

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA SEPARACIÓN EN LA FUENTE
Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES
PREVIO A SU DISPOSICIÓN FINAL EN EL RELLENO SANITARIO
DE ROMERILLO, CANTÓN MEJÍA Y PROPUESTA DE
ALTERNATIVAS DE MEJORA**

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

POR:

ALEXANDRA ISABEL JARAMILLO CANDO

alexandrajaramillocando@gmail.com

BRYAN DAVID ROJAS HERRERA

bryand.rojash@gmail.com

DIRECTOR: ING. ANA LUCIA BALAREZO Ph.D.

balarezo00@yahoo.com

QUITO, SEPTIEMBRE 2016

DECLARACIÓN

Nosotros Alexandra Isabel Jaramillo Cando y Bryan David Rojas Herrera, declaramos que el presente trabajo escrito es de nuestra autoría; ya que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos 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 normativa institucional vigente.

ALEXANDRA JARAMILLO CANDO

BRYAN DAVID ROJAS HERRERA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Alexandra Isabel Jaramillo Cando y Bryan David Rojas Herrera, bajo mi supervisión.

ANA LUCÍA BALAREZO, PhD.
DIRECTORA DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A Dios, por sobre todas las cosas, que me da las fuerzas y fe necesarias para seguir a pesar de tantas caídas.

A mis padres, porque a pesar de las diferentes adversidades siempre han apostado por mí. Galito y Fani gracias por ser unos grandes padres, que me han inculcado grandes valores. A mis hermanas Lari y Gaby, que han sido siempre mi apoyo y compañía. Por sobre todo a mi pequeña sobrina Camila, que ha sido la mayor alegría que ha llegado a mi vida y mi inspiración para mejorar cada día.

A mis queridas negritas, Meryss, Tefa, Anita, Nancy y Daysi, gracias por su grandiosa amistad, por sus locuras, por sus consejos, por alegrar siempre mis días.

A mis amigos, Chris, Wilsin, Braulio, Mishell, Caro, que he formado a lo largo de mi carrera universitaria, gracias por todo. A Dani muchas gracias por su amistad y por su confianza.

Gracias a la Dra. Balarezo, por su confianza y valiosa aportación a este proyecto, gracias además a aquellos excelentes profesores que nos han dotado de tantos conocimientos. A Bryan, mi querido amigo y compañero de tesis, gracias por tu paciencia y dedicación, que nos ha permitido culminar la meta propuesta.

Por último, un agradecimiento especial al Municipio del Cantón Mejía, que nos ha brindado toda la información necesaria para realizar este proyecto.

Isa J.

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a mis queridos padres, Galito y Fani, por ser el pilar más importante de mi vida.

A mis abuelitos, Julia, Avelino y Chabela, porque han sido un gran ejemplo de perseverancia, amor, unión y sobre todo de humildad.

A mi nena, Lari por ser mi compañía en estos últimos años y un excepcional ser humano.

A mi Cami, por ser mi inspiración y mi motivo para esforzarme más y más, te amo hasta el infinito y más allá.

Isa J.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios quién supo dar la guía para llegar hasta este punto por el buen camino, por fortalecerme para poder seguir adelante, y no enflaquecer en los problemas que se fueron presentando, y además por sus sabias enseñanzas para poder encarar las adversidades sin perder en ningún momento la dignidad y desfallecer en el intento.

Agradezco a mi familia, a mis padres por tener la paciencia, amor comprensión, el apoyo hacia mi persona en los momentos más difíciles y por darme las enseñanzas más valiosas como lo son mis valores, mis principios, mi entusiasmo para seguir siempre adelante; a mis hermanos que con sus ánimos y el ideal de ser su ejemplo me ayudaron a terminar este proyecto.

Agradezco además a todas esas personas que durante el transcurso en la carrera han ocupado un gran lugar en mi corazón, a los amigos de los ALOTULLOs el enano, el Marlon, el suco, el capi , el Carl; a mis más cercanos amigos y con lo que pasamos tantos tiempos excelentes, Braulio, Pame, Andre, Sofy a las Mu, los VDSP, a los GROSOS, a los del grupito de atrás, Alexis, Adrián, Ángel; a los que son como mis hermanos Diego, Vale; al Orti con quien compartí tanto desde tiempos de colegio, un inmenso agradecimiento por compartir con todos. Un gran agradecimiento a Carito quien, con su amor y comprensión incondicional, ha sabido darme fuerzas para cumplir este objetivo.

Agradezco inmensamente a mi compañera de tesis, y amiga de carrera Isita, ya que gracias a nuestro esfuerzo cumplimos un objetivo planteado hace un tiempo, y lo logramos Isita.

Finalmente agradezco a la Dra. Ana Lucía Balarezo por todo el apoyo prestado, además a todas las instituciones que nos apoyaron, para que este proyecto se

lleve a cabo, como son la Municipalidad del Cantón Mejía principalmente, con sus encargados en las Áreas de Ambiente y Servicios, además de otras entidades públicas como el INEC.

Bryan R.

DEDICATORIA

De todo corazón les dedico este trabajo en primer lugar a mis padres Myriam y Denis que me han criado con mucho amor y de una manera correcta, a mis hermanos Estefy y Kevin que me enorgullecen mucho, y deseo sean unas personas de bien.

A Estefy por demostrar que una caída no es el final, y hay q seguir adelante, A Kevin por ser muy responsable y ser un gran amigo que cree saber más que yo.

A mis abuelitos Pépe, Olga, Rosita y Galo, que amo con gran locura, a mis tíos y tías que son un apoyo en mi vida, así como sus hijos que son otros hermanos para mí, mis primastros a los que adoro.

Bryan R.

CONTENIDO

DECLARACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
CONTENIDO.....	IX
LISTA DE FIGURAS	XIV
LISTA DE TABLAS.....	XV
LISTA DE GRÁFICOS.....	XVIII
LISTA DE FOTOGRAFÍAS.....	XIX
ABREVIATURAS UTILIZADAS	XXI
RESUMEN	XXII
ABSTRACT	XXIII
PRESENTACIÓN	XXIV
1. CAPÍTULO 1	1
1.1 OBJETIVOS	2
1.1.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.2 ALCANCE	2
1.2.1 JUSTIFICACIÓN.....	3

2	CAPÍTULO 2	5
2.1	DEFINICIONES BÁSICAS	5
2.1.1	DESECHO	5
2.1.2	RESIDUO	5
2.1.3	GENERACIÓN DE RESIDUOS	5
2.1.4	SEPARACIÓN EN LA FUENTE.....	6
2.1.5	RECOLECCIÓN SELECTIVA.....	6
2.1.6	RELLENO SANITARIO.....	6
2.1.7	RECICLAJE.....	6
2.1.8	BOKASHI.....	6
2.1.9	LIXIVIADO	7
2.1.10	TRATAMIENTO	7
2.1.11	VECTOR.....	7
2.2	CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS	7
2.2.1	CLASIFICACIÓN POR ESTADO FÍSICO	7
2.2.2	CLASIFICACIÓN POR ORIGEN	7
2.2.3	CLASIFICACIÓN POR TIPO DE TRATAMIENTO AL QUE SERÁN SOMETIDOS	8
2.2.4	CLASIFICACIÓN POR LOS POTENCIALES EFECTOS DERIVADOS DEL MANEJO	8
2.2.5	POR TIPO DE DEGRADACIÓN	9
2.3	PROPIEDADES DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	9
2.3.1	PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	9

2.3.2	PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	
	URBANOS	10
2.3.3	PROPIEDADES BIOLÓGICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	
	URBANOS	11
2.4	GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	
	URBANOS	11
	2.4.1 GENERACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	12
	2.4.2 SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA FUENTE.....	12
	2.4.3 RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	14
	2.4.4 EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	16
	2.4.5 LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	17
2.5	MARCO LEGAL APLICABLE	17
3	CAPÍTULO 3	21
3.1	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	21
	3.1.1 ASPECTOS GENERALES DE CIUDAD DE MACHACHI, Y DE LA CABECERA PARROQUIAL DE ALÓAG, CANTÓN MEJÍA	21
	3.1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE MACHACHI Y DE LA CABECERA PARROQUIAL DE ALÓAG, CANTÓN MEJÍA.....	31
	3.1.3 DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE MACHACHI, Y	

	DE LA CABECERA PARROQUIAL DE ALÓAG, CANTÓN MEJÍA	40
3.2	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	65
3.2.1	DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROCESO DE SEPARACIÓN EN LA FUENTE Y RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	65
3.2.2	COMPONENTE TÉCNICO EN EL PROCESO DE SEPARACIÓN EN LA FUENTE Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	66
3.2.3	COMPONENTE FÍSICO EN LOS PROCESOS DE SEPARACIÓN EN LA FUENTE Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS	73
3.2.4	COMPONENTE SOCIAL	75
3.2.5	CUMPLIMIENTO DE LA ORDENANZA	86
4	CAPÍTULO 4	89
4.1	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA ETAPA DE RECOLECCIÓN	89
4.1.1	ADQUISICIÓN DE NUEVA FLOTA DE RECOLECCIÓN	89
4.1.2	REJILLA DE PLEGADO AUTOMÁTICO	92
4.2	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA ETAPA DE GENERACIÓN.....	93
4.2.1	ELABORACIÓN DE COMPOSTO EN BASE A RESIDUOS ORGÁNICOS BIODEGRADABLES ASIMILABLES A DOMÉSTICOS.....	93
4.3	CÁLCULO DE COSTO DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA.....	96

4.3.1	REJILLA DE PLEGADO AUTOMÁTICO	96
4.3.2	ELABORACIÓN DE COMPOST	97
5	CAPÍTULO 5	99
5.1	CONCLUSIONES.....	99
5.2	RECOMENDACIONES	101
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
	ANEXOS	105

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1 MAPA UBICACIÓN DE LA CABECERA CANTONAL MACHACHI Y LA PARROQUIA RURAL ALÓAG.....	22
FIGURA 3.2 VISTA ÁREA DEL CENTRO TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL ROMERILLO.....	37
FIGURA 3.3 FLUJOGRAMA DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS NO PELIGROSOS.....	37
FIGURA 3.4 ESQUEMA CENTRO DE RECICLAJE	38
FIGURA 4.1 ESQUEMA DE COMPOSTERA EN BASE A DOS TACHOS PLÁSTICOS	96

LISTA DE TABLAS

TABLA 2.1 RESIDUOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS	13
TABLA 2.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS TIPOS DE CAMIONES DE RECOLECCIÓN	15
TABLA 3.1 INDUSTRIA MANUFACTURERA Y ALIMENTICIA DEL SECTOR MACHACHI	28
TABLA 3.2 ACTIVIDADES DE LA PARROQUIA ALÓAG	29
TABLA 3.3 COBERTURA DE SERVICIOS BÁSICOS EN MACHACHI	30
TABLA 3.4 BARRIOS DE LA PARROQUIA ALÓAG	30
TABLA 3.5 COBERTURA DE SERVICIOS BÁSICOS EN ALÓAG	31
TABLA 3.6 COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN MEJÍA.....	33
TABLA 3.7 PORCENTAJE DE RESIDUOS RECOLECTADOS EN EL SECTOR	33
TABLA 3.8 DATOS GENERALES DE CENTRO DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL ROMERILLOS	36
TABLA 3.9 INFORMACIÓN DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS INORGÁNICOS EN CIUDAD DE MACHACHI	46
TABLA 3.10 CARACTERÍSTICAS DE LOS CAMIONES RECOLECTORES DE LA CIUDAD DE MACHACHI	47
TABLA 3.11 RECORRIDO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS INORGÁNICOS DEL SECTOR ORIENTAL DE LA CIUDAD DE MACHACHI	47

TABLA 3.12 RECORRIDO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS INORGÁNICOS DEL SECTOR OCCIDENTAL DE LA CIUDAD DE MACHACHI	48
TABLA 3.13 INFORMACIÓN DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS BIODEGRADABLES EN CIUDAD DE MACHACHI	48
TABLA 3.14 RECORRIDO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA CIUDAD DE MACHACHI	49
TABLA 3.15 INFORMACIÓN DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS INORGÁNICO Y ORGÁNICOS EN LA CABECERA PARROQUIAL ALÓAG	50
TABLA 3.16 CARACTERÍSTICAS DEL CAMIÓN RECOLECTOR DE LA CABECERA PARROQUIAL ALÓAG	50
TABLA 3.17 RECORRIDO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS CABECERA PARROQUIAL ALÓAG	51
TABLA 3.18 DISTANCIA DE RUTA ORGÁNICOS E INORGÁNICOS EN MACHACHI	52
TABLA 3.19 DISTANCIA DE RUTA EN LA CABECERA PARROQUIAL DE ALÓAG	53
TABLA 3.20 CANTIDAD DE RESIDUOS INORGÁNICOS QUE INGRESAN AL CTDF, 2015	55
TABLA 3.21 CANTIDAD DE MATERIAL INORGÁNICO RECICLADO, 2015	58
TABLA 3.22 PRECIOS DE COMPRA POR PARTE DE REPAPERS	62
TABLA 3.23 INGRESOS POR VENTA DE MATERIAL RECICLADO	62

TABLA 3.24 ESTIMACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN DE COMPOSTAJE MEDIANTE BOKASHI	63
TABLA 3.25 DATOS PARA CÁLCULO DE MUESTRA DE LA POBLACIÓN A SER ENCUESTADA.....	76
TABLA 3.26 COMPROBACIÓN PARA MUESTRA ALÓAG.....	76
TABLA 3.27 COMPROBACIÓN PARA MUESTRA MACHACHI	77
TABLA 3.28 GRADO DE CUMPLIMIENTO DE ORDENANZA MUNICIPAL No. 958.....	86
TABLA 4.1 RESIDUOS QUE SE PUEDEN O NO COLOCAR EN LA COMPOSTERA.....	95

