Apto para vías no tan estrechas, medianamente montañosas y accidentadas, de preferencia lugares donde existan dichos animales.	

Fuente: Bertussi, 2010

Elaboración: Camila Asanza

En algunas ocasiones se usa camionetas pequeñas para este trabajo (UNEP, 2015).

**Método de recolección:** Parada fija con la diferencia que el vehículo encargado de la recolección en el barrio serán las carretillas de mano, los triciclos o de tracción animal.

Estos vehículos llevarán los residuos hasta un espacio determinado donde pueda pasar el vehículo municipal habitual transportándolos al relleno sanitario.

(Zurbrügg *et al.*, 2017)



- **Casas dispersas y alejadas:** Recolección municipal habitual (Arguello, 2006).

**Método de recolección:** Se sugiere colocar contenedores comunitarios cada cierta área, esto disminuye la distancia y los costos de transporte. El vehículo recolector municipal recogerá los residuos de los contenedores disponiéndolos en el relleno sanitario (Arguello, 2006).

#### 4.8.3.2 RECICLABLES

1. **Ubicación de sitios de acopio:** Los habitantes se dirigirán a dejar sus residuos reciclables en recipientes ubicados en sitios estratégicos del barrio, no tan lejanos de sus moradas para garantizar su cooperación (Muñoz, 2008).

Estos residuos pueden ser recolectados y vendidos a gestores autorizados con el objetivo de recaudar fondos para el barrio. Se los sacará del área de generación con vehículos simples capaces de transitar por las vías como por ejemplo camionetas (UNEP, 2015).

2. **La incorporación del sector informal:** La empresa Municipal se encargará de organizar y asignar a un grupo de minadores a cada barrio marginal, quienes recolectarán los materiales reciclables de casa en casa o de los sitios de acopio. De esta forma se precautela la salud de dichos trabajadores evitando que acudan a rellenos sanitarios o a botaderos de basura (Zurbrügg *et al.*, 2017).
3. **Relleno Sanitario Municipal:** En el caso de que no exista interés por ninguna de las medidas planteadas anteriormente, los residuos serán destinados en conjunto con los residuos no reciclables (Muñoz, 2008).

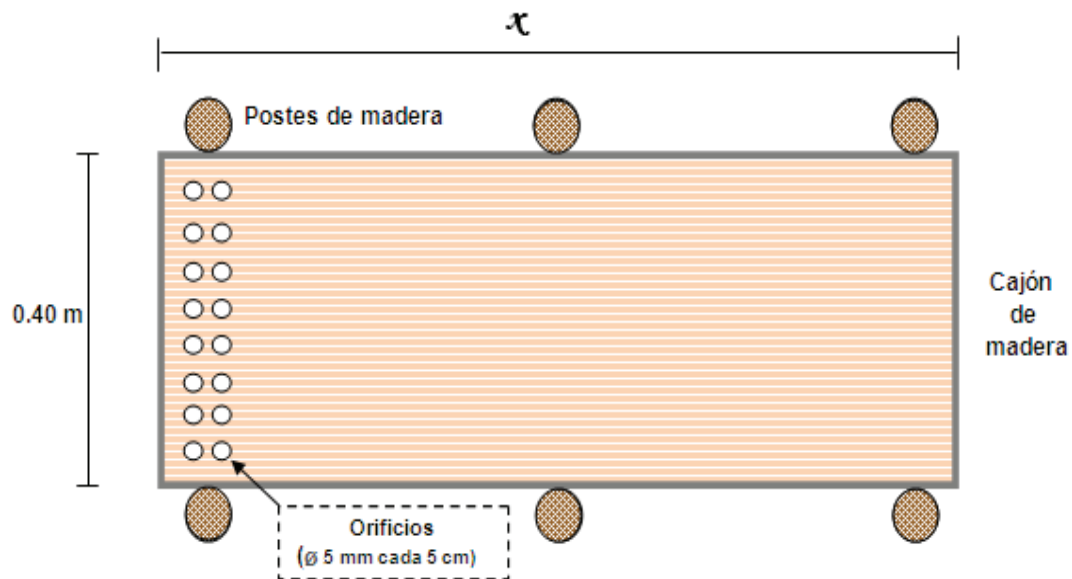
#### 4.8.4 APLICACIÓN DEL MODELO MUNICIPAL PROPUESTO EN EL CASO DE ESTUDIO BARRIO “EL MANANTIAL”

##### 4.8.4.1 Fracción orgánica

##### 4.8.4.1.1 Compostaje individual

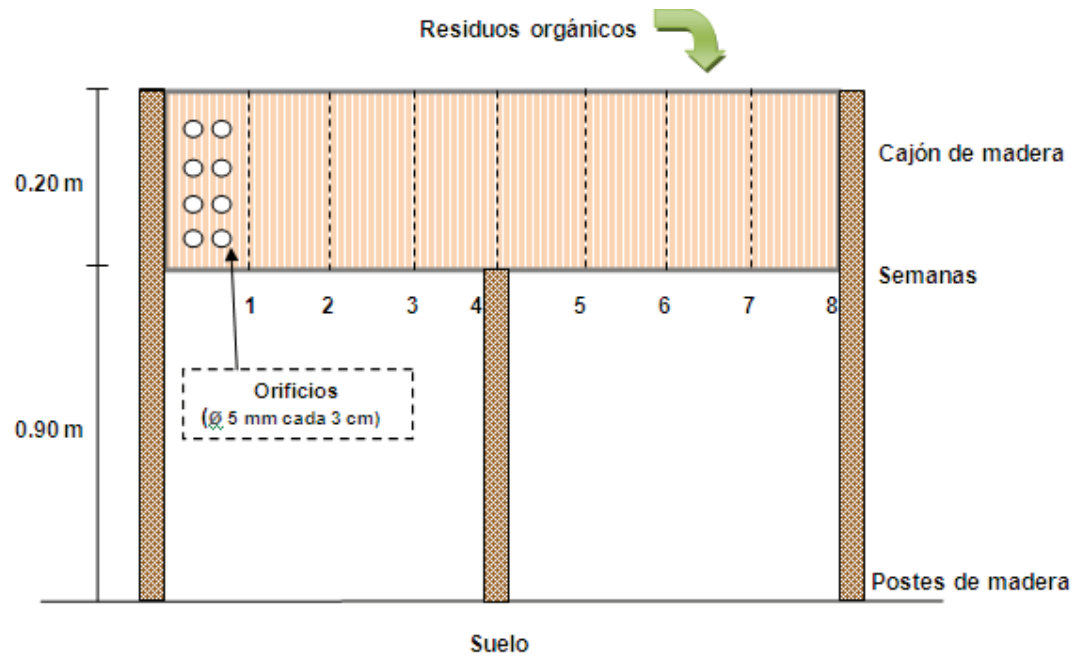
La siguiente compostera es propuesta por Muñoz (2008) para un tiempo de retención de ocho semanas. Se recomienda un ancho de 0.40 m y una altura de 0.20 m, el largo depende de la cantidad de residuos orgánicos que se tratará. En las Figuras 4.3, 4.4 y 4.5 se evidencia las vistas superior, frontal y lateral de la compostera.

**FIGURA 4.3 COMPOSTERA VISTA SUPERIOR**



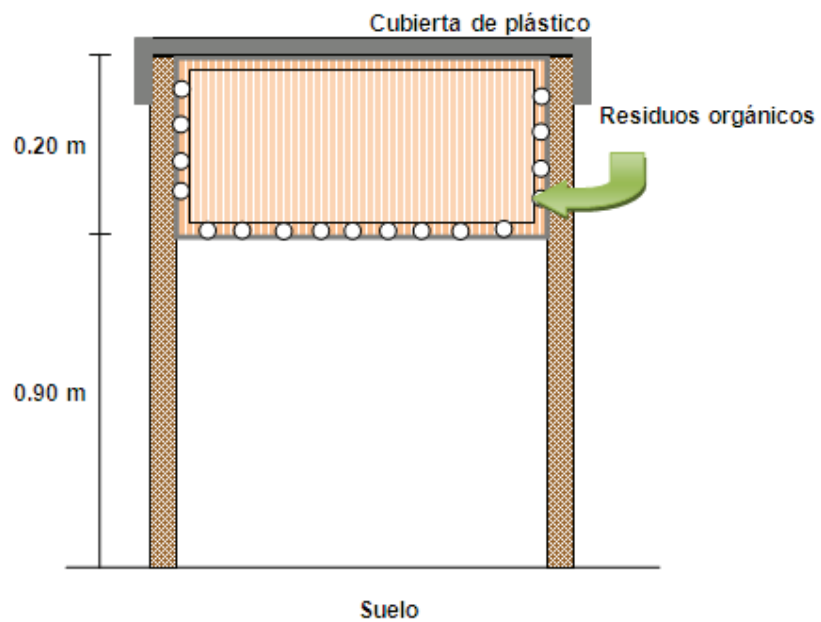
Elaboración: Camila Asanza

**FIGURA 4.4 COMPOSTERA VISTA FRONTAL**



Elaboración: Camila Asanza

**FIGURA 4.5 COMPOSTERA VISTA LATERAL**



Elaboración: Camila Asanza

Se calculó el largo de la compostera para viviendas de hasta 3, 5 y 7 habitantes, de la siguiente manera:

La tasa per cápita de residuos orgánicos del barrio es 0.285 kg/hab/día, el peso específico 261.57 kg/m<sup>3</sup> y el tiempo de retención de la compostera es de 8 semanas.