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 3.1 TIPO DE RESIDUO ES GENERADO CON MAYOR FRECUENCIA.....	77
GRÁFICO 3.2 SEPARACIÓN DE BASURA.....	78
GRÁFICO 3.3 INTERES EN PARTICIPAR DE LA SEPARACIÓN	79
GRÁFICO 3.4 DISPOSICIÓN DE BASURA EN LOS DOMICILIARIOS.....	79
GRÁFICO 3.5 RESIDUOS PELIGROSOS JUNTO A BASURA COMÚN	80
GRÁFICO 3.6 UTILIZACIÓN DE LOS DOS RECIPIENTES	81
GRÁFICO 3.7 PERCEPCIÓN CIUDADANA DE LA CALIDAD DE SERVICIO DE RECOLECCIÓN	82
GRÁFICO 3.8 PERCEPCIÓN CIUDADANA DE SUFICIENCIA DE DÍAS DESTINADOS A LA RECOLECCIÓN	83
GRÁFICO 3.9 CONOCIMIENTO DE LAS 3Rs.....	83
GRÁFICO 3.10 DISPOSICIÓN CIUDADANA A TRATAR LOS RESIDUOS ORGÁNICOS	84
GRÁFICO 3.11 DISPOSICIÓN A ADQUIRIR LA REJILLA	85
GRÁFICO 3.12 PROPUESTAS PARA MEJORAR EL SERVICIO	85

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 3.1 DISPOSICIÓN EN VEREDA DE RESIDUOS INORGÁNICOS LOS DÍAS LUNES, MIERCOLES Y VIERNES, EN FUNDAS DE BASURA.....	42
FOTOGRAFÍA 3.2 DISPOSICIÓN EN VEREDA DE RESIDUOS INORGÁNICOS EN RECIPIENTES	43
FOTOGRAFÍA 3.3 PRESENCIA DE ANIMALES MERODEANDO EN RESIDUOS INORGÁNICOS	43
FOTOGRAFÍA 3.4 DISPOSICIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS BIODEGRADABLES EN FUNDAS DE BASURA.....	44
FOTOGRAFÍA 3.5 PRESENCIA DE ANIMALES ESCARBANDO EN RESIDUOS ORGÁNICOS BIODEGRADABLES.....	44
FOTOGRAFÍA 3.6 DISPOSICIÓN EN VEREDA DE RESIDUOS EN FUNDAS DE BASURA.....	45
FOTOGRAFÍA 3.7 DISPOSICIÓN EN VEREDA DE RESIDUOS EN RECIPIENTES	45
FOTOGRAFÍA 3.8 VISTA DE RECOLECCIÓN MANUAL Y DEL VEHÍCULO RECOLECTOR.....	49
FOTOGRAFÍA 3.9 RECOLECCIÓN MANUAL POR PARTE DE LOS TRABAJADORES MUNICIPALES	51
FOTOGRAFÍA 3.10 ÁREA DE DESEMBARQUE DE RESIDUOS INORGÁNICOS PARA SU RECUPERACIÓN	54
FOTOGRAFÍA 3.11 DESEMBARQUE DE RESIDUOS EN EL CUBETO.....	54

FOTOGRAFÍA 3.12 MINADORES DE LA ASOCIACIÓN ROMERILLO RECUPERANDO MATERIALES RECICLABLES	55
FOTOGRAFÍA 3.13 TAMBOR CRIBA.....	56
FOTOGRAFÍA 3.14 BANDA TRANSPORTADORA.....	56
FOTOGRAFÍA 3.15 COMPACTADOR DE MATERIAL RECICLABLE	57
FOTOGRAFÍA 3.16 ALMACENAMIENTO DE MATERIAL RECICLABLE	57
FOTOGRAFÍA 3.17 TRITURADOR DE MATERIAL ORGÁNICO BIODEGRADABLE.....	58
FOTOGRAFÍA 3.18 TRITURADORA DE LA MEZCLA	59
FOTOGRAFÍA 3.19 DISPOSICIÓN DE RESIDUOS PROVENIENTES DE ALÓAG	60
FOTOGRAFÍA 3.20 CONFORMACIÓN DE CUBETO	61
FOTOGRAFÍA 3.21 EXCAVADORA	61
FOTOGRAFÍA 3.22 VISTA INTERIOR DEL VIVERO	64
FOTOGRAFÍA 3.23 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS, TRATAMIENTO QUÍMICO Y RECIRCULACIÓN DE LIXIVIADOS	65
FOTOGRAFÍA 3.24 TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LIXIVIADOS POR MEDIO DE PLANTAS	65

ABREVIATURAS UTILIZADAS

- COOTAD: Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización
- CTDFM: Centro de Tratamiento y Disposición Final de Mejía
- C.U: Capacidad útil del vehículo
- DMQ: Distrito Metropolitano de Quito
- EMAC: Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca
- EPP: Equipo de Protección Personal
- F.C: Factor de carga
- GAD: Gobierno Autónomo Descentralizado
- GADM: Gobierno Autónomo Descentralizado Mejía
- GIZ: Deutsche Gesellschaft für International Zusammenarbeit (Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional)
- G.R.R: Generación de residuos de ruta
- INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
- INEN: Norma Técnica Ecuatoriana- Instituto Ecuatoriano de Normalización
- J.T: Jornada de trabajo
- NPK: Nitrógeno, Fósforo y Potasio
- ONUDI: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
- PDOT: Plan de Desarrollo de Ordenamiento Territorial
- PEA: Población económicamente activa
- PEI: Población económicamente inactiva
- PET: Población con edad para trabajar
- R.R: Rendimiento de recolección
- SAE: Servicio de Acreditación Ecuatoriano
- T.D: Tiempo Disponible
- T.M: Tiempos muertos
- T.P.C: Tasa per cápita
- T.R: Tiempo de recolección
- T.T: Tiempo de trayecto
- TULSMA: Texto Unificado de Legislación Secundaria para el Medio Ambiente

RESUMEN

El presente proyecto de titulación se enfoca en hacer el diagnóstico de los procesos actuales de separación en la fuente y recolección, de residuos sólidos municipales de la ciudad de Machachi y la cabecera parroquial de Alóag, y la propuesta de alternativas de mejora.

Se inició con la recopilación de información secundaria desde el aporte del Ilustre Municipio del cantón Mejía al área de estudio, luego, se procedió a realizar inspecciones y seguimientos del proceso de gestión, desde la recolección hasta la disposición final de los residuos en el Centro de Reciclaje y Disposición Final de Romerillo. También se aplicó encuestas a la población para conocer la opinión sobre el servicio que ofrece el departamento de servicios públicos e higiene. Toda la información fue sistematizada para elaborar las propuestas de alternativas de mejoras al sistema de gestión.

Los resultados de este estudio determinan aceptabilidad en los procesos de separación en la fuente y recolección de residuos sólidos. Las alternativas propuestas para su mejoramiento continuo como son: la implementación de rejillas plegables y la producción de compost en los hogares tiene una aceptación alta y media, respectivamente, por parte de la ciudadanía.

ABSTRACT

The present titling project focuses on the diagnosis of the current processes of separation at the source and collection of municipal solid waste from the city of Machachi and the parish head of Alóag, and the proposal of alternatives for improvement.

It began with the compilation of secondary information from the contribution of the Illustrious Municipality of canton Mejía to the study area, followed by inspections and monitoring of the management process, from the collection to the final disposal of waste in the Center of Recycling and Final Disposal of Romerillo. Also, polls were also applied to the population to get an opinion about the service offered by the department of public services and hygiene. All the information was systematized to elaborate the proposals of alternatives of improvements to the management system.

The results of this study determine acceptability in the processes of separation at source and collection of solid waste. The alternatives proposed for its continuous improvement are: the implementation of folding grids and the production of compost in the homes has a high and average acceptance, respectively, by the citizens.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo se desarrolla mediante un análisis descriptivo del proceso actual que forma parte de la Gestión Integral de Residuos Sólidos dentro del Municipio del cantón Mejía, y sigue la normativa nacional aplicable, la cual se estructura de la forma siguiente:

Capítulo I: “Introducción”, en el cual se presenta una introducción a la temática, sus antecedentes, alcance, objetivos y justificación.

Dentro del Capítulo II: “Revisión bibliográfica”, se define los conceptos y la normativa aplicable para el proyecto.

Dentro del Capítulo III: “Metodología”, se expone los aspectos ambientales, económicos y sociales, la situación de los residuos en el área estudiada y un diagnóstico de la gestión actual que se le da a los residuos sólidos.

Y, “Diagnóstico Ambiental”, se expone la metodología usada para la obtención de datos, la determinación de áreas de influencia, así como un análisis tanto del componente técnico, físico, socioeconómico y biótico.

El Capítulo IV: “Análisis de propuestas” determinadas mediante el análisis de la situación actual que está viviendo los procesos de separación y recolección, además de la aceptación que tendría por parte de la población de los habitantes

El Capítulo V: “Conclusiones y recomendaciones”, obtenidas mediante todos los casos observados durante el tiempo de estudio.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Una de las principales preocupaciones de la mayoría de centros poblados es el incremento en la generación de residuos sólidos. El problema se intensifica proporcionalmente con el crecimiento poblacional, el cambio de los hábitos de consumo y el desarrollo de la actividad industrial y comercial del sector. En consecuencia, se hace necesario hallar alternativas para la disposición de los residuos sólidos de una forma adecuada, y así evitar posibles problemas de contaminación y de salud pública (Tchobanoglous, Theissen, & Vigil, 1994).

Una de las problemáticas que se presenta dentro de la gestión integral, es la generación de lixiviados, producida por la descomposición de materia orgánica biodegradable. Un medio para evitar o disminuir este problema se enfoca en la separación en la fuente y recolección, facilitando un mejor tratamiento y disposición, sobre todo de los residuos orgánicos biodegradables (Tchobanoglous, Theissen, & Vigil, 1994).

Esta preocupación se ha visto reflejada en la Normativa Ecuatoriana de nuestro país, que determina pautas para la correcta gestión de los residuos (TULSMA, 2015). Los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) son los rectores encargados de promover ordenanzas para cumplir con la Ley, y así, proporcionar un mejor estándar de vida para los ciudadanos (COOTAD, 2011).

Actualmente, el Municipio del cantón Mejía cuenta con un programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos, implementado en la parroquia de Machachi, que al ser la cabecera cantonal cumple la función de ejemplo para poder aplicar a las demás parroquias (GADM, 2016).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del presente estudio fue identificar la problemática en relación a los procesos de separación en la fuente y recolección de los residuos previo a su disposición final y proponer alternativas de optimización.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el proceso actual de separación y recolección de residuos de la ciudad de Machachi, y de la cabecera parroquial de Alóag, cantón Mejía.
- Describir la problemática de los procesos de separación y recolección de residuos desde el punto de vista ambiental.
- Proponer alternativas de mejora para la separación de los Residuos Sólidos Municipales en la fuente y su recolección; y analizar la factibilidad ambiental.
- Estimar los costos de la alternativa óptima.

1.2 ALCANCE

El presente trabajo buscó diagnosticar el sistema actual tanto en el proceso de separación en la fuente como en el proceso de recolección, que forma parte de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales en el cantón Mejía, caso de estudio: ciudad de Machachi y cabecera parroquial de Alóag; y así proponer alternativas de mejora para que exista un proceso más eficiente, además de mejorar la calidad vida de la ciudadanía.

En un inicio, se hizo un reconocimiento del área de estudio y seguimiento de todo lo que incluye la gestión integral de los residuos sólidos municipales: la recolección, transporte, tratamiento y disposición, que incluye registro fotográfico de todos los procesos. Además, se solicitó tanto al Departamento de Gestión Ambiental como al Departamento de Servicios Públicos del

Municipio del cantón Mejía toda la información que sea necesaria.

Una vez recopilada la información, se aplicó la metodología adecuada para emitir un diagnóstico de los diferentes procesos de separación en la fuente y recolección de los residuos sólidos. Con los resultados obtenidos se detalló las falencias encontradas, posterior a ello, se generó propuestas que mejorarán el sistema, siempre tomando en cuenta el ámbito económico.

1.2.1 JUSTIFICACIÓN

El desconocimiento de los pobladores de una comunidad sobre el daño real o potencial de sus actos sobre la gestión de sus residuos, afecta a el mismo usuario respecto a su salud y otros factores referentes a su entorno; la educación y costumbres juegan un factor importante para que la gestión de residuos sólidos tenga éxito, y esto beneficia a toda la comunidad de Machachi y Alóag.

La separación en la fuente y la recolección diferenciada cumplen un rol protagónico dentro de la gestión integral y es muy comentado, pero no profundizado, por lo que impulsará a repensar la realidad de cómo se está llevando a cabo estos procesos.

Hoy en día, existe una mayor concientización, viéndose reflejada en normativas que procuran una buena gestión de estos desechos tanto peligrosos como no peligrosos. Esto conlleva a un manejo más responsable de los residuos generados, es así, que plantear mejoras adecuadas, optimizará los diferentes procesos que se dan en la gestión integral de los residuos sólidos municipales, mejorando también de este modo la calidad del entorno.

El tema desarrollado pretende dar una solución al manejo inadecuado de los residuos sólidos municipales, a través de un diagnóstico de las condiciones actuales que involucran a la separación en la fuente y recolección diferenciada, para poder elaborar al final propuestas que mejoren la gestión integral de los residuos sólidos municipales.

Con la investigación realizada en este estudio las autoridades del Ilustre Municipio del cantón Mejía, tendrán una substancial herramienta para la toma de decisiones, y poder definir diferentes estrategias que ayuden a mejorar cada vez más al Municipio.

CAPÍTULO 2

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Para comprender el desarrollo de este proyecto de titulación, es pertinente definir la terminología sobre la temática, para dar orientación sobre los procedimientos aplicados.

2.1 DEFINICIONES BÁSICAS

2.1.1 DESECHO

Aquello que queda después de haber escogido lo mejor y más útil de algo. Un bien que, por ser usado o por cualquier otra razón, no sirve a la persona para quien se hizo.(Salazar, 2003)

2.1.2 RESIDUO

Parte o porción que queda de un todo. Aquello que resulta de la descomposición o destrucción de algo material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación(Jaramillo, 1999). Para completar, hay que tener en cuenta que de la misma definición se refiere a algo subjetivo, ya que esto depende de un actor involucrado que determinará si el objeto le sigue siendo útil o no. Siendo la base del reúso y reciclaje(Jaramillo, 1999).