### Viviendas hasta 3 habitantes

1. Volumen semanal de residuos orgánicos.

$$V_s = \frac{0.285 \frac{\text{kg}}{\text{hab} \cdot \text{día}}}{261.57 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \times \frac{7 \text{ días}}{1 \text{ semana}} \times 3 \text{ hab} = 0.0229 \frac{\text{m}^3}{\text{semana}}$$

2. Volumen inicial de residuos que se colocará en la compostera.

$$V_o = 0.0229 \frac{\text{m}^3}{\text{semana}} \times 8 \text{ semanas} = 0.1832 \text{ m}^3$$

3. Volumen final de residuos, una vez compostados.

$$V_f = \frac{1}{3} V_o = \frac{1}{3} (0.1832) = 0.0610 \text{ m}^3$$

4. Volumen de la compostera

$$V_c = \frac{V_f + V_o}{2} = \frac{0.0610 + 0.1832}{2} = 0.1221 \text{ m}^3$$

5. Largo de la compostera

$$x = \frac{0.1221}{0.4 \times 0.2} = 1.5263 \approx 1.53 \text{ m}$$

De la misma manera se determinó el largo de las composteras para las viviendas de hasta 5 y 7 habitantes, los resultados se presentan en la Tabla 4.22.

**TABLA 4.22 LARGO DE LAS COMPOSTERAS DE HASTA 5 Y 7 HABITANTES**

HABITANTES	LARGO DE LA COMPOSTERA x (m)
5	2.55
7	3.56

Elaboración: Camila Asanza

#### **4.8.4.1.1.1 Operación**

- Disminuir el tamaño de los residuos orgánicos ( $\leq 10$  mm)
- Colocar una capa de tierra y de hojas secas para favorecer la incorporación de microorganismos y el control de la humedad.
- Ubicar los residuos en lotes semanales sucesivamente más cuatro puñados de cal.
- En el transcurso de las seis semanas verificar los lotes una vez a la semana, dejar en reposo las dos últimas semanas.
- Al finalizar la octava semana se podrá retirar el compost del primer lote y así sucesivamente dejando los espacios para los residuos de las siguientes semanas.
- Si se desea obtener un compost más fino es necesario tamizar.

Con el objetivo de mantener una humedad adecuada, todas las semanas se debe verificar de la siguiente manera:

- Recoger y presionar una muestra con la mano.
- Si ésta chorrea adicionar material orgánico seco como por ejemplo; hierba seca, si ésta se desarma al abrir el puño adicionar agua.
- Si mantiene la forma quiere decir que la humedad es adecuada.

(Muñoz, 2008)

#### **4.8.4.1.1.2 Posibles problemas y soluciones**

En el proceso de compostaje doméstico pueden generarse diversos inconvenientes, en la Tabla 4.23 se presentan las posibles causas y soluciones.

**TABLA 4.23 POSIBLES PROBLEMAS Y SOLUCIONES EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE DOMÉSTICO**

EFEECTO OBSERVADO	CAUSAS	SOLUCIÓN
El material presenta bajas temperaturas	Escaso material	Aumentar material
	Baja humedad	Adicionar agua en los volteos
	Carece de aireación	Voltear
	Deficiencia de nitrógeno	Colocar materiales como césped
	Abundancia de lluvias	Voltear y adicionar material seco (poda o serrín)
Olor a descompuesto	Exceso de humedad (carencia O <sub>2</sub> )	Voltear y adicionar material seco
	Compactación	Voltear y adicionar material seco
Olor a amoníaco	Relacionado con condiciones anaerobias por exceso de humedad o nitrógeno	Mezclar con material seco
Altas temperaturas	Falta ventilación	Voltear
Capa blanca encima del material	Hongos	Se presentan por la actividad de los microorganismos, no es un problema
<b>Plagas</b>		
Moscas	Exceso de humedad	Mezclar muy bien con material seco
	Sobrante de frutas causa la aparición de moscas de pequeño tamaño	Favorecen la descomposición
Gusanos gruesos y de color blanco	Larvas de mosca, aparecen por el exceso de humedad.	Mezclar muy bien con material seco
Otros insectos	Efectos del clima	Son descomponedores, no es un problema

Fuente: Alcolea & González, 2010

Elaboración: Camila Asanza

#### 4.8.4.2 Fracción inorgánica

##### 4.8.4.2.1 No reciclables

El Manantial se caracteriza por estar alejado de las vías principales, tiene calles estrechas, poco montañosas y accidentadas, se encuentra a 1.9 km de distancia de la vía donde transita el vehículo recolector. Lo ideal para estos casos es la recolección primaria con un triciclo dirigido por una persona (Bertussi, 2010), como se muestra en la Figura 4.6. Cabe recalcar que es un vehículo que no requiere el uso de combustible, y por tanto no emite contaminantes al ambiente. En la Tabla 4.24 se observa las especificaciones del triciclo.

**FIGURA 4.6 TRICICLO DE CARGA**



Fuente: TREJO, 2014

**TABLA 4.24 ESPECIFICACIONES DEL TRICICLO DE CARGA**

PARÁMETROS	MEDIDAS
Largo	0.93 m
Ancho	0.80 m
Alto	0.64 m
Capacidad	0.48 m <sup>3</sup>
Factor de seguridad	10%
Capacidad para residuos	0.43 m <sup>3</sup>

Fuente: TREJO, 2014

Elaboración: Camila Asanza

#### 4.8.4.2.1.1 Frecuencia de recolección

La tasa per cápita de residuos no reciclables del barrio es 0.014 kg/hab/día y el peso específico 49.5 kg/m<sup>3</sup>. La frecuencia de recolección depende directamente de la capacidad que tiene el triciclo para transportar los residuos, en este caso 0.43 m<sup>3</sup>, de la siguiente manera:

1. Volumen diario de residuos no reciclables.

$$Vd = \frac{0.014 \frac{\text{kg}}{\text{hab} \cdot \text{día}} * 200 \text{ hab}}{49.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0.057 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

2. Frecuencia máxima de recolección.

$$FMR = \frac{0.43 \text{ m}^3}{0.057 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 7.5 \approx \text{Cada 7 días}$$

Como la capacidad del triciclo es de 0.43 m<sup>3</sup> y el volumen de producción semanal es 0.40 m<sup>3</sup>, el periodo adecuado de recolección es una vez cada semana. El día de recolección sería el sábado puesto que el vehículo municipal circula por la vía principal del sector.

#### 4.8.4.2.1.2 Método de recolección

El método de parada fija evita gastos en la compra de contenedores y aliviana el trabajo del conductor del triciclo, no obstante requiere de una mayor participación por parte de los usuarios (Arguello, 2006). En este caso no existirían inconvenientes ya que se tendría que sacar los residuos solo una vez a la semana.

Se ha definido tres puntos de parada del triciclo, ubicados en la vía principal del barrio, como se indica en la Figura 4.7, la mayoría de las vías secundarias se encuentran en pendientes y en mal estado, por lo que el vehículo primario solo podrá transitar por dicha calle (Bertussi, 2010). Las tres paradas están localizadas



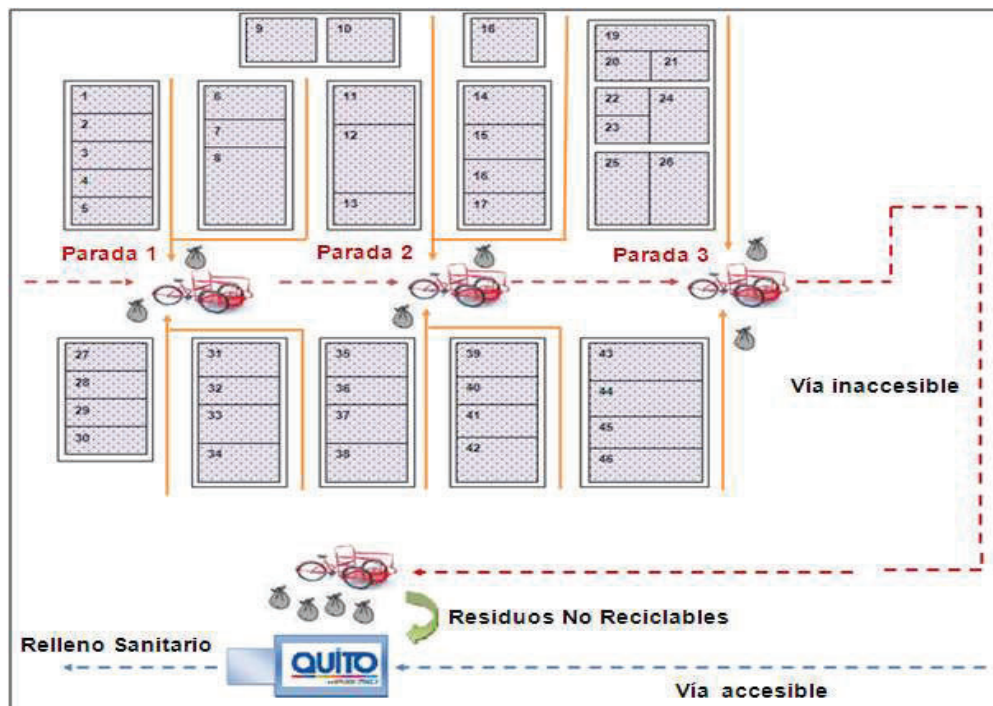
en puntos estratégicos, de esta forma los habitantes no tendrán que recorrer largas distancias.

#### 4.8.4.2.1.3 Operación

- En la llegada del triciclo se sonará una alarma que alertará a los usuarios.
- En cada parada se sonará la alarma.
- Los usuarios se dirigirán al vehículo de recolección primaria y realizarán una fila ordenada.
- Con la ayuda del conductor se acomodarán los residuos en el triciclo.
- El triciclo se transportará 1.9 km hasta el punto de encuentro con el vehículo municipal, deberán establecer una hora exacta.
- Los residuos serán trasladados del triciclo al vehículo municipal que se dirigirá al relleno sanitario.

La sincronización de la hora en el momento del traslado de residuos es fundamental para el éxito de este mecanismo (Zurbrügg *et al.*, 2017).

**FIGURA 4.7 ESQUEMA MANEJO RESIDUOS NO RECICLABLES**



Elaboración: Camila Asanza

Si en el sector no existe recolección en las vías principales accesibles, lo óptimo sería colocar un contenedor en el punto de encuentro de tal manera que se programe que el triciclo lleve los residuos cada semana, los coloque en el contenedor y que el vehículo municipal pueda pasar cada dos semanas, de este modo se puede evitar las dificultades en cuadrar los tiempos de recolección y se logra disminuir los costos de transporte (Zurbrügg *et al.*, 2017).

#### 4.8.4.2.2 Reciclables

**Sitios de acopio:** Se pueden emplear como almacenamiento los contenedores municipales de residuos reciclables, ilustrados en la Figura 4.8, que recientemente se están incorporando en espacios del Distrito Metropolitano de Quito.

**FIGURA 4.8 CONTENEDOR RESIDUOS RECICLABLES DMQ**



Fuente: EMASEO, 2017

#### Número y ubicación de contenedores

La tasa per cápita de residuos reciclables del barrio es 0.081 kg/hab/día, el peso específico 147.29 kg/m<sup>3</sup> y capacidad para residuos del contenedor es 0.660 m<sup>3</sup>. El número de contenedores depende directamente de la densidad poblacional.

$$\text{Densidad poblacional (Dp)} = \frac{200 \text{ hab}}{1.4 \text{ ha}} = 143 \frac{\text{hab}}{\text{ha}}$$

Para una frecuencia semanal:

1. Producción por área.

$$PA = 0.081 \frac{\text{kg}}{\text{hab} \cdot \text{día}} \times 143 \frac{\text{hab}}{\text{ha}} \times 7 \frac{\text{días}}{\text{semana}} = 81.081 \frac{\text{kg}}{\text{hab} \cdot \text{semana}}$$

2. Peso de residuos en el contenedor.

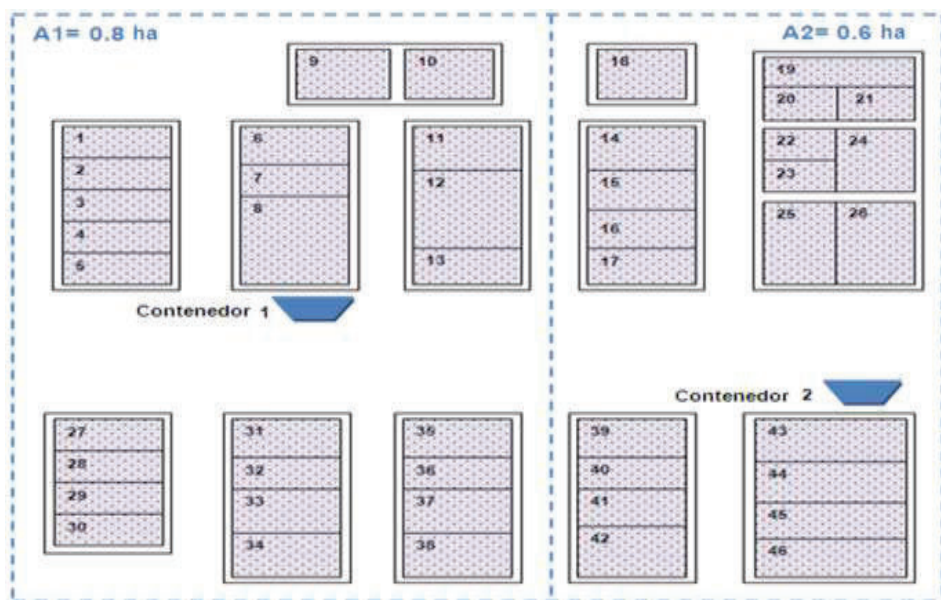
$$PRC = 0.660 \text{ m}^3 \times 147.29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 97.21 \text{ kg}$$

3. Número de contenedores por área.

$$\frac{\# \text{ Contenedores}}{\text{área}} = \frac{81.081}{97.21} = 0.834 = 1 \text{ contenedor por hectárea}$$

El barrio tiene una extensión de 1.4 hectáreas, en consecuencia se necesitaría dos contenedores para el barrio. Éstos se ubicarían junto a las dos tiendas de abastos, puesto que con frecuencia los vecinos acuden a estos sitios, favoreciendo así el depósito de los residuos reciclables, como se muestra en la Figura 4.9.

**FIGURA 4.9 ESQUEMA UBICACIÓN DE CONTENEDORES**



Elaboración: Camila Asanza

Los residuos reciclables se pueden disponer de dos distintas formas:

- Por la comunidad: Vaciando los contenedores en una camioneta, vehículo que sí puede ingresar hasta el barrio, y vendiendo los residuos a un gestor autorizado, el más cercano a la zona de estudio es “Mac reciclaje”. Algunos de los gestores ofrecen el servicio de recolección de residuos inorgánicos en el sitio de generación (MAE, 2016).
- Por el municipio: Integrando al sector informal, que tendría que acercarse a descargar manualmente los residuos de los contenedores.

**La incorporación del sector informal:** El horario y frecuencia de recolección casa a casa dependerá de los trabajadores y de la capacidad de residuos que puedan llevarse. En el caso de la descarga de los contenedores tendrá que realizarse como mínimo una vez a la semana.

Si se desea una frecuencia de recolección de una vez cada dos semanas, se necesitaría un contenedor más.

**Relleno Sanitario:** Se dispondrán como los residuos no reciclables.

En la Tabla 4.25 se detalla el peso y volumen de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables que se generarían en el barrio en una semana.

**TABLA 4.25 DATOS SEMANALES DE RESIDUOS INORGÁNICOS**

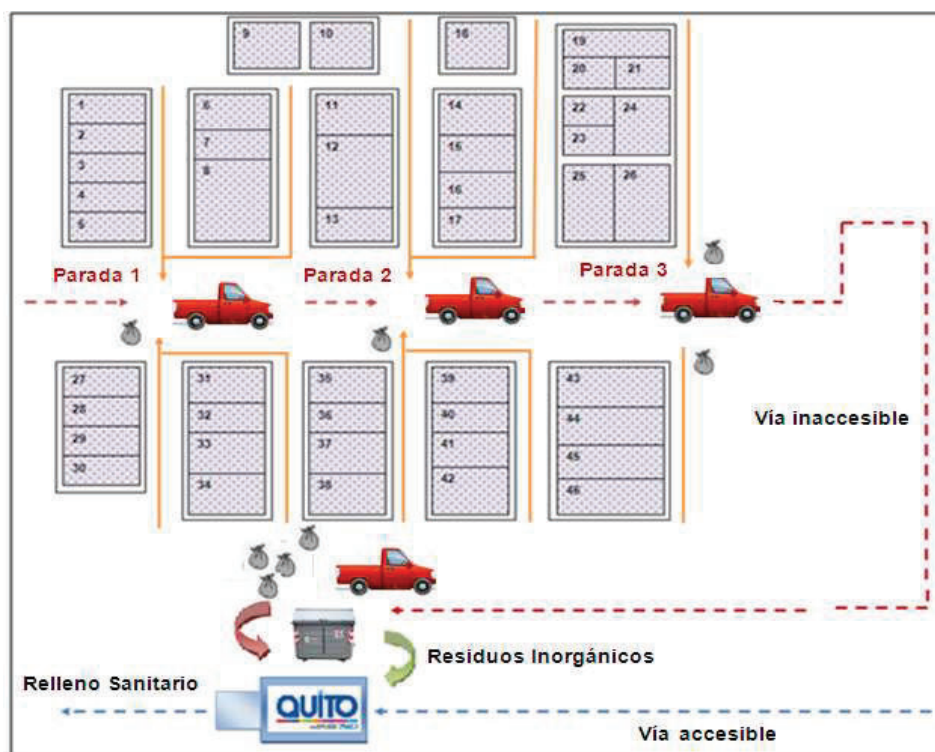
RESIDUOS	kg/día	kg/semana	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /semana
Reciclables	16.20	113.40	0.110	0.77
No reciclables	2.80	19.60	0.057	0.40
Total	<b>19.00</b>	<b>133.00</b>	<b>0.17</b>	<b>1.17</b>

Elaboración: Camila Asanza

La producción semanal de residuos inorgánicos sería 1.17 m<sup>3</sup>, el triciclo propuesto anteriormente no podría llevar tal cantidad. Se podría usar para este fin una camioneta común de 1.80 m<sup>3</sup> de capacidad, que maneje el mismo sistema de los residuos no reciclables.

Si en el sector no existe recolección en las vías principales accesibles, lo óptimo sería colocar un contenedor en el punto de encuentro, como se muestra en la Figura 4.10. Existen contenedores de 2.4 y 3.2 m<sup>3</sup> en el DMQ, en una semana el barrio produce 1.17 m<sup>3</sup> de modo que con el uso del contenedor de 2.4 m<sup>3</sup> bastaría. El trabajador de la camioneta con su equipo de protección colocaría los residuos en el contenedor una vez a la semana y el camión recolector podría pasar una vez cada dos semanas.