2.1.3 GENERACIÓN DE RESIDUOS

Abarca las actividades en las que los materiales son identificados como si no tuviesen algún valor adicional, y son arrojados o recogidos juntos para la evacuación. Es necesario que en la generación de residuos exista un paso de identificación y que este paso varía con cada residuo en particular(Tchobanoglous, Theissen, & Vigil, 1994).

2.1.4 SEPARACIÓN EN LA FUENTE

Es la clasificación de los residuos sólidos en el sitio donde se generan para su posterior recuperación(Muñoz, 2008)

2.1.5 RECOLECCIÓN SELECTIVA

La recolección selectiva consiste en la separación, en la propia fuente generadora de los componentes que pueden ser recuperados(Muñoz, 2008).

2.1.6 RELLENO SANITARIO

Técnica de ingeniería para el adecuado confinamiento de los residuos sólidos municipales. Que comprende el esparcimiento, acomodo y compactación de los residuos, su cobertura con tierra u otro material inerte por lo menos diariamente, el control de la proliferación de vectores y el manejo adecuado de gases y lixiviados, con el fin de evitar la contaminación del ambiente y proteger la salud de la población(Muñoz, 2008).

2.1.7 RECICLAJE

Es el resultado de una serie de actividades, mediante las cuales ciertos materiales que se volverían basura se apartan, recolectan y procesan para ser usados como materia prima en la manufactura de bienes(Muñoz, 2008).

2.1.8 BOKASHI

Es una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada”; una traducción de esta palabra al español es abono orgánico fermentado. Es diferente al compost, dado que la función del bokashi es activar y aumentar la cantidad de microorganismos benéficos en el suelo, pero también se persigue nutrir el cultivo y suplir alimentos (materia orgánica biodegradable) para los organismos del suelo, mientras que la función del compost es suministrar los minerales como en la nutrición inorgánica a los cultivos(Rocha, 2009).

2.1.9 LIXIVIADO

Es el líquido que contienen los residuos, especialmente la materia orgánica biodegradable, que se acumula en la masa de residuos dispuestos y que tiende a aflorar por las partes más bajas del relleno sanitario (Tchobanoglous, Theissen, & Vigil, 1994).

2.1.10 TRATAMIENTO

Proceso de transformación física, química o biológica de los residuos sólidos para modificar sus características o aprovechar su potencial, a partir del cual se puede generar un nuevo residuo sólido con características diferentes (Jaramillo, 1999).

2.1.11 VECTOR

Ser vivo que puede transmitir enfermedades infecciosas a los seres humanos o a los animales directa o indirectamente. Comprende a las moscas, mosquitos, roedores y otros animales (Muñoz, 2008).

2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

La clasificación de los residuos es muy amplia, dependiendo del carácter que se tome para poder diferenciarlos (Muñoz, 2008), entre estos tenemos:

2.2.1 CLASIFICACIÓN POR ESTADO FÍSICO

Los residuos de acuerdo al estado físico en que se encuentra, se define en los siguientes grupos: sólidos, semisólidos, líquidos y gaseosos (Muñoz, 2008).

2.2.2 CLASIFICACIÓN POR ORIGEN

Se refiere a una clasificación sectorial y no existe límite en cuanto a la cantidad de categorías o agrupaciones que se pueden realizar.

Las categorías más utilizadas de acuerdo a este tipo de clasificación son: domiciliarios; urbanos o municipales; industriales; agrícolas, ganaderos y forestales; mineros; hospitalarios o de centros de atención de salud; de construcción; portuarios y radiactivos(Muñoz, 2008).

2.2.3 CLASIFICACIÓN POR TIPO DE TRATAMIENTO AL QUE SERÁN SOMETIDOS

Este criterio de clasificación es útil para orientar la gestión integral de residuos de un país y particularmente útil cuando el objetivo es definir la infraestructura que se necesita para el tratamiento y la disposición final (Muñoz, 2008).Es así que se tienen como ejemplo:

- Residuos asimilables a residuos urbanos y que por lo tanto se pueden disponer en forma conjunta.
- Residuos para los cuales la incineración es el tratamiento idóneo.
- Residuos que se deben disponer en rellenos de seguridad.
- Residuos generados en grandes cantidades y que por lo que requieren tratamiento particular.
- Residuos pasibles de ser sometidos a un proceso de valorización.

2.2.4 CLASIFICACIÓN POR LOS POTENCIALES EFECTOS DERIVADOS DEL MANEJO

Según Muñoz (2008), los residuos de acuerdo a los efectos derviados del manejo se pueden clasificar en:

Residuos peligrosos: son aquellos residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos, pudiendo generar efectos adversos para la salud o el ambiente.

Residuos peligrosos no reactivos: son residuos peligrosos que han sufrido algún tipo de tratamiento por medio del cual han perdido su naturaleza de peligrosos.

Residuos inertes: son los residuos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Residuos no peligrosos: son los que no pertenecen a ninguna de las tres categorías anteriores.

2.2.5 POR TIPO DE DEGRADACIÓN

Dentro de esta categoría se encuentran los orgánicos de fácil biodegradación que pueden ser restos de alimentos, vegetales, restos de jardín, cáscaras, entre otros; y los inorgánicos de difícil y/o no biodegradación que podrían ser reciclables (Muñoz, 2008).

2.3 PROPIEDADES DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

2.3.1 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Según Berent (2004), las propiedades físicas de los residuos sólidos urbanos se clasifican en:

Peso específico: Es el peso de un material por unidad de volumen, expresado en kg/m^3 , los cuales son utilizados para valorar la masa y volumen total de los residuos a gestionar.

Humedad: Este parámetro es muy variable en los residuos sólidos urbanos, a pesar de esto se ha establecido un rango entre 25 a 60% la cual depende de factores como: las fracciones que constituyen al residuo, las condiciones meteorológicas y el porcentaje de humedad: mezclado o sin mezclar.

Tamaño de partícula y distribución del tamaño: Es una consideración importante dentro de la recuperación de materiales, especialmente por medios mecánicos.

Capacidad de campo: Es la cantidad total de humedad que puede ser retenida por una muestra de residuo sometida a la acción de la gravedad, que tiene su importancia para determinar la formación de lixiviados y varía dependiendo del grado de presión aplicada y del estado de descomposición del residuo, estando en un rango de 50 a 60% para residuos no compactado de origen doméstico y comercial.

Permeabilidad de los residuos compactados: La conductividad hidrológica de los residuos compactados es una propiedad importante, que determina el movimiento de líquidos y gases dentro de un vertedero.

2.3.2 PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Según Berent (2004), las propiedades químicas de los residuos sólidos urbanos son importantes para evaluar las opciones de procesamiento y recuperación, y se clasifican en:

Análisis físico: Este análisis sirve para determinar los componentes combustibles de residuos mediante los siguientes ensayos:

- **Material volátil combustible:** Se determina la pérdida de peso por ignición a 950°C en un crisol cubierto.
- **Carbono fijo:** Se determina el rechazo combustible dejado después de retirar la materia volátil.
- **Ceniza:** Es el peso del rechazo después de la incineración en un crisol abierto.
- **Punto de fusión de la ceniza:** Se define con la temperatura a la cual la ceniza resultante de la incineración de los residuos (a una temperatura que oscila entre 1100°C a 1200°C) se transforma en sólido, producto de la fusión y aglomeración.

Análisis elemental de los componentes de residuos sólidos: Este análisis implica la determinación de los porcentajes de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y ceniza, además de la determinación de halógenos debido a la preocupación por la emisión de compuestos clorados. Esto sirve para definir la

mezcla correcta de materiales residuales necesarios para conseguir relaciones C/N aptas para los procesos de conversión biológica.

Contenido energético: Se refiere al contenido energético de los componentes orgánicos de los residuos sólidos, que se expresa en kJ/kg. Esto se pone a consideración para el diseño de instalaciones de incineración y de recuperación energética.

2.3.3 PROPIEDADES BIOLÓGICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Según Berent (2004), una de las características biológicas de los residuos sólidos se define como: la capacidad de los componentes orgánicos para ser convertidos en gases y sólidos orgánicos e inorgánicos inertes. En la que los vectores y generación de olores estas relacionados directamente con la descomposición del material orgánico.

Biodegradabilidad de los componentes de residuos orgánicos: Una de las maneras para determinar la fracción biodegradable, es el contenido de lignina de un residuo.

2.4 GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Según la ONUDI (2007), La generación de residuos sólidos, es prácticamente inevitable, por eso es fundamental la cooperación entre la ciudadanía que los genera, con la administración que gestiona y busca solucionar los problemas ambientales como: el volumen que ocupa los residuos inorgánicos, los lixiviados generados por la descomposición de la materia orgánica biodegradable, entre otros, con impactos económicos significativos para su adecuado tratamiento y disposición final.

Estos residuos sólidos, en un corto y largo plazo, dependiendo de su ciclo de vida, producen un efecto al medio ambiente, para ello es necesario un sistema de acciones planificadas que abarquen desde su generación hasta su disposición, tomando en cuenta las características socioeconómicas y de volumen, procedencia, costos de emisión y tratamiento, asuntos administrativos y una

consideración para recuperarlos y comercializarlos. Este sistema de acciones se lo conoce con gestión integral de los residuos sólidos.

La gestión de los residuos sólidos urbanos, presupone la aplicación de técnicas, tecnologías y programas que permitan cumplir con objetivos y metas trazados, que van desde la reducción de los residuos desde su origen, optimización de sus procesos, reducción de costos a lo largo de tu su sistema, y la calidad de vida de sus habitantes, considerando las características del sector.

2.4.1 GENERACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

La generación es la primera etapa del ciclo de vida de los residuos, el volumen se relaciona con el número de habitantes, edad, poder adquisitivo, entre otros (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, 2007).

2.4.2 SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA FUENTE

La separación en la fuente permite obtener una mejor calidad de los materiales que pueden recuperarse, revalorizándolo, además de ayudar a la conservación de los recursos naturales y disminuir los efectos negativos sobre el ambiente. Estos residuos se pueden separar con la utilización de recipientes de diferente color para residuos aprovechables (inorgánicos), alimentos o similares (orgánicos biodegradables) y de ser el caso para residuos peligrosos (Quispe, 2010).

Para la separación en la fuente es fundamental la implementación de campañas educativas e informativas dirigidas a la comunidad, con el propósito de promover esta actividad dentro de sus hogares (Briganti J., 2003).

Los residuos sólidos reciclables aprovechables pueden ser: cartón, vidrio, papel, metal férreo, metal no férreo, plástico, madera, textil, los cuales pueden permanecer almacenado por un largo período de tiempo bajo las condiciones adecuadas (Briganti J., 2003).

2.4.2.1 Clasificación de residuos orgánicos e inorgánicos para la separación en la fuente

La separación en la fuente es la clave para un buen sistema de revalorización y sin mucho esfuerzo, para esto, los residuos se separan principalmente en: inorgánicos y orgánicos biodegradables(Quispe, 2010). La tabla 2.1 muestra una separación general de residuos sólidos orgánicos biodegradables e inorgánicos.

Con el conocimiento necesario, y un poco de organización la separación se hace más fácil y posible (Quispe, 2010), si se siguen simples pasos como los siguientes:

- Separar los residuos orgánicos biodegradables e inorgánicos en recipientes de diferente color para una mejor diferenciación. Los recipientes pueden ser: tachos, fundas, entre otros.
- Los envases de plástico, tetra brik y latas pueden copilarse o aplanarse, reduciendo su volumen.
- Los papeles y cartones pueden apilarse lo suficiente ordenados.
- Con los residuos orgánicos biodegradables se puede realizar composto desde nuestros hogares para macetas y jardines o para la venta.

TABLA 2.1 RESIDUOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS

Orgánicos	Inorgánicos
Restos de comida, frutas y verduras	Papeles y cartones
Yerba, té, café	Plásticos
Huevos	Vidrios
	Metales
	Envases tipo Tetra Brik
	Gomas
	Madera

FUENTE: Residuos sólidos urbanos: Una guía para la separación en la fuente, 2010.

2.4.2.2 Importancia de la separación en la fuente

De acuerdo a Quispe (2010), existe una serie de beneficios que vienen junto a la implementación de la separación en la fuente, estos son:

- Revalorización de los residuos que pueden ser recuperables, y el ahorro de recursos utilizados en su producción.
- Permite disminuir la cantidad de residuos que se descargan diariamente en los rellenos sanitarios y; alargan el ciclo de vida de este sitio de disposición final y reducen de la posible contaminación del suelo, agua y aire.
- Aumenta la conciencia en la ciudadanía que incorpora la cultura del ahorro.
- Protege los recursos naturales y el ambiente.
- Genera empleo, para familias que trabajan en la recuperación de ciertos residuos.
- Disminuye costos en traslado de materiales y enterramiento de los residuos.

2.4.3 RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Existe diferentes clases de vehículos para realizar la recolección selectiva dependiendo de diferentes variables como son: capacidad económica de los municipios, accesibilidad, tamaño poblacional, entre otros; desde medios de tracción animal, hasta vehículos de reciclaje con caja abierta, caja cerrada, etc. La Tabla 2.2, se describe las ventajas y desventajas de los tipos de camiones utilizados para la recolección.

Para el proceso de recolección es necesario que la ciudadanía involucrada directamente se encuentre sensibilizada y sea asistido a las charlas de educación ambiental.

TABLA 2.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS TIPOS DE CAMIONES DE RECOLECCIÓN

Descripción del vehículo	Características
Impulsados únicamente por esfuerzo humano	Velocidad de recolección adecuada; facilidad de acceso a calles angostas
Motorizados de pequeña, mediana y alta capacidad sin compactación, de carga manual	Emplea la fuerza humana para cargar los residuos; Al no tener compactación, el volumen que se carga resulta una complicación por falta de espacio.
Motorizados de pequeña, mediana y alta capacidad con compactación, de carga manual	De igual manera que la anterior emplea la fuerza humana para cargar los residuos; La diferencia radica en la compactación que optimiza el volumen a ser cargado en el camión recolector.
Motorizados con compactación y de carga mecanizada.	Facilidad respecto a carga en contenedores. Tiene que elegirse los sitios para los contenedores, al igual que es necesaria inversión inicial elevada a comparación de las anteriores opciones, pero automatiza el proceso como beneficio.