**FIGURA 4.10 ESQUEMA MANEJO RESIDUOS INORGÁNICOS**

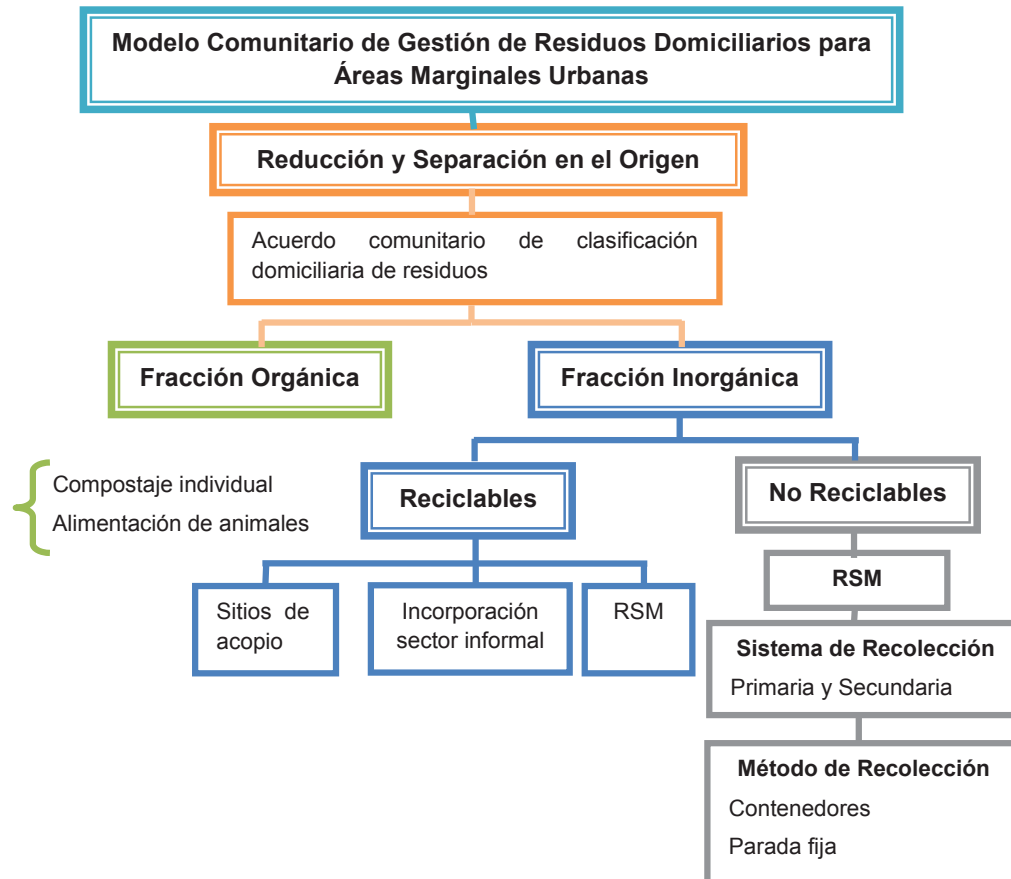


Elaboración: Camila Asanza

#### 4.9 MODELO COMUNITARIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS PARA ÁREAS MARGINALES URBANAS

En el caso de que las autoridades municipales no cuenten con la capacidad operativa para atender a la población de menores ingresos o tarden en instaurar el servicio, se propone un modelo de gestión administrado por la comunidad generadora de residuos (Bertussi, 2010), descrito en la Figura 4.11.

**FIGURA 4.11 MODELO COMUNITARIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS PROPUESTO**



Elaboración: Camila Asanza

Los integrantes del barrio deberán acordar la clasificación domiciliaria de los residuos y el tratamiento individual de la fracción orgánica, es decir, compostaje doméstico y alimentación de animales. En cuanto a la fracción de reciclables se mantiene la ubicación de sitios de acopio, la incorporación del sector informal pero contactado por la comunidad y el relleno sanitario municipal.

Para residuos no reciclables se propone el sistema recolección primaria y secundaria en todos los casos, ya que no existe otra manera sino transportar los residuos hasta un punto donde se brinda el servicio de recogida, se puede utilizar el método de parada fija o contenedores, los vehículos serán contratados por la población, como se muestra en la Figura 4.12.

**FIGURA 4.12 RESPONSABILIDAD COMUNITARIA RECOLECCIÓN PRIMARIA**



Fuente: Pfammatter & Schertenleib, citado en Bertussi, 2010

Elaboración: Camila Asanza

#### **4.9.1 APLICACIÓN DEL MODELO COMUNITARIO PROPUESTO EN EL CASO DE ESTUDIO BARRIO “EL MANANTIAL”**

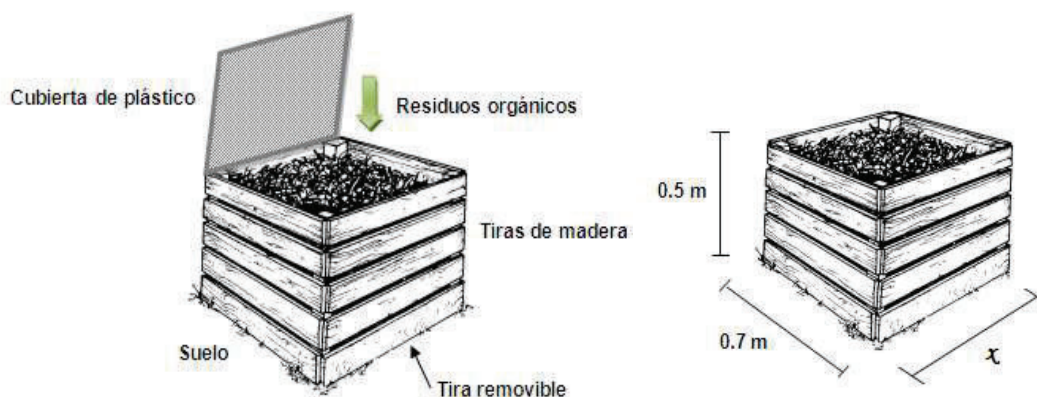
##### **4.9.1.1 Fracción orgánica**

###### **4.9.1.1.1 Compostaje individual**

Se recomienda que cada habitante construya su propia compostera, los materiales para su construcción son muy fáciles de adquirir y muy económicos como tiras de madera y clavos.

La siguiente compostera, ilustrada en la Figura 4.13, es propuesta por el INTI (2013) para un tiempo de retención de cuatro meses. Se recomienda con un ancho de 0.70 m y altura de 0.5 m, el largo depende de la cantidad de residuos orgánicos que se tratará.

**FIGURA 4.13 COMPOSTERA DOMÉSTICA INTI**



Fuente: INTI, 2013  
Elaboración: Camila Asanza

Se calculó el largo de la compostera para viviendas de hasta 3, 5 y 7 habitantes, de la misma manera que la primera compostera, los resultados se presentan en la Tabla 4.26.

**TABLA 4.26 LARGO DE LAS COMPOSTERAS DE HASTA 3, 5 Y 7 HABITANTES**

HABITANTES	LARGO DE LA COMPOSTERA x (m)
3	0.7
5	1.17
7	1.63

Elaboración: Camila Asanza

#### *4.9.1.1.1 Operación*

- Colocar una delgada capa de material marrón en la compostera como por ejemplo, hojas secas, ramas de árboles, esto ayudara a dar aireación y absorber el exceso de agua de los restos orgánicos.
- Disminuir el tamaño de los residuos orgánicos ( $\leq 10$  mm).



- Introducir los residuos orgánicos conforme se vayan generando, tierra y pequeñas porciones de material marrón cada cierta capa de residuos, si se desea apresurar el proceso.
- Voltear el material dos veces al mes.
- Verificar la humedad de la misma manera que en la primera compostera.
- Al finalizar los cuatro meses se podrá retirar el compost de la parte inferior, removiendo la tira de madera del final de la compostera.
- Si se desea obtener un compost más fino es necesario tamizar.

#### **4.9.1.2 Fracción inorgánica**

##### ***4.9.1.2.1 No reciclables***

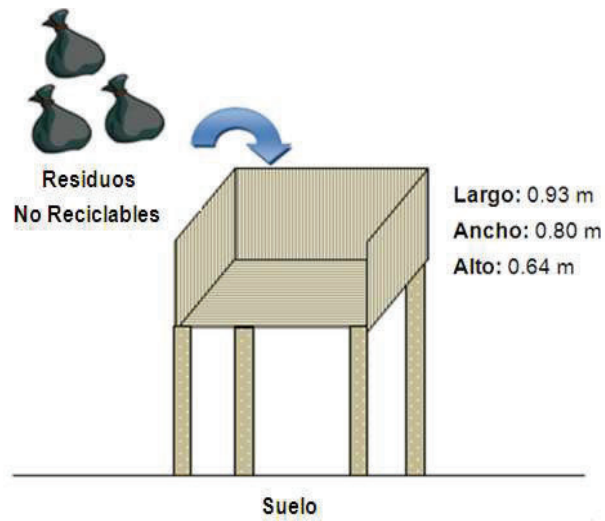
Se procederá de la misma manera, con el triciclo, las mismas paradas y ruta, la diferencia radica en que la comunidad lo contratará directamente.

El sector mantiene un sistema de recolección no mecanizada en la vía principal, es decir los trabajadores recogen los residuos de las veredas manualmente. A causa de que no se cuenta con el apoyo municipal se imposibilita la sincronización de los horarios de la recolección primaria a la secundaria.

Es imposible conocer la hora exacta a la cual pasará el camión recolector y si se ubican las fundas con residuos acumuladas en la calle principal con mucho tiempo de anticipación puede atraer animales indeseables como roedores o perros callejeros que abren las fundas y riegan los residuos ocasionando un nuevo inconveniente (Bertussi, 2010).

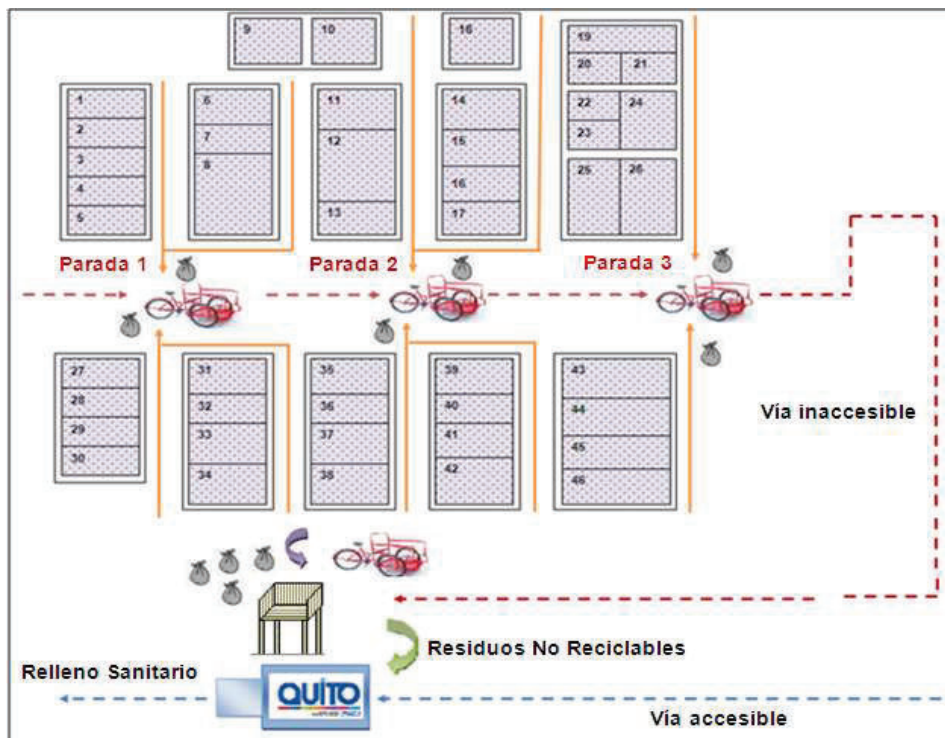
Se propone la construcción de una cesta a la altura de 1.40 m para evitar dichos problemas (Gobierno de Santa Fe, 2016), como se muestra en la Figura 4.14. La persona contratada dejará los residuos en la estructura y cuando el camión recolector circule procederá a llevarse los residuos, como se ilustra en Figura 4.15. Ésta puede ser elaborada con materiales económicos de madera o malla y deberá tener una cubierta para las lluvias.

**FIGURA 4.14 ESTRUCTURA PARA DEPÓSITO DE RESIDUOS**



Elaboración: Camila Asanza

**FIGURA 4.15 ESQUEMA MANEJO COMUNITARIO DE RESIDUOS NO RECICLABLES**



Elaboración: Camila Asanza

#### 4.9.1.2.2 Reciclables

**Sitios de acopio:** Los recipientes de almacenamiento pueden ser contruidos por los habitantes con materiales fáciles de adquirir y económicos como por ejemplo con mallas de alambre, como se muestra en la Figura 4.16, podrían ser de la misma capacidad de los contenedores municipales. Deberán tener agarraderas para favorecer el traspaso del recipiente al vehículo que vaya a transportar los residuos. Las dimensiones se muestran en la Tabla 4.27.

**FIGURA 4.16 CONTENEDORES DE MALLA**



Fuente: MECALUX, 2017

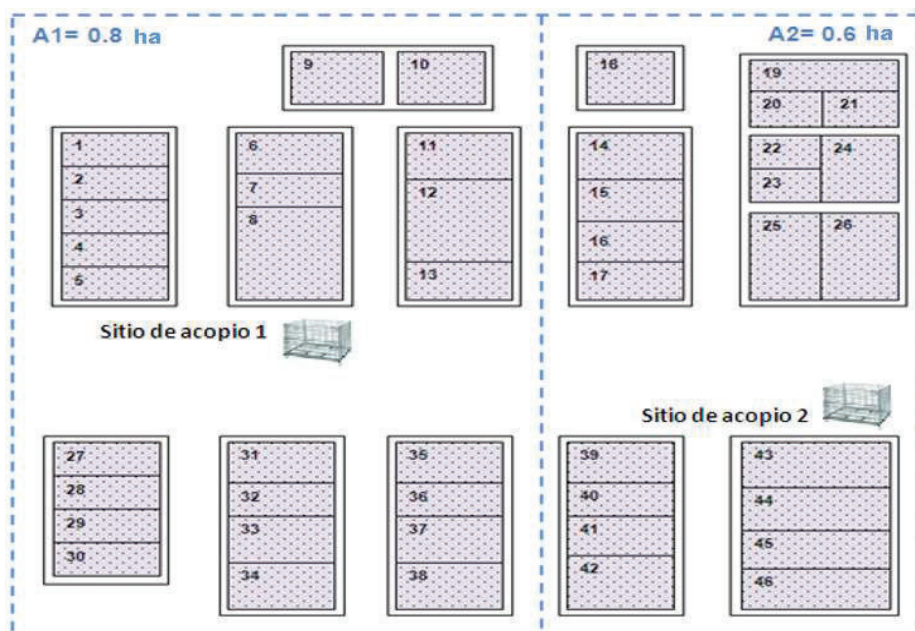
**TABLA 4.27 DIMENSIONES CONTENEDORES DE MALLA**

PARÁMETROS	MEDIDAS
Largo	1.1 m
Ancho	0.96 m
Alto	0.7 m
Capacidad	0.74 m <sup>3</sup>
Factor de seguridad	10%
Capacidad para residuos	665 litros

Elaboración: Camila Asanza

Los sitios de acopio se ubicarían en las tiendas de abasto, como se muestra en la Figura 4.17. Se puede adicionar una cubierta de plástico a los contenedores, aunque el hecho de que estén colocados en las afueras de los negocios garantiza su protección de las lluvias, preservando los materiales.

**FIGURA 4.17 ESQUEMA UBICACIÓN DE CONTENEDORES COMUNITARIOS**



Elaboración: Camila Asanza

Los residuos reciclables se pueden disponer de dos distintas formas:

- Vaciando los contenedores en una camioneta y vendiendo los residuos a “Mac reciclaje”.

Como se observa en la Tabla 4.28, la venta de los residuos reciclables del barrio produciría actualmente una ganancia anual de 663 dólares y en el futuro una ganancia de 1229 dólares, este dinero puede pasar a formar parte de fondos comunes del barrio.

**TABLA 4.28 GANANCIA POR LA VENTA DE RESIDUOS RECICLABLES**

RESIDUOS	TPC (g/hab*día)	PRECIO (\$/kg)	GANANCIA ACTUAL (\$/año)	GANANCIA FUTURA (\$/año)
Latas	3.05	0.09	10.82	20.04
Vidrio	2.74	0.08	8.64	16.00
Plástico	37.65	0.27	400.72	742.08
Papel	27.92	0.18	198.11	366.87
Cartón	9.64	0.12	45.60	84.45
<b>Total</b>			<b>663.89</b>	<b>1229.44</b>

Fuente: Mac reciclaje, 2017

Elaboración: Camila Asanza

- Integrando a los recicladores informales contactados por la comunidad, que tendrían que acercarse a descargar manualmente los residuos de los contenedores.

**La incorporación del sector informal y Relleno sanitario municipal:** Muy cercano al barrio suelen estar una familia de 4 minadores, se conversó acerca del tema y manifestaron que podrían retirar los materiales diariamente casa por casa, con excepción del vidrio. En este sentido el vidrio se deberá disponer como residuo no reciclable. La producción diaria de residuos reciclables que recogerían los trabajadores informales es 15.65 kg, como se explica en la Tabla 4. 29.

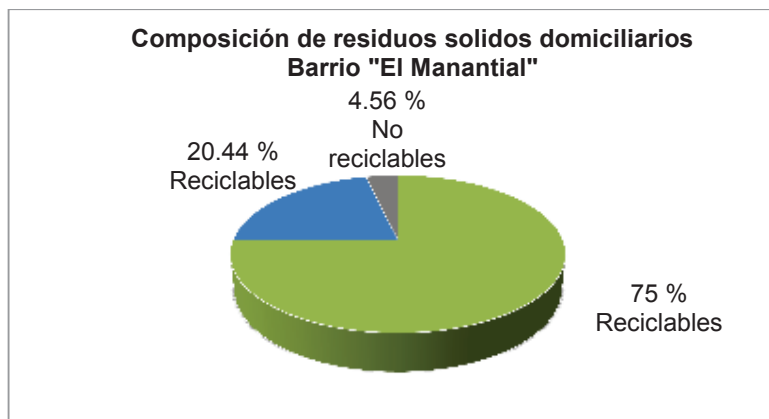
**TABLA 4.29 PRODUCCIÓN DIARIA DE RESIDUOS RECICLABLES**

RESIDUOS	PRODUCCIÓN DIARIA (kg/día)
Latas	0.61
Plástico	7.53
Papel	5.58
Cartón	1.93
<b>Total</b>	<b>15.65</b>

Elaboración: Camila Asanza.

En el Grafico 4.14 se presenta la nueva composición de los residuos sólidos domiciliarios del barrio.