FUENTE: Residuos sólidos urbanos: Una guía para la separación en la fuente, 2010.

El proceso de recolección se realiza puerta a puerta, para el caso de viviendas unifamiliares y para el caso de recolección a los multiusuarios, se realiza en centros de acopio de los residuos, una vez coordinado la disposición (Quispe, 2010).

Por otra parte, en la recolección diferenciada o selectiva, los residuos orgánicos biodegradables son separados de los inorgánicos, no se los recoge conjuntamente; y la recolección en masa, en donde no existe ningún tipo de separación u por lo general tampoco existe una separación posterior (ONUDI, 2007).

2.4.3.1 Variables que intervienen en la recolección de residuos sólidos

Según Muñoz (2008), los parámetros que entran en el proceso sistematizado de recolección, que determinan su eficiencia son:

Distancia del recorrido: Es la distancia total recorrida de camión desde que sale del garaje hasta su regreso, después de la recolección, y disposición final/

Rutas de recolección: Son las zonas que cubre el camión recolector al realizar la recolección.

Frecuencia: Es el número de veces que el camión recolector realiza su actividad en una semana.

Dentro de la recolección se establecen tiempo que miden la eficiencia de esta actividad:

Tiempo muerto necesario: Son los tiempos que se utilizan para el registro de asistencia, revisión de vehículo, recolección de materiales dispersos.

Tiempo muerto no necesario: Es tiempo desperdiciado por los trabajadores, que no son propias de la recolección, como pueden ser el tiempo empleado en comida de los trabajadores o bien en esperar al personal que llega retrasado.

Tiempo de trayecto: Es el tiempo que se demora en trasladarse el vehículo recolector entre el garaje, rutas de recolección y destino final.

2.4.4 EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

El tratamiento de los residuos sólidos urbanos se realiza de acuerdo al estado, o del tipo de residuo.

Planta de reciclaje: Son instalaciones donde se realiza un proceso de clasificación más especializado de los residuos inorgánicos, que permite obtener materiales homogéneos, que son vendidos, y posteriormente pueden ser procesados y reutilizados (GADM, 2012).

Planta de compostaje: En esta planta se aprovecha los residuos orgánicos biodegradables generados y recolectados para generar abono, mediante diferentes

técnicas, los cuales son utilizados por la misma administración, o en su caso vendido (GADM, 2012).

2.4.5 LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

La disposición es el último destino que se le da a los desechos sólidos o residuos sólidos inservibles. La disposición final se realiza en los vertederos o rellenos sanitarios, de forma que los productos dispuestos ahí no representen ningún riesgo para el medio ambiente ni a la salud de la población.

Para la localización de los rellenos sanitarios se debe evaluar alternativas considerando criterios económicos, ambientales, sociales, de accesibilidad, y condiciones climáticas (GADM, 2012).

La presencia de residuos orgánicos biodegradables en el relleno sanitario produce lixiviados, estos deben ser recolectados y enviados a una planta de tratamiento, con el fin de tratarlos hasta que cuente con los límites permisibles para ser descargados a un cuerpo receptor. La alta cantidad de residuos orgánicos biodegradables y condiciones climáticas desfavorables, ayudan a que su volumen aumente y se convierta en un problema debido a su difícil tratamiento (GADM, 2012).

2.5 MARCO LEGAL APLICABLE

La Legislación Ambiental juega un importante rol en cuanto a garantizar los derechos y responsabilidades, así como las competencias para llevar a cabo una correcta gestión de los residuos sólidos, por lo que el análisis de las leyes, reglamentos, normativas son necesarias. Se debe conocer la jerarquía del sistema jurídico, basándose en la pirámide de Kelsen, donde la validez de las normas depende de una norma superior, y a partir de la cual las demás deben su eficiencia y validez; y donde la Constitución de la República del Ecuador del 2008 ocupa el escalón más alto dentro de esta jerarquización. Los puntos fundamentales que tienen conexión con el tema de estudio se encuentran en detalle en el Anexo 1 y su análisis se presenta a continuación:

- **Constitución de la República del Ecuador**

Es la norma suprema que prevalece sobre cualquier otro ordenamiento jurídico.

Los ecuatorianos están en pleno derecho a vivir en un ambiente sano, con las facilidades de sanidad en el sector público, tomando este punto como parte de interés para el tema de estudio de la gestión de los residuos sólidos.

- **Código Orgánico de la Organización Territorial Autonomía y Descentralización**

En el COOTAD se establecen las principales competencias de los GADs y las facultades que deben asumir como ente que puede establecer normas generales a través de ordenanzas aplicables dentro de su territorio, es así que el COOTAD ayuda en cuanto al problema de conflictos de competencias, y evita así cualquier irregularidad. Este código también dicta referente al caso de estudio, que los GADs municipales están encargados de manera progresiva, la instauración de sistemas de gestión integral de residuos para reducir la contaminación ambiental que estos provocan, también la prestación de servicios de saneamiento en todas sus fases.

- **Ley Orgánica de Régimen Municipal**

En lo que concierne al tema de estudio, la presente ley establece que dentro de las funciones primordiales del régimen municipal como los son: la recolección, tratamiento de residuos, así como la planificación e implementación de estrategias para la prevención y atención de estos servicios. Además, enfatiza las competencias de la municipalidad en lo que respecta a residuos sólidos. Aunque cabe añadir que debería fomentarse las experiencias y libre acceso a la información de experiencias de los sistemas implementados en lo que refiere a gestión de residuos sólidos, para poder avanzar de municipio en municipio en un país responsable y cooperativo entre sus localidades.

- **Ley de Gestión Ambiental**

Establece los principios y directrices de política ambiental, determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones.

Establece el sistema descentralizado de gestión ambiental en el país, como un mecanismo de coordinación transitoria, interacción y cooperación entre los distintos ámbitos, sistemas y subsistemas de manejo ambiental y de gestión de recursos naturales.

- Libro VI, de la Calidad Ambiental, del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

El presente Título, establece los siguientes aspectos:

Las normas generales nacionales aplicables a la prevención y control de la contaminación ambiental y de los impactos ambientales negativos de las actividades definidas por la Clasificación Ampliada de las Actividades Económicas de la versión vigente de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme CIIU, adoptada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos;

Las normas técnicas nacionales que fijan los límites permisibles de emisión, descargas y vertidos al ambiente; y, los criterios de calidad de los recursos agua, aire y suelo, a nivel nacional.

En este título también especifica en uno de sus libros que el Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional la gestión integral de los residuos sólidos en el país, como una responsabilidad compartida por toda la sociedad, que contribuya al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas intersectoriales nacionales.

Algunas de las políticas sobre residuos son: Prevención y minimización de los impactos de la gestión integral de residuos sólidos al ambiente y a la salud, con énfasis en la adecuada disposición final. E Impulso y aplicación de mecanismos

que permitan tomar acciones de control y sanción para quienes causen afectación al ambiente y la salud, por un inadecuado manejo de los residuos sólidos.

- **Ordenanza Municipal de acuerdo al Registro Oficial No. 958 que Regula la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el cantón Mejía**

Por último, tenemos la Ordenanza Municipal que se puede apreciar en el Anexo 2, que establece las directrices específicas de las distintas fases de la gestión integral de los residuos sólidos dentro del territorio del cantón Mejía. También los incentivos que recibirá la ciudadanía en caso de llevar una correcta separación y las tarifas establecidas por el servicio de recolección junto con la planilla de consumo de energía eléctrica.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1 ASPECTOS GENERALES DE CIUDAD DE MACHACHI, Y DE LA CABECERA PARROQUIAL DE ALÓAG, CANTÓN MEJÍA

El cantón Mejía es uno de 7 cantones de la provincia de Pichincha, ubicado al sur oriente de esta, con una extensión de 1.410,82 km² según (CONALI, 2014); su cabecera cantonal es la ciudad elegida para el estudio, Machachi. Sus límites son los cantones: al norte Rumiñahui y el Distrito Metropolitano de Quito, y Santo Domingo de los Tsáchilas; al sur Latacunga y Sigchos; al este Archidona; y al oeste Sigchos y Santo Domingo de los Tsáchilas. La figura 3.1 muestra la ubicación geográfica de cantón Mejía, respecto a la provincia de Pichincha y a las parroquias de Alóag y Machachi respecto al cantón Mejía.

Machachi y Alóag son parte de las 8 parroquias del cantón Mejía; entre las que están Aloasí, Uyumbicho, Tambillo, Cutuglahua, Manuel Cornejo Astorga (Tandapi) y El Chaupi.

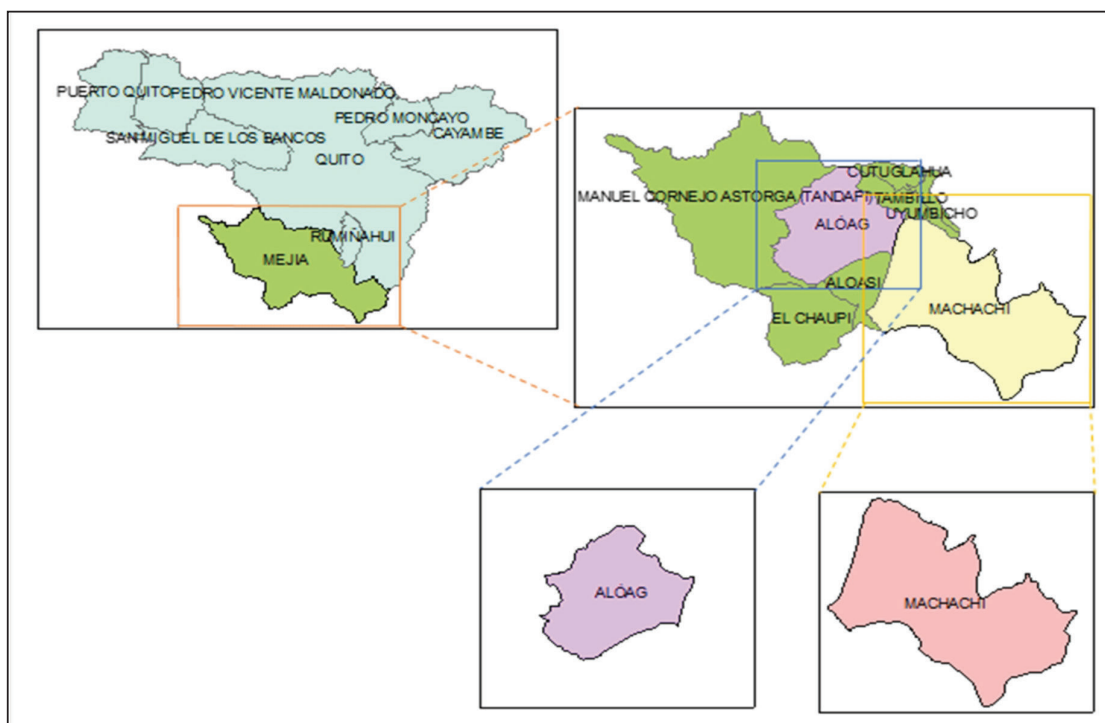
El panorama geográfico del cantón Mejía, como muchos otros municipios andinos, que conectan la costa con la Amazonía, posee un paisaje particular, una geomorfología de relieves variados y un clima diverso en todo el territorio. Aquí se puede diferenciar básicamente, tres zonas naturales: el valle, el páramo y las selvas occidentales, cada cual con sus características naturales y culturales propias de cada región.

➤ Caso Machachi

Machachi se encuentra limitada al norte por la parroquia de Uyumbicho, el cantón Rumiñahui y el DMQ, al sur por la provincia de Cotopaxi, al este por la provincia de Napo y al oeste por las parroquias de Aloás y Alóag.

La cabecera cantonal de Machachi se encuentra a una altura promedio de los 2700 a 2800msnm donde se desarrollan la mayor parte de las actividades de la población del área. Con una latitud de 00° 32' 00" y, una longitud de 78° 30' 00", y una extensión de 468,71 km².

FIGURA 3.1 MAPA UBICACIÓN DE LA CABECERA CANTONAL MACHACHI Y LA PARROQUIA RURAL ALÓAG



FUENTE: INEC 2016

ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

Flora y Fauna

El hecho de que el valle de Machachi sea un paso obligatorio para el ingreso al Parque Nacional Cotopaxi, por el lado sur-oriental de la parroquia, por la zona llamada el Pedregal, y además que gran parte del Parque se encuentra en este,

hace que Machachi cuente con flora de páramo andino, como principales representantes tenemos la chuquiragua, los pajonales, el puma maqui, quishuar, encontramos además mortiño y capulí entre otros. En cuanto a lo que respecta a fauna tenemos la presencia de conejos, venados, tigrillos, zorros, y dentro de las aves, gaviotas andinas, curiquingues, quindes y cóndores, en reducida cantidad ya que se encuentran en peligro de extinción. Además, por la cercanía al Refugio de Vida Silvestre Pasochoa, recibe la visita de algunas especies como el caso de los colibríes y tangaras y otras especies que solo pueden encontrarse en este sector.

➤ **Caso Alóag**

Alóag cuenta con una extensión de 235,47 km² y 9327 hab.(Censo,2010), se encuentra limitado al norte por las parroquias de Cutuglahua, Tambillo y el Distrito Metropolitano de Quito; al sur por las parroquias de Aloasí y el Chaupi; al este por la cabecera Cantonal Machachi, y al oeste por la parroquia de Manuel Cornejo Astorga. Se encuentra a una altura promedio de 3000 a 3200msnm donde se desarrollan la mayor parte de las actividades por parte de población. Está a una latitud de 00° 27' 00" y una longitud de 78° 38' y 00".

Flora y Fauna

Algunas especies endémicas de la zona, tanto de flora como de fauna, aún se conserva, aunque por diversos factores como lo son la tala indiscriminada de bosques o el aumento de la frontera agrícola, varias de estas especies han emigrado o ya no se han visto como de la familia de las Gramíneas y pajonal. Entre las especies de flora que aún se conservan están las familias Apiaceae, Asteraceae, Ericaceae y Pteridophytaceae, registradas por el Herbario Nacional y en DINAREN, y las mismas se encuentran en peligro. Y entre las especies de fauna más representativas están en las familias de aves Ardeidae, Rupicolidae y Troglodytid registradas por el Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales, y también están en peligro. Entre especies de mamíferos tenemos ciervo enano, dato andino, lobo de páramo, conejos, por la presencia de parte del Parque Ilinizas en la parroquia de Alóag por su parte sur.

3.1.1.1 Aspectos ambientales

➤ Caso Machachi

Suelo

El uso de suelo predominante, en el territorio de Machachi, está dominado por una gran extensión de páramo. Lo más preocupante son los sectores de erosión que se encuentran intercalados en el páramo, sin embargo, al interior de las pequeñas unidades productivas de la parte baja, también se evidencia problemas de erosión asociados con los cultivos de papas y maíz, que, según las creencias locales, el posible incremento de zonas erosionadas se debe a la irregularidad del clima (lluvia, épocas secas, etc.).

Orografía

La topografía de la parroquia de Machachi, se compone, principalmente, de fondos de valle y vertientes activas repartidas en todo su territorio; dicha zona se encuentra rodeada por cuatro volcanes principales, como son: el Cotopaxi, Rumiñahui, Pasochoa y Sincholagua.

Hidrología

Las principales fuentes de agua en Machachi son: Acequia Grande: que nace en el río San Pedro y tiene 8 km de longitud, sin revestimiento en su totalidad, 2.500 l/s de caudal, el 90% lo utilizan los hacendados de la zona y el 10% lo utilizan pequeños agricultores.

Clima

El clima aquí es leve y generalmente cálido y templado. Hay precipitaciones durante todo el año. Hasta el mes más seco que es julio, tiene mucha lluvia. El clima aquí es clasificado como Subtropical sin estación seca por el sistema Köppen-Geiger.

La temperatura mínima es de 7°C; la temperatura máxima es de 16 °C y se tiene un promedio anual de temperatura de 12.3 °C.

La media de precipitaciones es de 1043 mm. La velocidad máxima promedio del viento es de 6 m/s, la velocidad mínima promedio del viento es de 4 m/s y la dirección promedio del viento es este. La nubosidad promedio es 5.4 octavos, el máximo es 6 octavos en enero a mayo, y el mínimo, 4 octavos de julio a agosto.

Riesgos

Al igual que en la parroquia de Alóag el factor antropológico, es uno de los que más afecta al ambiente, así por falta de infraestructuras y conocimientos de técnicas para enfrentar situaciones extremas del uso de agua y su contaminación, ya que un factor importante de este recurso en esta localidad es la poca equidad en la distribución de esta (CEPEIGE 2009). También dentro de este factor humano, está el mal uso de técnicas agropecuarias, y la expansión de la frontera agrícola provocando de igual manera deforestación y reducción del páramo, además de empleo de químicos que afectan con el tiempo a la productividad y la expansión de la frontera urbana es muy importante.

Entre los riesgos el que es por peligro volcánico es alto ya que Machachi se encuentra rodeado por volcanes, como ya se mencionó en la orografía de la localidad, al encontrarse rodeado por 4 volcanes, es un factor de mucha relevancia. Y la zona tiene mayor riesgo debido a la existencia principalmente del volcán Cotopaxi, ya que Machachi se encuentra en sus estribaciones, además de las fallas geológicas presentes en el sector son un riesgo a corto o largo plazo. (Casillas L., Cadena C., 2012).

➤ Caso Alóag

Suelo

La utilización del suelo en la parroquia principalmente presenta las siguientes características y actividades:

Bosques de montaña: Formación arbórea montañosa siempre verde, desde los 3200 m.s.n.m. en la vertiente occidental. Esta vegetación se puede apreciar desde la zona de Alóag hacia los estribos occidentales.

Pastizales: Es una zona ganadera, cuyo suelo está ocupado en gran parte por pastos naturales o plantados.

Cultivos: Ocupan menos espacio que los pastos. Los cultivos de tubérculos (papas, mellocos, ocas, mashuas, etc.), cereales (trigo, cebada), hortalizas (lechuga, zanahoria, remolacha, rábano, etc.), leguminosas (habas, arvejas), gramíneas (maíz, morocho), están entre los 3.000 y los 3.100 m.s.n.m. Además, existen importantes canteras de piedra en la Vía Alóag – Santo Domingo.

Orografía:

Entre los principales accidentes orográficos tenemos el Corazón, el Pucará, la Viudita, el Ninahuilca, el Mirador y el Calvario.

Hidrografía:

Los ríos que se originan en esta parroquia son los siguientes: Bombolí y Quitasol. Las vertientes principales son: el Llugshi, la captación desde Portalanza y las secundarias: Tomaducho, la Viudita, Aychapi, Hierba Buena y la Banda.

Clima:

El clima es considerado como ecuatorial meso térmico semihúmedo considerando las siguientes temperaturas. La temperatura mínima es de 3.6°C; la temperatura máxima es de 12,4 °C y si tiene un promedio anual de temperatura de 12.4°C.

La temperatura promedio mensual es de 11,38 °C, con la mayor variedad en los meses de agosto y septiembre. La precipitación promedio es de 1201 mm, la humedad relativa promedio al año es de 77.6 %. La velocidad máxima promedio del viento es de 7.6 m/s, la velocidad mínima promedio del viento es de 4 m/s y la

dirección promedio del viento es este. La nubosidad promedio es 5.4 octavos, el máximo es 6 octavos en enero a mayo, y el mínimo, 4 octavos de julio a agosto. (Plan de Desarrollo Participativo 2012-2025 / Parroquia Alóag)

Riesgos

Entre los principales riesgos identificados que pueden afectar a Alóag tenemos:

El riesgo por peligro volcánico: es uno de los principales riesgos de la zona, por la presencia del volcán Ninahuilca que se ubica a 12 km de Alóag, y tiene varios domos producto de antiguas erupciones holocénicas formando la Viudita, la Viudita Chica, Omoturco y El Renal, aunque no han presentado actividad desde hace 2350 años, según la historia indica que su periodo eruptivo es cada 3000 años aproximadamente, lo que produce cierta incertidumbre por un posible evento eruptivo.

En cuanto al riesgo por deslizamientos o movimiento de masas, no afectan o no presentan mayor peligro a las zonas de asentamientos, sino indirectamente en la zona de la vía Alóag Santo Domingo, donde por sus fuertes pendientes son más vulnerables a este fenómeno.

Por último, está el problema de la mano humana que, provocando deforestación, expansión de la frontera agrícola en conjunto con las malas prácticas agrícolas generan grandes problemas de erosión, degradando la productividad de los suelos, y afectando a grandes extensiones de páramo, bosque tropical y áreas protegidas afectando a los servicios ambientales que estos nos prestan.

3.1.1.2 Aspectos económicos

La centralidad en la actualidad está conformada por la ciudad de Machachi, no solo por con la cantidad de personas que viven ahí, o por ser la cabera cantonal, sino por ser sin duda alguna la concentración de la mayor cantidad de actividades, servicios, comercios y equipamientos del cantón.

La mayor actividad de sus habitantes, es la agricultura, en los que destacan el trigo, quinua, papa, cebada, hortalizas, chocho. Además de la existencia de industria manufacturera y alimenticia que dinamiza la economía de sector. En la tabla 3.1 se nombra los principales establecimientos industriales y agroindustriales establecidos en la parroquia de Machachi.

TABLA 3.1 INDUSTRIA MANUFACTURERA Y ALIMENTICIA DEL SECTOR MACHACHI

Provincia	Cantón	Parroquia	Establecimientos industriales y agroindustriales
Pichincha	Mejía	Machachi	Industria de alimentos lácteos ALPINA
Pichincha	Mejía	Machachi	TENARIS
Pichincha	Mejía	Machachi	FLORMACHACHI
Pichincha	Mejía	Machachi	PROCONGELADOS
Pichincha	Mejía	Machachi	INVEDELCA
Pichincha	Mejía	Machachi	NATUFLOR
Pichincha	Mejía	Machachi	MERCADO CENTRAL MACHACHI

FUENTE: IEE, 2013

ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

➤ **Caso Alóag**

En la parroquia de Alóag, como se aprecia en la Tabla 3.2, la agricultura y ganadería han sido por tradición las principales fuentes de ingreso para su población, que se complementa con el comercio minorista, desempeño como empleados en instituciones públicas, privadas (PDOT-ALOAG, 2012).

Según el INEC (2010), Alóag cuenta con una población económicamente activa (PEA) de 3897 hab., población económicamente inactiva (PEI) de 3422 hab. y población con edad para trabajar (PET) de 7319 hab. Un porcentaje de pobreza alto de 62% y de población de no pobre del 38%.

Actualmente la mayor parte de la parroquia se dedica a producir varios alimentos y a la producción de leche, en menor proporción la explotación minera, industria y atractivos turísticos.

TABLA 3.2 ACTIVIDADES DE LA PARROQUIA ALÓAG

Actividades	Tipo de producción
Agrícola	Maíz, frejol, papas, habas, mellocos, arvejas, zanahoria, remolacha, lechuga
Ganadera	Leche, carne
Florícola	Flores
Minera	Piedra, ripio y arena
Industria, gran empresa y manufactura	Acero, agua y gas, ganadería, producción de champiñones y estaciones de servicio
Atractivos turísticos	Balneario, haciendas, cascadas, paisajes naturales
Servicios turísticos	Hoteles, hosterías y restaurantes

FUENTE: Censo INEC, 2010; GADP, 2010.

ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

3.1.1.3 Aspectos sociales

➤ Caso Machachi

De acuerdo a los datos censales realizados el año 2010, Machachi es uno de los centros más poblados, consecuencia de ser cabecera cantonal y centro de servicios de producción agropecuaria e industrial. Con una población para el año 2010 de 27623 hab. y una proyección poblacional para el 2020 de 34675 hab. Su densidad población para el 2010 era de 59,02 hab/km² y con una proyección para 2015 de 66,13hab/km² y para 2010 de 74,09 hab/km². Una densidad de 5,64 viviendas por hectárea (INEC, 2010).

Además, se pudo observar que la pobreza es directamente proporcional al número de habitantes, donde Machachi cuenta con una incidencia de pobreza por consumo

33,4%, una incidencia de extrema pobreza por consumo de 9,8% y con un porcentaje de 29,95% de desnutrición crónica infantil. (INEC, 2010). La Tabla 3.3 presenta la cobertura de los servicios básicos, donde existe un porcentaje promedio de 75% de cumplimiento, distribuidos en los 43 barrios formados.

TABLA 3.3 COBERTURA DE SERVICIOS BÁSICOS EN MACHACHI

Cobertura	Parroquia	Porcentaje (%)
Agua	Machachi	60
Alcantarillado	Machachi	72
Recolección de basura	Machachi	70
Energía eléctrica	Machachi	98

FUENTE: Censo INEC, 2010

ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

➤ **Caso Alóag**

Alóag, conocida como “La Niña Mimada de los Andes” posee un sinnúmero de patrimonios inmateriales. Cuenta con alrededor de 24 infraestructuras consideradas como patrimonio calificado, construidas en su mayoría entre los años 20 y 50 (GADP, 2010). La parroquia de Alóag se encuentra organizada en 29 barrios, en la Tabla 3.4 presenta los barrios que conforman la parroquia.

TABLA 3.4 BARRIOS DE LA PARROQUIA ALÓAG

No.	Nombre del barrio	11	La Libertad	21	Arrayan
1	Ayahurco	12	Santa Ana de la Concepción	22	Bellavista
2	Oriental	13	La Concepcion	23	Gualilagua
3	La Bahia	14	Aychapicho	24	San Cristobal
4	Rumipamba	15	El Obelisco	25	San Vicente
5	Norte	16	San Juan de Quitasol	26	Miravalle
6	Musuag	17	La Banda	27	Rio Silante
7	Chillagua	18	El Rosario	28	Sur
8	El Cortijo	19	Santa Rosa	29	La Piscina
9	Occidental	20	El Corazon		
10	Novillero de Cocha				

FUENTE: Censo INEC, 2010

ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

En cuanto a su población la mayoría se encuentra auto identificada como mestizo con un 86,10%, seguido por indígena con el 7,40%, afroecuatoriano con 1,70% y negro, mulato, montubio, blanco y otros representan al 4,72%. (Censo, INEC, 2010), y cuentan con una cobertura del servicio de agua potable del 38%, del sistema de alcantarillado junto al de recolección de basura con más del 50% y finalmente una cobertura de energía eléctrica del 91%, de acuerdo a la Tabla 3.5.

TABLA 3.5 COBERTURA DE SERVICIOS BÁSICOS EN ALÓAG

Cobertura	Parroquia	Porcentaje (%)
Agua	Alóag	33
Alcantarillado	Alóag	68
Recolección de basura	Alóag	66
Energía eléctrica	Alóag	91

FUENTE: Censo INEC, 2010

ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

3.1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE MACHACHI Y DE LA CABECERA PARROQUIAL DE ALÓAG, CANTÓN MEJÍA

De acuerdo al INEC (2010) el 77% de hogares elimina sus residuos a través de carros recolectores y el restante lo elimina de diversas formas (botaderos de basura, quebradas alledañas, etc.) que puede causar problemas al ambiente, alterar su paisaje y afectar a la salud de las personas que entran en contacto o están expuestas.

Actualmente la generación de residuos en el país es 4,06 millones de ton/año y una generación per cápita de 0,74 kg. De los GADs, solo el 24% han iniciado procesos de separación en la fuente y el 26% procesos de recuperación de materia orgánica biodegradable.

A partir del 2003, el GAD-Mejía cuenta con un programa de gestión integral de los residuos sólidos urbanos, que incluye separación en la fuente (para la ciudad de

Machachi), recolección, transporte, tratamiento y disposición final, donde el barrido, recolección y transporte está a cargo de la Dirección de Servicios Públicos e Higiene y el tratamiento y disposición final a cargo de la Dirección de Gestión Ambiental.