**GRÁFICO 4.14 NUEVA COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**



Elaboración: Camila Asanza

El nuevo volumen semanal de residuos no reciclables sería  $0.425 \text{ m}^3$ , cantidad que puede ser trasladada una vez a la semana en el triciclo propuesto anteriormente.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- Los barrios marginales son poblaciones pequeñas que suelen ser agrupadas por sectores en los censos nacionales, debido a lo cual no cuentan con información individual. Para conocer las particularidades de la comunidad se ejecutó una visita a la zona de estudio en la que se pudo recolectar datos relevantes que ayudaron a la toma de decisiones del proyecto.
- La reunión informativa y capacitación aseguraron el éxito en la recolección de residuos ya que se pudo aclarar algunas dudas de los habitantes en cuanto a la clasificación. Casi la totalidad de la comunidad separó sus residuos correctamente, con algunas pequeñas excepciones.
- El 75 % de los residuos en El Manantial corresponde a materia orgánica biodegradable, valor común en zonas de bajos recursos. Ventajosamente con el compostaje individual se lograría tratar la gran mayoría de los residuos y el problema de contaminación se solucionaría casi en su totalidad.
- La investigación bibliográfica permitió analizar las posibles alternativas de gestión que sirvieron como guía para plantear el modelo con opciones que contribuyen a solucionar el problema de contaminación en estos barrios. Este modelo motiva a la minimización y reutilización en fuente, a la separación en fuente y al aprovechamiento individual de los residuos, promoviendo la gestión integral de los mismos.

- El sistema de recolección primaria y secundaria es una tecnología sencilla poco difundida capaz de solucionar los problemas de contaminación por residuos en sitios de difícil acceso. La clasificación de los residuos y su aprovechamiento contribuye a minorar las cargas que los vehículos de recolección primaria deben llevar, reduciendo la frecuencia de recolección.
- Cada barrio presenta características topográficas diferentes que deberán ser analizadas para establecer la mejor forma de gestión de los residuos, se establece un modelo general que podrá ser acoplado según la particularidad del sector donde se desee aplicar.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- La población de zonas marginales está consciente de que el actual manejo sus residuos representa un riesgo tanto para su salud como para el ambiente por lo que tiene un gran interés en solucionarlos, esta oportunidad no puede ser desaprovechada por las autoridades que debería impulsar jornadas y campañas de educación ambiental y sensibilización.
- Con el paso de los años estos barrios marginales tienden a urbanizarse, lo que permitiría el acceso de los vehículos recolectores, si conviene se podría prescindir del sistema de recolección primaria y manejar el modelo de residuos separados con contenedores de residuos no reciclables dentro del barrio, en el caso de los sitios alejados.
- El Municipio debería aprovechar la separación en fuente que se da en estos lugares, para implantar sistemas de recogida selectiva una vez urbanizados, con contenedores para la fracción orgánica que podrían dirigirse hacia los sitios de aprovechamiento localizados en las ciudades.
- El compostaje comunitario puede ser una opción viable cuando estos barrios sean provistos de áreas comunes, por lo que se recomienda un estudio de viabilidad de esta alternativa.



- Una vez puestos en acción los modelos en barrios marginales se sugiere asignar responsabilidades a una comitiva del barrio que se encargue de supervisar el correcto funcionamiento del manejo de residuos, así se podrá asegurar el éxito, asimismo su calidad debería ser evaluada cada cierto tiempo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. (2013). *Guía de recogida selectiva y tratamiento la fracción orgánica de los residuos urbanos*. Madrid, España. Recuperado de <http://normativa.infocentre.es/sites/normativa.infocentre.es/files/sectores/Gu%C3%ADa%20para%20la%20implantaci%C3%B3n%20de%20la%20recogida%20separada%20y%20tratamiento%20de%20%20fracci%C3%B3n%20org%C3%A1nica%20de%20los%20residuos%20urbanos..pdf>.
- Alvarado, I., Amador, O., & Cuellar, R. (2012). *Propuesta de un sistema de gestión integral de residuos sólidos municipales en el municipio de Ayutuxtepeque, San Salvador, El Salvador* (Tesis de pregrado). Recuperado de [http://ri.ues.edu.sv/1643/1/PROPUESTA\\_DE\\_UN\\_SISTEMA\\_DE\\_GESTI%C3%93N\\_INTEGRAL\\_DE\\_RESIDUOS\\_S%C3%93LIDOS\\_MUNICIPALES\\_EN\\_EL\\_MUNICIPIO\\_DE\\_AY.pdf](http://ri.ues.edu.sv/1643/1/PROPUESTA_DE_UN_SISTEMA_DE_GESTI%C3%93N_INTEGRAL_DE_RESIDUOS_S%C3%93LIDOS_MUNICIPALES_EN_EL_MUNICIPIO_DE_AY.pdf)
- Alcolea, M., González, C. (2010). *Manual de compostaje doméstico*. Barcelona, España. Recuperado de <http://www.resol.com.br/cartilhas/manual-compostaje-en-casa-barcelona.pdf>
- Arguello, E. (2006). *Rutas y métodos de recolección*. Barranquilla, Colombia. Recuperado de <https://es.slideshare.net/enriquear2/mtodos-de-recoleccin-y-aspectos-a-considerar>
- Association of cities and regions for recycling and sustainable management of waste (ACR). (2005). *Gestão de resíduos domésticos biodegráveis*. São Paulo, Brasil. Recuperado de [http://www.rcc.gov.pt/SiteCollectionDocuments/Guia-Gest-res-dom-biodegrad\\_2005.pdf](http://www.rcc.gov.pt/SiteCollectionDocuments/Guia-Gest-res-dom-biodegrad_2005.pdf)
- Acuerdo Ministerial 061. (2015). *Reforma el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria*. Edición Especial N° 316 , Registro Oficial. Quito, Ecuador: Corporacion de estudios y publicacines. Recuperado de <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA+->

+R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108

- Álvarez de la Puente, J. (2012). *Manual de compostaje para agricultura ecológica*. Madrid- España: Consejería de Agricultura y Pesca. Dirección General de la Producción Ecológica. Recuperado de [http://www.ciencias-marinas.uvigo.es/bibliografia\\_ambiental/agricultura\\_ecologica/Manual%2012compostaxe.pdf](http://www.ciencias-marinas.uvigo.es/bibliografia_ambiental/agricultura_ecologica/Manual%2012compostaxe.pdf)
- Asociación para la Defensa de la Sanidad Pública. (2010). *Plan para la gestión sostenible de los residuos de origen domiciliario en Asturias. Una alternativa a la incineración*. Asturias, España. Recuperado de [https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf\\_PLAN\\_SOSTENIBLE\\_RESIDUOS\\_AST.pdf](https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf_PLAN_SOSTENIBLE_RESIDUOS_AST.pdf)
- Atencio, R. (2013). Evaluación de riesgo ambiental en un tiradero con quema de basura. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29 (3), 107-117. Recuperado de <http://132.248.8.213/rica/index.php/rica/article/view/43639/39546>
- Basualdo, S. (2012). *Población de diseño y métodos de calculo poblacional*. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/10638117/metodos-de-calculo-de-poblacion>
- Bertussi, L. (2000). *Recolección selectiva de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Cascavel, Paraná, Brasil*. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/resisoli/recolec/cap04.html>
- Bosch, C., Hommann, K., Sadoff, C., & Travers, H. (2014). *Agua, saneamiento y la pobreza*. Recuperado de [http://www.desastres.hn/docum/Honduras/Aguasaneamientoylapobreza\(WB\).pdf](http://www.desastres.hn/docum/Honduras/Aguasaneamientoylapobreza(WB).pdf)
- Cardona, M. (2007). *Minimización de Residuos: una política de gestión ambiental empresarial. Waste minimization: An environmental management corporative policy*. Valle de Aburrá, Colombia. Recuperado de [http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/revistalimpia/vol1n2/pl\\_v1n2\\_46-57\\_minimizaci%C3%B3n.pdf](http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/revistalimpia/vol1n2/pl_v1n2_46-57_minimizaci%C3%B3n.pdf)
- Carvajal, E. (2009). *Manejo Integral de Residuos Sólidos*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/guest4b5f4/manejo-integral-de-los-residuos-slidos>

- Castillo, M. (2012). *Consultoría para la realización de un estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos domésticos y asimilables a domésticos para el distrito metropolitano de Quito. Quito, Ecuador. Recuperado de* [http://www.emaseo.gob.ec/documentos/pdf/Caracterizacion\\_residuos.pdf](http://www.emaseo.gob.ec/documentos/pdf/Caracterizacion_residuos.pdf).
- Chorlango, A. (2017). *Comunicación personal* (12 de Abril).
- Compostaenred. (2012). *Situación del Compostaje doméstico y comunitario en el Estado Español: Compostaje Comunitario. Recuperado de* [http://www.compostaenred.org/proyectos/Proyecto1/Documentos/Situacion delCompostaje\\_Capitulo8\\_CompostajeComunitario.pdf](http://www.compostaenred.org/proyectos/Proyecto1/Documentos/Situacion delCompostaje_Capitulo8_CompostajeComunitario.pdf)
- Compromiso Empresarial para el Reciclaje (CEMPRE) (2010). *Residuos Sólidos Urbanos : Manual de Gestión Integral. Uruguay. Recuperado de* <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=2743>
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). (1997). *Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales. Recuperado de* [http://www.bvsde.paho.org/cursoa\\_rsm/e/fulltext/pequena.pdf](http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/fulltext/pequena.pdf)
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Organización Panamericana de la Salud (CEPIS/OPS). (2000). *Guía de caracterización de residuos sólidos domiciliarios. Recuperado de* <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/evaluacion/anexo2.pdf>
- Código Orgánico del Ambiente (COA). (2017). Quito, Ecuador. Suplemento - Registro Oficial N° 983.
- Comisión Europea. (2000). *Ejemplos de buenas prácticas de compostaje y recogida selectiva de residuos. Recuperado de* [http://ec.europa.eu/environment/waste/publications/pdf/compost\\_es.pdf](http://ec.europa.eu/environment/waste/publications/pdf/compost_es.pdf)
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Quito, Ecuador. Decreto Legislativo s/n .Registro Oficial 449.
- Cooperband, L. (2010). *The Art and Science of Composting Science of Composting. Wisconsin-Madison, Estados Unidos. Recuperado de* <http://www.cias.wisc.edu/wp-content/uploads/2008/07/artofcompost.pdf>