El cantón cuenta con una planta de reciclaje, compostaje y tratamiento de lixiviado, en Romerillo, parroquia El Chaupi; en este centro ingresan alrededor de 56 ton/d de residuos, recolectadas en todas las parroquias con una cobertura de más del 90% del área urbana y alrededor del 60% en el área rural. (GADM, 2015). Para ello el Consejo del GADM expidió “La ordenanza para la gestión integral de residuos sólidos en el cantón Mejía”, que incluye: generalidades y competencias, objetivos, de los servicios, de la separación en la fuente, de los residuos especiales, de los desechos industriales y peligrosos, de las obligaciones, del control, contravenciones y sanciones, del procedimiento, del centro de reciclaje y, de sus tasas y la “Ordenanza reformativa a la ordenanza para la gestión integral de los residuos sólidos en el cantón Mejía” que lo sustituye el capítulo de tasas.

3.1.2.1 La clasificación en la fuente y la recolección diferenciada

Este componente es fundamental para un buen funcionamiento del sistema de gestión integral e implica una participación directa de la ciudadanía en la separación de los residuos sólidos orgánicos biodegradables e inorgánicos y el almacenamiento en fundas o tachos de basura diferenciados, para su posterior recolección por los servicios públicos pertinentes.

Previamente fue necesario implementar campañas de difusión y capacitación en la población para que la separación se realice correctamente y conozcan los beneficios que trae esta acción, que actualmente funciona en la parte urbana de la ciudad de Machachi; para el caso de Alóag, todavía no se implementa esta acción, pero cuenta con la propuesta para implementarse a corto plazo.

Desde el inicio del proceso de consolidación de la gestión integral de residuos sólidos de Mejía, se adoptó la presencia permanente de un policía municipal, que acompañe los recorridos del camión recolector, con el fin de dar cumplimiento de

normas, llamar la atención a las personas que no cumplan con la separación, y a su vez explicar el proceso. En la actualidad ya no se continúa con esta actividad ya que se considera que la ciudadanía ya debe tener conocimiento total.

De acuerdo a datos recolectados por el GAD Mejía, la composición de los residuos sólidos se presenta en la Tabla 3.6.

TABLA 3.6 COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN MEJÍA

Residuos	Orgánicos	Cartón	Papel	Plástico	Vidrio	Metales	Pañales (otros)	Madera
Porcentaje (%)	53,69	3,62	0,9957	14,1033	2,8	0,24	0,34	SI

FUENTE: GADM, 2010.

ELABORADO POR: Jaramillo A; Rojas B.

Recolección diferenciada

Según el Departamento de Servicios Públicos e Higiene del cantón Mejía, para la recolección diferenciada se consideró 3 días para orgánica biodegradables y 3 días para inorgánica, para la ciudad de Machachi, pero por la baja cantidad de residuos orgánicos recolectados comparados con los inorgánicos, se redujo a dos días.

La recolección se realiza los lunes, miércoles y viernes para los inorgánicos con el recorrido de dos camiones recolectores y, martes y jueves para los orgánicos biodegradables en la ciudad de Machachi (GADM, 2015).

Los residuos domiciliarios, de mercados y de barrido de calles, representan el 94% de la recolección total a nivel cantonal, como se muestra en la Tabla 3.7.

TABLA 3.7PORCENTAJE DE RESIDUOS RECOLECTADOS EN EL SECTOR

Desechos del sector	Domiciliarios	De mercados	Hospitalarios	Comerciales	Industriales	De barrido
Porcentaje (%)	75	12	1	4	1	7

FUENTE: GADM, 2010.

ELABORADO POR: Jaramillo A; Rojas B.

La organización de rutas y frecuencias se realizó con éxito debido a una buena cobertura y del apoyo de GIZ (Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional), además de la existencia de un parque automotor renovado desde el 2008.

Respecto a la cabecera parroquial de Alóag la ciudadanía no separa los residuos, y su recolección es tipo convencional (si separación) debido a la existencia de un parque automotor limitado.

Dentro de la cabecera parroquial de Alóag se recoge los residuos dos veces por semana, martes y jueves, donde se recoge residuos orgánicos e inorgánicos mezclados.

3.1.2.2 Desechos Hospitalarios

A partir del año 2007 que se conformó el Comité Institucional de Desechos Hospitalarios, para el año 2012, 110 establecimientos de salud que cumplen con la normativa de clasificación y disposición de desechos.

Los desechos generados en los centros de salud y consultorios médicos, por su carácter peligroso, era un problema debido a que se mezclaba con los demás residuos, exponiendo a los minadores en el antiguo botadero.

Para la recolección de los desechos hospitalarios, y con la experiencia observada en cantón Azogues, provincia de Cañar, se implementó un pequeño furgón que puede ser remolcado con un vehículo; cada miércoles se realiza el recorrido por los centros de salud de la ciudad de Machachi y quincenalmente para el resto de parroquias. En todos los establecimientos se llena una ficha de registro, y estos desechos contaminantes son depositados en fundas de color rojo y dispuestos en una celda especial para biopeligrosos en el centro de tratamiento y disposición final (GADM, 2012).

Actualmente, la cantidad de desechos hospitalarios recolectados es de aproximadamente de 446 kg/semanal (GADM, 2015).

3.1.2.3 Barrido de calles

Este servicio está organizado en 17 rutas, 7 de ellas fijas y diarias, repartidas en dos turnos, en la madrugada y en el medio día, que cubre el centro de la ciudad de Machachi y las principales plazas y parques; las otras 10 rutas cubren áreas deportivas y calles secundarias, con una frecuencia tres veces por semanas (GADM, 2012).

3.1.2.4 El Centro de tratamiento y disposición final

Los residuos provenientes de Machachi, Alóag, Aloasí, Cutuglagua, Chaupi, Manuel Cornejo Astorga, Uyumbicho y Tambillo, son transportados hasta el Centro de Tratamiento y Disposición Final del cantón Mejía, localizado a 11 km de la ciudad de Machachi, aledaño al antiguo botadero de basura municipal, (clausurado, 2010) y a la quebrada La Unión (límite de la provincia de Pichincha, con Cotopaxi) (GADM, 2012). La Tabla 3.8, muestra algunos datos generales del CTDFM.

El CTDFM dispone de una balanza en su entrada para el registro de pesos ingresados en los camiones recolectores; dentro de sus procesos tienen: a) un sistema de separación mecanizado donde los miembros de la Asociación de Recicladores Romerillo realizan la separación de materiales reciclables que vienen dentro de los residuos inorgánicos; b) un sistema de compostaje-bokashi para el tratamiento de los residuos orgánicos biodegradables mediante composteras; c) el relleno sanitario, donde los residuos que no pueden ser recuperados se disponen finalmente. El relleno incluye una celda de seguridad para la disposición de residuos hospitalarios y una planta para tratamiento de lixiviados. La Figura 3.2 presenta una vista aérea de su distribución. El Anexo 3 muestra el registro de residuos por rutas de recolección del CTDFM.

TABLA 3.8 DATOS GENERALES DE CENTRO DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL ROMERILLOS

Ubicación	El Chaupi, cantón Mejía, provincia de Pichincha	
Coordenadas	x	Y
	766829	9933567
	766961	9933534
	766980	9933278
	767011	9933150
	767065	9932908
	766751	9933150
Dirección	Av. Panamericana Sur a 11km en línea recta desde la ciudad de Machachi	
Área del centro	11.5 ha	
Tipo de actividad:	Disposición final de residuos sólidos del cantón Mejía. Conformado por: relleno sanitario, planta de compostaje, tratamiento de lixiviados	
Horario de trabajo	07h00 a 15h30	

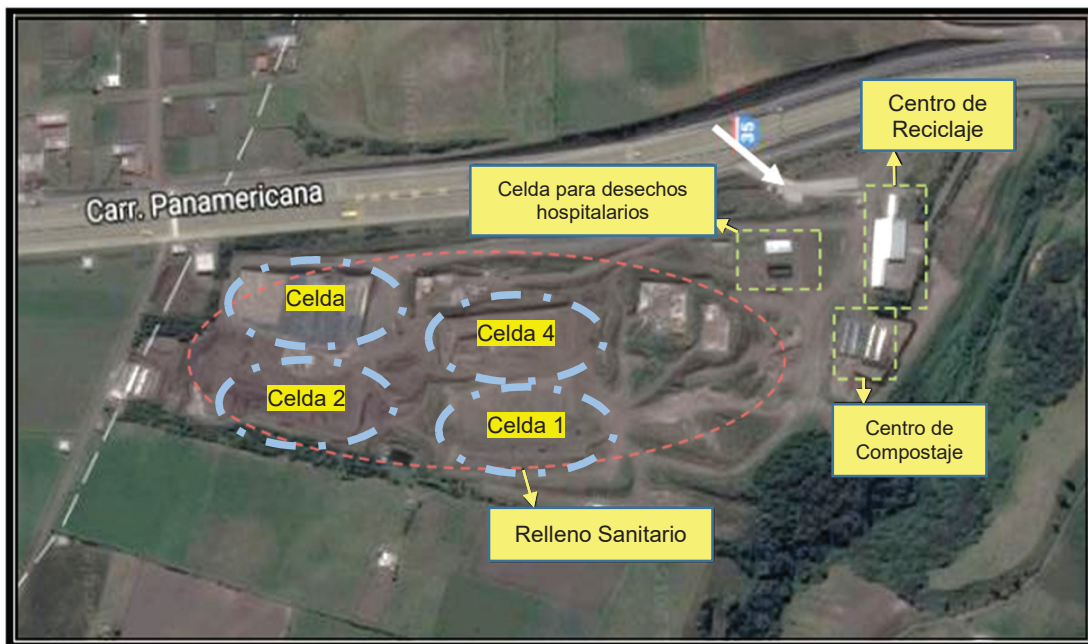
FUENTE: Castillo M., 2015.

ELABORADO POR: Jaramillo A; Rojas B.

La Figura 3.3, muestra el flujograma que siguen los residuos sólidos en el centro de tratamiento y disposición final Romerillo.

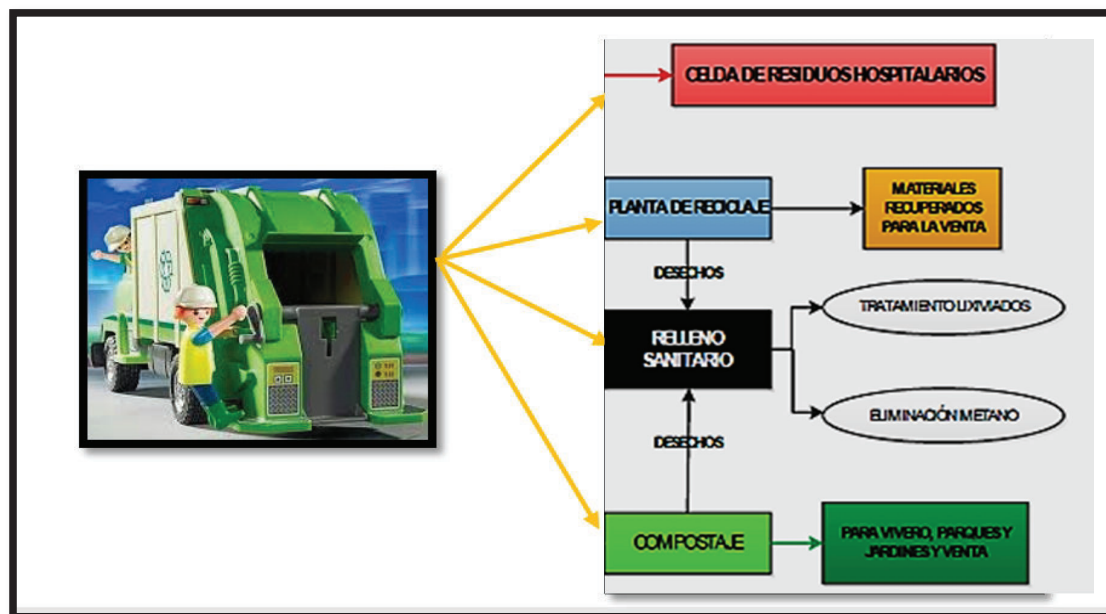
Los residuos orgánicos biodegradables recolectados en plazas y mercados, son enviados a la planta de compostaje donde procesan y transforman en abono, utilizados para parques y jardines de la ciudad, también un porcentaje es comercializado.

FIGURA 3.2 VISTA ÁREA DEL CENTRO TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL ROMERILLO



FUENTE: Jaramillo A., Rojas B.

FIGURA 3.3 FLUJOGRAMA DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS NO PELIGROSOS



FUENTE: Castillo M., 2015.

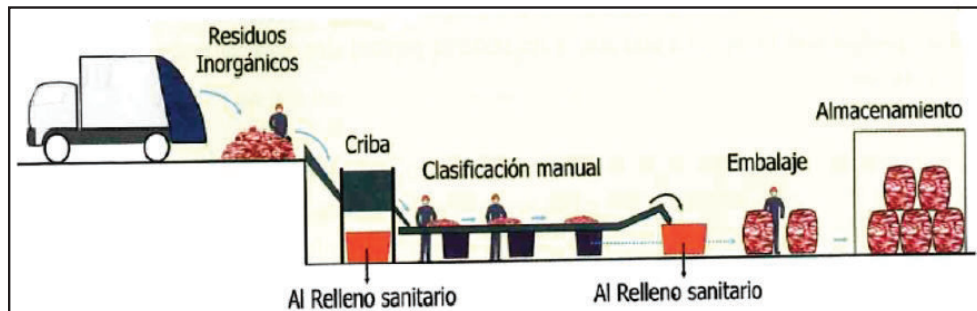
3.1.2.4.1 Área de separación y reciclaje

Los residuos sólidos inorgánicos recolectados los días lunes, miércoles y viernes en la ciudad de Machachi son transportados hasta el CTDFM y descargados a la entrada del centro de reciclaje, donde posteriormente ingresan hasta la criba tambor, que separa los residuos finos y el material restante pasa a la banda de separación, donde los integrantes de la Asociación de Recicladores Romerillo¹ realiza la recuperación de cartón, plásticos, caucho, botellas de vidrio, chatarra, entre otros, que son aptos para ser reciclados. Ver FIGURA 3.4.

Los miembros de la Asociación Romerillos no son empleados municipales, sino que en convenio con la municipalidad realizan la actividad de reciclaje.

La planta de reciclaje incluye hangar de 505 m², equipada con: criba tambor, bandas transportadoras, coches de transporte, prensas hidráulicas, lavadora de plásticos, sierra cinta y el molino de plásticos.

FIGURA 3.4 ESQUEMA CENTRO DE RECICLAJE



Fuente: GADM-GIZ, 2012

Los materiales recuperados son embalados en pacas y almacenados para su posterior entrega a un gestor ambiental autorizado por el MAE.

1. Los miembros de la Asociación Romerillos, no son empleados municipales, sino que en convenio con la municipalidad realizan la actividad de reciclaje.

Los residuos que no han sido recuperados y los finos son conducidos inmediatamente al relleno sanitario para su confinamiento. De acuerdo al GADM (2015), se determinó un promedio mensual de 48,05 m³/mes de residuos inorgánicos reciclables.

3.1.2.4.2 Planta de Compostaje

Los residuos sólidos orgánicos biodegradables recolectados los martes y jueves en la ciudad de Machachi son ingresados al centro de compostaje en un promedio de 13,5 ton/mes, de los cuales 4.17 toneladas/mes en promedio son recuperadas (GADM, 2015).

Para el proceso productivo del bokashi se cuenta con un invernadero cubierto de 502,2 m² de área, de la cual un área de 36 m² es pavimentada, aquí ingresan los residuos orgánicos biodegradables para su posterior ubicación en las picadoras, el proceso consiste en la trituración del material y para facilitar el proceso de degradación.

La técnica usada se denomina bokashi, consiste en agregar un líquido compuesto con bacterias para acelerar el proceso de degradación.

3.1.2.4.3 Relleno Sanitario

El área que compone el relleno sanitario, se puede identificar dos sectores:

- Fase Cerrada: Primera, segunda y tercera celda de relleno.
- Fase en construcción: fase actual (cuarta celda).

3.1.2.4.3.1 Fase cerrada

Estos cubetos constan de un sistema de impermeabilización con geomembrana, sistema de drenaje de lixiviados hacia la piscina de almacenamiento. Estas fases están finalizadas y cerradas correctamente, con un sistema de chimeneas para la eliminación de biogás.

3.1.2.4.3.2 Fase en construcción

La cuarta fase actualmente está en construcción, implementándose todas las medidas necesarias para un correcto funcionamiento como: la impermeabilización mediante una geomembrana, sistemas de drenaje para lixiviados.

3.1.2.4.3.3 Planta de tratamiento de lixiviados

Tiene tres procesos de tratamiento. Inicialmente los lixiviados pasan a una piscina de almacenamiento, en la cual, mediante tiempos de retención y gravedad, logra separar los sólidos sedimentables. Paso seguido se adiciona un coagulante y entra a un proceso de aireación por bombeo mediante un sistema charolas, donde se oxigena el líquido.

Este lixiviado mezclado con el coagulante es bombeado al sistema secundario, que consiste en un proceso de mezcla lenta y sedimentación, además de un sistema de charolas para una segunda aireación.

Y, por último, el tratamiento biológico, que, por medio de un pantano seco artificial como medio de pulido, pueda ser descargado posteriormente.

3.1.3 DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE MACHACHI, Y DE LA CABECERA PARROQUIAL DE ALÓAG, CANTÓN MEJÍA

En esta sección se llevó a cabo el análisis de la gestión actual de los residuos sólidos, tanto en la ciudad de Machachi como en la parroquia Alóag y que están bajo de la competencia del gobierno municipal.

De acuerdo con los diferentes procesos que forma parte de la gestión integral se ha considerado el análisis de la separación en la fuente, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales.

3.1.3.1 Separación y almacenamiento de los residuos sólidos

La separación en la fuente es un componente clave para una buena gestión de los residuos sólidos urbanos, debido a que implica una relación directa con la ciudadanía, quien debe seleccionar los residuos orgánicos biodegradables e inorgánicos y almacenarlos en diferentes recipientes, previo a su recolección por parte del departamento de servicios públicos mediante su campaña de recolección.

A inicios de la implementación de la separación en la fuente, entre los años 2003 y 2006 se capacitó a la población mediante charlas, campañas y programas de sociabilización para un correcto almacenamiento de los residuos sólidos, en la que entre los requerimientos estaba la utilización de recipientes de color verde para residuos orgánicos biodegradables, y negro para residuos inorgánicos, con el fin de tener una fácil distinción. La clasificación de los residuos por parte de la población en sus inicios tuvo sus falencias, pero progresivamente fue mejorando gracias a las campañas permanentes de difusión.

➤ **Caso Machachi**

Para la verificación del actual funcionamiento se procedió a realizar los recorridos junto con los camiones recolectores, por la ruta oriental y occidental, para conocer la conducta de la ciudadanía respecto a la temática de la separación en la fuente y recolección.

Tanto en el recorrido por la parte oriental como en la occidental, se observó que la mayoría de personas colocan las fundas de los residuos en la parte externa de sus viviendas (veredas), las fundas usadas preferentemente son de color negro, tanto para los días donde se recolecta los residuos inorgánicos como orgánicos. Los recipientes ubicados en las veredas, ocupan un segundo lugar y en tercer lugar las fundas colocadas en la parte superior del cerramiento.

Durante el recorrido se observó una alta presencia de perros callejeros, que merodean las fundas y recipientes de residuos dispuestos por la ciudadanía para

su posterior recolección. Este problema afecta el aspecto paisajístico y de limpieza de la ciudad, además demora la recolección.

La Fotografía 3.1, muestra la disposición de residuos inorgánicos por parte de la ciudadanía en fundas plásticas previo a su recolección.

FOTOGRAFÍA 3.1 DISPOSICIÓN EN VEREDA DE RESIDUOS INORGÁNICOS LOS DÍAS LUNES, MIÉRCOLES Y VIERNES, EN FUNDAS DE BASURA



ELABORADO POR: Jaramillo A; Rojas B.

La Fotografía 3.2 muestra la disposición de residuos inorgánicos por parte de la ciudadanía en recipientes previo a su recolección.

En la Fotografía 3.3 muestra la presencia de animales cerca los puntos de disposición de los residuos por parte de la ciudadanía previa a su recolección.

En la Fotografía 3.4, muestra la disposición de residuos orgánicos biodegradables por parte de la ciudadanía en fundas previo a su recolección.

FOTOGRAFÍA 3.2 DISPOSICIÓN EN VEREDA DE RESIDUOS INORGÁNICOS EN RECIPIENTES



ELABORADO POR: Jaramillo A; Rojas B

FOTOGRAFÍA 3.3 PRESENCIA DE ANIMALES MERODEANDO EN RESIDUOS INORGÁNICOS



ELABORADO POR: Jaramillo A; Rojas

La Fotografía 3.4, muestra la disposición de residuos orgánicos biodegradables por parte de la ciudadanía en fundas previo a su recolección.

Presencia de animales en los residuos orgánicos biodegradables dispuestos por la ciudadanía previa a su recolección se indica en la Fotografía 3.5.

FOTOGRAFÍA 3.4 DISPOSICIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS BIODEGRADABLES EN FUNDAS DE BASURA



ELABORADO POR: Jaramillo A; Rojas B.

FOTOGRAFÍA 3.5 PRESENCIA DE ANIMALES ESCARBANDO EN RESIDUOS ORGÁNICOS BIODEGRADABLES



ELABORADO POR: Jaramillo A; Rojas B.

➤ Caso Alóag

En esta parroquia, no existe una separación en la fuente de los residuos orgánicos biodegradables e inorgánicos. La ciudadanía no realiza la diferenciación en los

residuos y son dispuestos en fundas y recipientes en veredas sin ningún tipo de separación.

En el recorrido se observó una alta presencia de perros, que merodean las fundas y en muchos casos esparcen los residuos, dando un mal aspecto.

La Fotografía 3.6 indica la disposición de los residuos por parte de la ciudadanía en fundas previo a su recolección.

La Fotografía 3.7 indica la disposición de los residuos por parte de la ciudadanía en recipientes de plástico previo a su recolección.

FOTOGRAFÍA 3.6 DISPOSICIÓN EN VEREDA DE RESIDUOS EN FUNDAS DE BASURA



ELABORADO POR: Jaramillo A; Rojas B.

FOTOGRAFÍA 3.7 DISPOSICIÓN EN VEREDA DE RESIDUOS EN RECIPIENTES



ELABORADO POR: Jaramillo A; Rojas B.

3.1.3.2 Recolección de los residuos solidos

La recolección de los residuos tanto orgánicos como inorgánicos se realizan mediante rutas establecidas por parte del departamento de servicios públicos y cumplidas por el personal de recolección. El Anexo 4 indica el mapa de rutas de recolección para el caso de la ciudad de Machachi y de cabecera parroquial Alóag.

➤ Caso Machachi

Inicialmente la recolección diferenciada en la ciudad de Machachi contempló tres días para la recolección de residuos orgánicos biodegradables y tres para residuos inorgánicos, pero debido a que la población tiende a utilizar los residuos orgánicos biodegradables como alimento de animales domésticos o como abono, su volumen era escaso, por lo que, se estableció dos días para su recolección.

La definición de rutas y frecuencias no representó obstáculo alguno, además se renovó el parque automotor, contando ese entonces con el equipo adecuado para la recolección. Como plus se implementó el pago de multas por parte de la ciudadanía que no cumplía con la separación.

Actualmente la recolección dentro de la cabera cantonal de Machachi lo realiza dos carros recolectores-compactadores, divididas en dos rutas, la parte occidental y la parte oriental, con la ayuda de dos colaboradores cada uno para la recolección manual. La tabla 3.9 y 3.10 muestran información de recolección y especificaciones de los camiones de recolección proporcionados por el Departamento de Servicios Públicos.

TABLA 3.9 INFORMACIÓN DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS INORGÁNICOS EN CIUDAD DE MACHACHI

No. Camiones Recolectores	Vehículo Asignado	Conductor	Ruta	Capacidad máxima (m ³)	Horario	Número via/ día
1	Recolector No. 15	Sr. Carlos Gallo	Centro-Oriental	15291	7h00-15h00	1 viaje
1	Recolector No. 16	Sr. Fabian Velasquez	Centro-Occidental	15291	7h00-15h00	1 viaje

FUENTE: GADM, 2016.
ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

TABLA 3.10 CARACTERÍSTICAS DE LOS CAMIONES RECOLECTORES DE LA CIUDAD DE MACHACHI

No. Camión	15	16
Marca	HINO GH	HINO GH
Placa	PMA-4016	PMA-4015
Color	Blanco	Blanco
Año	2015	2015
Capacidad (m ³)	15291	15291

FUENTE: GADM, 2016.

ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

Los sectores recorridos durante la recolección de los residuos sólidos inorgánicos para el sector oriental son los que se aprecian en la Tabla 3.11.

Para el sector occidental la recolección de los residuos inorgánicos se distribuye como se ve en la Tabla 3.12.

TABLA 3.11 RECORRIDO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS INORGÁNICOS DEL SECTOR ORIENTAL DE LA CIUDAD DE MACHACHI

	Sectores
Lunes	Calle Colon; Bolívar; N. España; Sucre; Venezuela; Rumiñahui; El Hogar; Atahualpa; Colombia; Pérez Pareja; José Mejía; García Moreno; 10 de agosto; Panzaleo; Caras; Barriga; Av. Pablo Guarderas; Barrio La Bomba; Complejo Deportivo; Urbanización San Antonio, Lotización de Trabajadores Municipales: Av. Fernández Salvador.
Miércoles	Calle Colon; Bolívar; N. España; Sucre; Venezuela; Rumiñahui; El Hogar; Atahualpa; Colombia; Pérez Pareja; José Mejía; García Moreno; 10 de agosto; Panzaleo; Caras; Barriga; Av. Pablo Guarderas; Barrio La Bomba; Ciudadela El Campo; Complejo Deportivo; Urbanización San Antonio, Lotización de Trabajadores Municipales: Av. Fernández Salvador.
Viernes	Calle Colon; Bolívar; N. España; Sucre; Venezuela; Rumiñahui; El Hogar; Atahualpa; Colombia; Pérez Pareja; José Mejía; García Moreno; 10 de agosto; Panzaleo; Caras; Barriga; Av. Pablo Guarderas; Barrio La Bomba; Ciudadela El Campo; Complejo Deportivo; Urbanización San Antonio, Lotización de Trabajadores Municipales: Av. Fernández Salvador.

FUENTE: GADM, 2016.

ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

Para la recolección de residuos sólidos orgánicos biodegradables, solo se emplea un camión recolector, por la cantidad generada por la población.

Los camiones recolectores son los mismos tanto para los residuos orgánicos biodegradables e inorgánicos, pero a diferencia que se da de forma aleatoria, es decir un camión por semana, ya que realiza un solo vehículo la recolección completa tanto en la parte oriental como la occidental en un solo viaje. En la Fotografía 3.8, se muestra la recolección manual de residuos, y parte del vehículo recolector.