- Centro Tecnológico y Nacional de la Conserva y Alimentación (CTC). (2013). *Digestion anaerobia*. Recuperado de <http://www.agrowaste.eu/wp-content/uploads/2013/02/DIGESTION-ANAEROBIA.pdf>
- Del Farra, A., & Ixtaina, J. (2005). *Disposicion final de los residuos solidos domiciliarios en rellenos sanitarios*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de [http://www.coripa.com.ar/view/uploads/articles/article\\_file-279.PDF](http://www.coripa.com.ar/view/uploads/articles/article_file-279.PDF)
- Departamento Educación para la Salud. (2009). *El relleno sanitario*. San José, Costa Rica. Recuperado de <http://www.binasss.sa.cr/poblacion/rellenosanitario.htm>
- EMASEO. (2017). *Quito a reciclar*. Quito, Ecuador. Recuperado de <http://www.emaseo.gob.ec/gestion-ambiental/quitoareciclar>
- Environmental Protection Agency of United States (EPA)*. (2017). *Recycling Basics. Reduce, Reuse, Recycle*: Recuperado de <https://www.epa.gov/recycle/recycling-basics>
- Escalona, E. (2014). Health damage due to poor disposal of solid and liquid wastes in Dili, Timor Leste. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología* 52(2). Recuperado de [http://bvs.sld.cu/revistas/hie/vol52\\_2\\_14/hie11214.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/hie/vol52_2_14/hie11214.htm)
- Food and Agricultural Organization (FAO)*. (2009). *Los fertilizantes y su uso*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- FAO. (2005). *Portal Terminológico de la FAO FAOTERM*. Recuperado de <http://www.fao.org/faoterm/es/>
- FAO. (2015). *Alimentación del cerdo*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/V5290S/v5290s49.htm>
- Farfán, R. (2010). *Propuesta de gestión y manejo de los residuos sólidos domiciliarios de la localidad de Inio, comuna de Quellón* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/12385>
- Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN). (2010). *Residuos sólidos urbanos. Guía práctica para la separación en origen en el partido de la plata*. Buenos Aires, Argentina: Tucuman . Recuperado de [http://www.unlp.edu.ar/uploads/docs/guia\\_practica\\_para\\_la\\_separacion\\_de\\_residuos\\_en\\_el\\_partido\\_de\\_la\\_plata.pdf](http://www.unlp.edu.ar/uploads/docs/guia_practica_para_la_separacion_de_residuos_en_el_partido_de_la_plata.pdf)

- Gaggero, E., & Ordoñez, M. (2010). *Gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de [http://www.opds.gba.gov.ar/uploaded/File/residuos\\_03\\_10.pdf](http://www.opds.gba.gov.ar/uploaded/File/residuos_03_10.pdf)
- GIFEX. (2001). *Parroquias urbanas de Quito*. Recuperado de <http://www.gifex.com/detail/2011-10-25-14669/Parroquias-de-Quito-2001.html>
- Gobierno de Santa Fe (2016). *Cestos de residuos en altura*. Argentina. Recuperado de [http://www.santafeciudad.gov.ar/guia\\_buen\\_vecino/basura\\_escombros/cestos\\_altura.html](http://www.santafeciudad.gov.ar/guia_buen_vecino/basura_escombros/cestos_altura.html)
- Hernández, E., Manzur, D., Treviño, R., & Cobos, R. (2014). *Asentamientos marginales resultado del poder local para el control socio-político en la zona metropolitana de Tampico, Tamaulipas, México*. Barcelona, España. Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/coloquio2014/Elda%20M.%20Hernandez-Rejon.pdf>
- Herrera, R. (2004). *Cómo y por qué separa la basura*. Obtenido de Una solución al problema de los residuos sólidos en la ciudad de Mexico Segunda edición : <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd48/juntos.pdf>
- Hosetti, B (2003). *Solid waste managment: general aspects*. Recuperado de <http://www.znrfak.ni.ac.rs/SERBIAN/010-STUDIJE/OAS-3-2/PREDMETI/III%20GODINA/316-KOMUNALNI%20SISTEMI%20I%20ZIVOTNA%20SREDINA/SEMINARSKI%20RADOVI/2014/S55%20-%20S56.pdf>
- Huerta, López, Soliva & Zaloña. (2008). *Compostaje de Residuos Municipales . Control del proceso, rendimiento y calidad del producto*. Cataluña, Barcelona. Recuperado de <http://www.resol.com.br/cartilha/compostaje.pdf>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (2014). Anuario Meteorológico. Recuperado de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2015). *Gestión de residuos: clasificación y tratamiento*. Recuperado de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/1043a1054/ntp-1054w.pdf>

- Instituto Nacional de Tecnología Industrial de España (INTI). (2012). *Proyecto de compostaje domiciliario*. Córdoba, España. Recuperado de <http://www.inti.gob.ar/compostajedomiciliario/pdf/modelo.pdf>
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial de España (INTI). (2013). *Instructivo para la construcción de una compostera*. Recuperado de <http://www.inti.gob.ar/compostajedomiciliario/pdf/piloto/TLS5.pdf>
- Jaramillo, J. (2012). *Seminario Internacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Medellín, Colombia: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/viii.pdf>
- Jarauta, L. (2012). *Digestión anaerobia para el tratamiento de residuos orgánicos: Estudio de las necesidades para la implantación en Perú*. Lima, Perú . Recuperado de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/2008/05\\_invest\\_JARAUTA.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/2008/05_invest_JARAUTA.pdf)
- Jofra, M. (2011). Estudio de modelos de gestión de residuos en zonas insulares. Barcelona, España. Recuperado de [http://www.mapama.gob.es/imagenes/es/Estudio%20sobre%20modelos%20de%20gesti%C3%B3n%20de%20residuos%20en%20entornos%20insulares\\_tcm7-183310.pdf](http://www.mapama.gob.es/imagenes/es/Estudio%20sobre%20modelos%20de%20gesti%C3%B3n%20de%20residuos%20en%20entornos%20insulares_tcm7-183310.pdf)
- Katzman, R. (2001). Seducidos y abandonados:el aislamiento social de los pobres urbanos. *Revista de la Cepal* 75. Uruguay. Recuperado de <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/6/19326/katzman.pdf>
- Kumar, D., & Pandit, K. (2013). Problems of Solid Waste Management in Indian Cities. *International Journal of Scientific and Research Publications*,3 (3). Recuperado de <http://www.ijsrp.org/research-paper-0313/ijsrp-p15129.pdf>
- Lazcano, C. (2008). Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. *Elsevier*, 72 (7),1013–1019. doi:10.1016/j.chemosphere.2008.04.016.
- Ley de Gestión Ambiental. (2004). Ecuador. Codificación 19, Registro Oficial Suplementario 148.
- Ley Organica de Ordenamiento Territorial, Uso y gestion de Suelo (LOOTUS). (2016). Ecuador. Registro Oficial Suplemento 790

- López, R. (2005). *Modelos de Gestión de Calidad* . Obtenido de <http://www.jesuitasleon.es/calidad/Modelos%20de%20gestion%20de%20calidad.pdf>
- Mac reciclaje. (2017). Comunicación personal (14 julio)
- Maocho, F. (2011). *Compostera Domestica*. Recuperado de <https://felixmaocho.wordpress.com/2011/10/31/huerto-familiar-%E2%80%93-como-eliminar-los-residuos-vegetales-del-huerto-%E2%80%93-capitulo-iii/>
- MECALUX. (2017). *Contenedor de alambre*. Recuperado de <https://www.logismarket.com.agr/taller-esperanza/contenedor-de-alambre/1210157054-1179609947-p.html>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2016). *Matriz Información Gestores Desechos Inorgánicos Aprovechables*. Recuperado de <http://www.ambiente.gob.ec/lista-de-gestores-de-residuos-inorganicos-y-residuos-especiales>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2015). *Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos – PNGIDS ECUADOR*. Recuperado de <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador-Programa Nacional de Gestión integral de Desechos (MAE-PNGIDS). (2014). *Diagnóstico de la Cadena de Gestión Integral de Desechos Sólidos-Reciclaje*. Recuperado de <http://www.vicepresidencia.gob.ec/wp-content/uploads/2015/08/Resumen-Cadena-de-Gestion-de-Residuos-S%C3%B3lidos.pdf>
- Muñoz, M. (2008). *Manual de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos*. Quito, Ecuador. Impremédios.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2841. (2014). *Gestión ambiental. Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos. Requisitos*. Recuperado de <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/2841.pdf>
- Ocampo, D. (2013). *Jerarquización de la Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Recuperado de [http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion\\_230\\_080413\\_es.pdf](http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_230_080413_es.pdf)



- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2016). *Las dioxinas y furanos sus efectos en la salud humana*. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs225/es/>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2014). *Día mundial del habitat*. Recuperado de <http://www.un.org/es/events/habitatday/2014/sgmessage.shtml>
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). (2007). *Guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos*. Recuperado de [https://www.unido.org/fileadmin/import/72852\\_Gua\\_Gestin\\_Integral\\_de\\_RS U.pdf](https://www.unido.org/fileadmin/import/72852_Gua_Gestin_Integral_de_RS_U.pdf)
- Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud (OPS/CEPIS). (2002). *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones*. Medellín, Colombia. Recuperado de <http://siar.regionjunin.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/324.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS). (2002). *Análisis sectorial de residuos sólidos Ecuador*. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/e/fulltext/analisis/ecuador.pdf>
- Ordenanza Metropolitana 332 . (2010). *Gestión Integral de Residuos Sólidos del Distrito Metropolitano de Quito* . Quito, Ecuador.
- Plana, R. (2016). *Agrocompostaje descentralizado de biorresiduos - la experiencia austriaca*. Pontevedra, España. Recuperado de [http://www.compostaenred.org/proyectos/JornadasPontevedra2016/presentaciones/RAMON\\_PLANA.pdf](http://www.compostaenred.org/proyectos/JornadasPontevedra2016/presentaciones/RAMON_PLANA.pdf)
- Ramos, A. (2010). Características de la marginalidad urbana el caso del Estado de Oaxaca. *Entelequia*, 12(2), 261-272. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3693951>
- RESPEL. (2016). *Gestión Integral de Residuos*. Chile. Recuperado de <http://www.respel.cl/ResiduosPeligrosos/>

- Rodríguez, H. (2012). *Gestión Integral de residuos sólidos*. Bogotá, Colombia: Fundación Universitaria del Área Andina. Recuperado de <http://digitk.areandina.edu.co/repositorio/bitstream/123456789/518/1/Gesti%C3%B3n%20Integral%20de%20Residuos%20S%C3%B3lidos.pdf>
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor, experiencias en América latina*. Santiago de Chile, Chile. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Ruiz, A. (2008). *Guía para la implementación del programa piloto de reaprovechamiento de residuos sólidos en Huamanga, Pucallpa y Tingo María*. Lima, Perú. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd27/guia-reapro.pdf>
- Sáez, A. (2014). *Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/737/73737091009/>
- Salazar, A., & Cuvi, N. (2016). *Asentamientos informales y medio ambiente en Quito*. Quito, Ecuador. Recuperado de <http://revistas.um.es/areas/article/viewFile/279181/204161>
- Sánchez, A., Artola, A., Barrena, R., Pérez, M., García, J.C, López, R., Puig, I., Soto, M., Pérez, C., & Gea, T. (2014). *De residuos a recurso. El camino hacia la sostenibilidad*. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=N77-CAAQBAJ&pg=PA75&lpg=PA75&dq=definicion+recogida+selectiva&source=bl&ots=ptAUA97V9D&sig=RyKSjqTi5udXzaRS0J12d2Z1UpE&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjL1oyGxLvUAhXJbT4KHSKRCUYQ6AEIZTAL#v=onepage&q=definicion%20recogida%20sele>
- Santos, S., & Raúl, U. (2013). *Compostaje y Vermicompostaje domésticos*. Recuperado de [http://www.mapama.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2013-04-santos-urquiaga\\_tcm7-269154.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2013-04-santos-urquiaga_tcm7-269154.pdf)
- SOLVESA. (2009). *Plan de manejo de residuos sólidos en la gestión ambiental*. Ecuador. Recuperado de <http://www.solvesacorp.com/solvesacorp.com/docs/downloads/Plan%20de%20manejo%20de%20desechos%20sólidos%20en%20la%20Gestión%20Ambiental.pdf>
- Tafur, J. (2009). *Origen, Clasificación y características de los residuos sólidos*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/guest4dd34d/cuatro-composicin-de-los-rsu>

- TREJO. (2017). *Triciclos de carga Trejo*. Recuperado de <http://triciclosdecargas.com/>
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2013). *Guidelines for national waste management strategies: Moving from challenges to opportunities*. Recuperado de [http://cwm.unitar.org/national-profiles/publications/cw/wm/UNEP\\_UNITAR\\_NWMS\\_English.pdf](http://cwm.unitar.org/national-profiles/publications/cw/wm/UNEP_UNITAR_NWMS_English.pdf)
- UNEP. (2015). *Global Waste Management Outlook (GWMO)*. Recuperado de [https://www.iswa.org/fileadmin/galleries/Publications/ISWA\\_Reports/GWMO\\_summary\\_web.pdf](https://www.iswa.org/fileadmin/galleries/Publications/ISWA_Reports/GWMO_summary_web.pdf)
- United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT). (2010). *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries*. Recuperado de [http://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/E-Learning/Moocs/Solid\\_Waste/W1/Collection\\_MSW\\_2010.pdf](http://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/E-Learning/Moocs/Solid_Waste/W1/Collection_MSW_2010.pdf)
- United States Agency for International Development (USAID). (2009). *Solid waste: generation, handling, treatment and disposal*. Recuperado de <http://www.encapafrika.org/EGSSAA/solidwaste.pdf>
- Water, Engineering and Development Centre (WEDC). (2013). *Vehicles of the primary collection of solid waste*. Recuperado de [http://wedc.lboro.ac.uk/resources/books/Solid\\_Waste\\_Management\\_-\\_SN\\_2\\_-\\_Complete.pdf](http://wedc.lboro.ac.uk/resources/books/Solid_Waste_Management_-_SN_2_-_Complete.pdf)
- World Bank. (2012). *What a Waste. A Global Review of Solid Waste Management*. Recuperado de [https://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What\\_a\\_Waste2012\\_Final.pdf](https://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What_a_Waste2012_Final.pdf)
- Water and Sanitation Program (WSP). (2008). *Agua y saneamiento para las zonas marginales urbanas de América Latina*. Recuperado de <http://www.wsp.org/sites/wsp.org/files/publications/Medellin.pdf>
- Zaragozano, F. (2010). Carbon monoxide poisoning. *Toxicología*, 62 (6), 587-590 doi:10.1157/13075553.
- Zurbrügg, C., Zabaleta, I., & Schmidt. (2017). *Municipal Solid Waste Management in Developing Countries (Curso)* Universidad École Polytechnique Fédérale de Lausanne. Suiza.

## **ANEXOS**

**ANEXO No 1**  
**FORMATO DE LA ENCUESTA**

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL  
INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Encuesta sobre el manejo de los residuos sólidos en el barrio El Manantial**

1.- ¿Separa normalmente la basura orgánica de la inorgánica en el hogar?

SI	NO
----	----

Porque.....

2.- ¿Estaría dispuesto a hacer de la separación de la basura una costumbre diaria, con el objetivo de ayudar al manejo de residuos en su barrio?

SI	NO
----	----

3.- ¿Ha escuchado que se puede utilizar los residuos orgánicos, como restos de comida, de frutas y verduras para obtener abono orgánico (compost)?

SI	NO
----	----

4.- ¿Le beneficiaría a usted el compost?

SI	NO
----	----

Porque.....

5.- ¿Estaría dispuesto a realizar compost en su patio?

SI	NO
----	----

6.- ¿Estaría dispuesto a colaborar en el manejo de los residuos de su barrio?

SI	NO
----	----

7.- ¿Estaría dispuesto a trabajar en campañas de reciclaje con su barrio?

SI	NO
----	----

8.- ¿Estaría dispuesto a pagar una cuota mensual destinada al manejo de residuos en el barrio?

SI	NO
----	----

9.- ¿Cree usted que el mal manejo de la basura en su barrio, puede provocar enfermedades?

SI	NO
----	----

10.- ¿Cree usted que el mal manejo de la basura puede afectar al medio ambiente?

SI	NO
----	----

**ANEXO No 2**  
**FOLLETO PARA LA CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS**  
**DOMICILIARIOS**



## HOJA INFORMATIVA PARA CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DEL BARRIO EL MANANTIAL

**Orgánicos:** Fácil biodegradación

**Inorgánicos:** Difícil biodegradación

Orgánicos	Inorgánicos reciclables	Inorgánicos no reciclables
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cáscaras de huevo trituradas.</li> <li>• Restos de infusiones y de café.</li> <li>• Restos vegetales de frutas y verduras.</li> <li>• Restos de arroz cocido</li> <li>• Cáscaras de plátano.</li> <li>• Restos de pan</li> <li>• Las cortezas y centros de frutas como manzanas y sandías.</li> <li>• Semillas de calabaza y otras verduras.</li> <li>• Hojas y otras partes que no usas del puerro y otras verduras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Botellas vacías y limpias de plástico: agua, yogurt, jugos, gaseosas.</li> <li>• Fundas plásticas, fundas de leche limpias.</li> <li>• Botellas de productos de limpieza como champú, vacíos y limpios</li> <li>• Botellas de vidrio: refrescos, jugos, bebidas alcohólicas, vacíos, limpios y secos</li> <li>• Frascos de aluminio, latas de atún, sardina, conservas, bebidas, vacíos, limpios y secos.</li> <li>• Papel limpio en buenas condiciones: revistas, folletos publicitarios, cajas y envases de cartón y papel.</li> <li>• Papel periódico, propaganda, bolsas de papel, hojas de papel, cajas, empaques de huevo, envolturas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos sanitarios</li> <li>• Pañales desechables,</li> <li>• Papel higiénico</li> <li>• Tollas sanitarias</li> <li>• Cotonetes</li> <li>• Cerámica</li> <li>• Servilletas usadas</li> <li>• Envases plásticos de aceites comestibles</li> <li>• Envases de restos de comida</li> </ul>