TABLA 3.12 RECORRIDO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS INORGÁNICOS DEL SECTOR OCCIDENTAL DE LA CIUDAD DE MACHACHI

	Sectores
Lunes	Calle Barriga; El Chan; calle González Suarez; Parque Central; Av. Amazonas; calle Manuel German; Pérez Pareja; Antonio Benítez; Rafael Arroba; ciudadela Hno. Miguel; El timbo; Av. Amazonas; Av. Kennedy; Av. Amazonas; 11 de noviembre; calle Colombia; Luis Cordero; Pérez Pareja; González Suarez; Luis Cordero; ciudadela Álamos; González Suarez; José Mejía; Colombia; Cristóbal Colon; 10 de agosto y Antonio Benítez; Cooperativa Mariana de Jesús, Hospital de Machachi.
Miércoles	Calle Barriga; El Chan; calle González Suarez; Parque Central; Av. Amazonas; calle Manuel German; Pérez Pareja; Antonio Benítez; Rafael Arroba; ciudadela Hno. Miguel; El timbo; Av. Amazonas; Av. Kennedy; Av. Amazonas; 11 de noviembre; calle Colombia; Luis Cordero; Pérez Pareja; González Suarez; Luis Cordero; ciudadela Álamos; González Suarez; José Mejía; Colombia; Cristóbal Colon; 10 de agosto y Antonio Benítez; Cooperativa Mariana de Jesús, Hospital de Machachi.
Viernes	Los Ilinizas; Calle Barriga; El Chan; calle González Suarez; Parque Central; Av. Amazonas; calle Manuel German; Pérez Pareja; Antonio Benítez; Rafael Arroba; ciudadela Hno. Miguel; El timbo; Av. Amazonas; Av. Kennedy; Av. Amazonas; 11 de noviembre; calle Colombia; Luis Cordero; Pérez Pareja; González Suarez; Luis Cordero; ciudadela Álamos; González Suarez; José Mejía; Colombia; Cristóbal Colon; 10 de agosto y Antonio Benítez; Cooperativa Mariana de Jesús, Hospital de Machachi.

FUENTE: GADM, 2016.

ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

La recolección para los residuos orgánicos biodegradables se realiza los días martes y jueves, como se especifica en la Tabla 3.13.

TABLA 3.13 INFORMACIÓN DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS BIODEGRADABLES EN CIUDAD DE MACHACHI

No. Camiones Recolectores	Vehículo Asignado	Conductor	Ruta	Capacidad (m ³)	Horario	Numero de viaje por día
1	Recolector No. 15/No. 16	Sr. Carlos Gallo/ Sr. Fabian Velasquez	Oriental y Occidental	15291	7h00-15h00	1 viaje

FUENTE: GADM, 2016.

ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

Los sectores recorridos durante la recolección de los residuos sólidos orgánicos biodegradables para el sector urbano de la ciudad de Machachi son los de la Tabla 3.14.

TABLA 3.14 RECORRIDO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA CIUDAD DE MACHACHI

	Sectores
Martes	Los Ilinizas; Calle Barriga; El Chan; calle González Suarez; Parque Central; Av. Amazonas; calle Manuel German; Pérez Pareja; Antonio Benítez; Rafael Arroba; ciudadela Hno. Miguel; El timbo; Av. Amazonas; Av. Kennedy; Av. Amazonas; 11 de noviembre; calle Colombia; Luis Cordero; Pérez Pareja; González Suarez; Luis Cordero; ciudadela Álamos; González Suarez; José Mejía; Colombia; Cristóbal Colon; 10 de agosto y Antonio Benítez; Cooperativa Mariana de Jesús, Hospital de Machachi; Calle Barriga; El Chan; calle González Suarez; Parque Central; Av. Amazonas; calle Manuel German; Pérez Pareja; Antonio Benítez; Rafael Arroba; ciudadela Hno. Miguel; El timbo; Av. Amazonas; Av. Kennedy; Av. Amazonas; 11 de noviembre; calle Colombia; Luis Cordero; Pérez Pareja; González Suarez; Luis Cordero; ciudadela Álamos; González Suarez; José Mejía; Colombia; Cristóbal Colon; 10 de agosto y Antonio Benítez; Cooperativa Mariana de Jesús, Hospital de Machachi.
Jueves	Los Ilinizas; Calle Barriga; El Chan; calle González Suarez; Parque Central; Av. Amazonas; calle Manuel German; Pérez Pareja; Antonio Benítez; Rafael Arroba; ciudadela Hno. Miguel; El timbo; Av. Amazonas; Av. Kennedy; Av. Amazonas; 11 de noviembre; calle Colombia; Luis Cordero; Pérez Pareja; González Suarez; Luis Cordero; ciudadela Álamos; González Suarez; José Mejía; Colombia; Cristóbal Colon; 10 de agosto y Antonio Benítez; Cooperativa Mariana de Jesús, Hospital de Machachi.

FUENTE: GADM, 2016.

ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

FOTOGRAFÍA 3.8 VISTA DE RECOLECCIÓN MANUAL Y DEL VEHÍCULO RECOLECTOR



FUENTE: Jaramillo A; Rojas B.

➤ Caso Alóag

En el caso de la parroquia Alóag, la recolección de residuos sólidos municipales es de tipo convencional (no existe separación en la fuente, por lo tanto, se recolección los residuos mezclados) debido a que no se ha integrado el proceso de separación en la fuente.

Actualmente, la recolección dentro de la parroquia de Alóag lo realiza un camión recolector-compactador con la ayuda de dos colaboradores para la recolección manual. Las rutas cubiertas varían dependiendo de día, para cubrir los diferentes sectores de la parroquia. Para el caso de la recolección en la cabecera parroquial los recorridos se realizan los días martes y jueves como se especifica en la Tabla 3.15, las características del vehículo compactador se muestran en la Tabla 3.16 y la información básica del proceso de recolección en la Tabla 3.17.

TABLA 3.15 INFORMACIÓN DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS INORGÁNICO Y ORGÁNICOS EN LA CABECERA PARROQUIAL ALÓAG

No. Camiones Recolectores	Vehículo Asignado	Conductor	Ruta	Capacidad (m ³)	Horario	Número de viaje por día
1	Recolector No. 5	Sr. Alfonso Noroña	Parroquia Alóag	15291	7h00-15h00	1 viaje

FUENTE: GADM, 2016.

ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

TABLA 3.16 CARACTERÍSTICAS DEL CAMIÓN RECOLECTOR DE LA CABECERA PARROQUIAL ALÓAG

No. Camion	5
Marca	HINO GH
Placa	PMA-2230
Color	Blanco
Año	2009
Capacidad (m³)	15291

FUENTE: GADM, 2016.

ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

TABLA 3.17 RECORRIDO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS CABECERA PARROQUIAL ALÓAG

	Sectores
Martes	Tenaris, Parroquia Aloag; todo el centro; Bahía de Caraquez; Gregorio Cando; Tomas Pazmino; Luis Pazmino; Hacienda Gualilagua de Laso; Colegio Aloag; Escuela Colombia; Octavio Pazmino; Escuela Selfina Castro; Miguel Salazar; Parque Aloag; Calle Jose Camino; Barrio 11 de noviembre; Panamericana via Aloag Santo Domingo; Barrio La Isla; Panamericana norte; La Banda; Nuevo Aloag; La Libertad. Adelca.
Jueves	Parroquia Aloag; todo el centro; Bahía de Caraquez; Gregorio Cando; Tomas Pazmino; Luis Pazmino; Hacienda Gualilagua de Laso; Colegio Aloag; Escuela Colombia; Octavio Pazmino; Escuela Selfina Castro; Miguel Salazar; Parque Aloag; Calle Jose Camino; Barrio 11 de noviembre; Panamericana via Aloag Santo Domingo; Barrio La Isla; Panamericana norte; La Banda; Nuevo Aloag; La Libertad.

FUENTE: GADM, 2016.

ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

En la Fotografía 3.9 se observa el proceso de recolección manual por parte de los trabajadores municipales.

FOTOGRAFÍA 3.9 RECOLECCIÓN MANUAL POR PARTE DE LOS TRABAJADORES MUNICIPALES



ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

3.1.3.3 Transporte de los residuos sólidos

Dentro de la gestión de residuos sólidos municipales en el cantón Mejía, no existe una estación de transferencia, ver Tabla 3.18 y 3.19, es decir, el camión recolector transporta directamente los residuos hasta el CTDFM.

➤ Caso Machachi

El Centro de Tratamiento y Disposición Final se encuentra a 11 km de la ciudad de Machachi.

En el caso de la recolección de materia inorgánica biodegradable, lo realizan dos camiones recolectores desde las 7h00 hasta aproximadamente 12h30, posterior a ello se dirigen al relleno ubicado en sector de Romerillo a una velocidad aproximada de 30 km/h.

En el caso de la recolección de residuo orgánica biodegradable, lo realiza un camión recolector desde las 7h00 hasta aproximadamente 13h00, después se dirige al relleno ubicado en sector de Romerillo con velocidad media de 30 km/h.

TABLA 3.18 DISTANCIA DE RUTA ORGÁNICOS E INORGÁNICOS EN MACHACHI

Conductor	Ruta	Distancia recorrida (Km)
Sr. Gallo/ Sr. Velasquez	Oriental y Occidental (orgánicos)	73
Sr. Gallo	Oriental (inorgánicos)	58
Sr. Velásquez	Occidental (inorgánicos)	53

FUENTE: GADM, 2016

ELABORADO POR: Jaramillo A; Rojas B.

➤ Caso Alóag

Para la parroquia de Alóag, el camión recolector comienza su jornada a las 7h00 desde el canchón ubicado en Machachi, alrededor de las 12h00 a 13h00 termina

de recoger los residuos para dirigirse hasta el centro de tratamiento y disposición final a una velocidad aproximada de 30 km/h.

TABLA 3.19 DISTANCIA DE RUTA EN LA CABECERA PARROQUIAL DE ALÓAG

Conductor	Ruta	Distancia recorrida (Km)
Alfonso Noroña	Cabecera parroquial Alóag	62

FUENTE: GADM, 2016

ELABORADO POR: Jaramillo A; Rojas B.

3.1.3.4 Tratamiento de los residuos solidos

Cumpliendo con la ley de gestión ambiental el CTDFM, cuenta con la Licencia Ambiental No. 162, emitida por el Ministerio del Ambiente para el funcionamiento del Relleno Sanitario.

Para tener una mejor perspectiva de los diferentes tratamientos que se dan en el Centro de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos del cantón Mejía, este título se ha dividido en dos secciones: en la primera sección está el tratamiento que se les da a los residuos provenientes de Machachi y la segunda sección lo que se realiza con los desechos provenientes de la cabecera parroquial de Alóag.

➤ Caso Machachi

Los residuos que provienen de la ciudad de Machachi, llegan separados como ya se trató anteriormente, por lo que eran depositados directamente, tanto a la sección de recuperación y reciclaje los residuos inorgánicos, como a la sección de compostaje, los residuos orgánicos biodegradables.

Pero en la actualidad para mejorar la recuperación de los residuos, los camiones recolectores proceden directamente a depositar todo lo recolectado cerca del cubeto, ver Fotografía 3.11, donde el personal de minadores de la asociación Romerillo, ver Fotografía 3.12, extraen solo los materiales que podrán ser

recuperados y los colocan en saquillos, que posteriormente son transportados al área de desembarque de la planta de reciclaje, ver Fotografía 3.10, y así mejorar la eficiencia de recuperación. Además, actualmente no todos los residuos orgánicos biodegradables provenientes de Machachi van para la planta de compostaje, ya que recientemente reciben champiñonaza de una empresa cercana, que funciona mejor para la producción de compost y la planta no abastece para la producción de todo el material orgánico biodegradable.

FOTOGRAFÍA 3.10 ÁREA DE DESEMBARQUE DE RESIDUOS INORGÁNICOS PARA SU RECUPERACIÓN



FUENTE: Jaramillo A., Rojas B.

FOTOGRAFÍA 3.11 DESEMBARQUE DE RESIDUOS EN EL CUBETO



FUENTE: Jaramillo A., Rojas B.

FOTOGRAFÍA 3.12 MINADORES DE LA ASOCIACIÓN ROMERILLO RECUPERANDO MATERIALES RECICLABLES



FUENTE: Jaramillo A., Rojas B.

- *Residuos Inorgánicos*

La planta de separación está implementada en un hangar de 505 m² y está equipada con las siguientes maquinarias: tambor criba, banda transportadora, coches de transporte, prensas hidráulicas, obtenidos con la participación de cooperación japonesa. Donde se tiene un promedio mensual de 1055 Ton de ingreso como se indica en la Tabla 3.20.

TABLA 3.20 CANTIDAD DE RESIDUOS INORGÁNICOS QUE INGRESAN AL CTFD, 2015

Material Inorgánico Ingresado 2015	
Mes	Toneladas
Julio	1051,43
Agosto	1020,35
Septiembre	1062,74
Octubre	1064,78
Noviembre	1036,26
Diciembre	1098,11
Total	6333,69
Prom Ton/mes	1055,61

ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

Los residuos que ingresan pasan por un tambor rotatorio para separar los materiales, donde se desprenden materiales más pequeños que no podrán ser recuperados y serán transportados al relleno sanitario, los residuos retenidos en el tambor pasan por un banda transportadora de aproximadamente 6m de longitud por 0,7 m de ancho donde los minadores de la asociación Romerillo manualmente separan los residuos reciclajes, como: papel, cartón, botellas PET, botellas de vidrio, etc.; lo que queda al final de la banda es material que no es aprovechable, y es enviado al relleno sanitario.

Las fotografías 3.13 y 3.14 muestran al tambor criba y la banda transportadora que cuenta el centro de reciclaje, respectivamente.

FOTOGRAFÍA 3.13 TAMBOR CRIBA



FUENTE: Jaramillo A., Rojas B.

FOTOGRAFÍA 3.14 BANDA TRANSPORTADORA



FUENTE: Jaramillo A., Rojas B.

Los materiales reciclables separados por tipo son colocados en carritos para cada tipo de material separado, a excepción de las botellas plásticas, que se llevan a las prensas hidráulicas, para reducir su volumen y empacarlas. La Fotografía 3.15. Muestra el compactador de material reciclable que se utiliza en la planta.

Al final de estos procesos, para los diferentes materiales, se los lleva a cubículos como se aprecia en la Fotografía 3.16, para su almacenamiento, hasta ser retirados por el comprador.

FOTOGRAFÍA 3.15 COMPACTADOR DE MATERIAL RECICLABLE



FUENTE: Jaramillo A., Rojas B.

FOTOGRAFÍA 3.16 ALMACENAMIENTO DE MATERIAL RECICLABLE



FUENTE: Jaramillo A., Rojas B.

Al final teniendo una recuperación promedio como se indica en la Tabla 3.21.

TABLA 3.21 CANTIDAD DE MATERIAL INORGÁNICO RECICLADO, 2015

Material Inorgánico Recuperado 2015	
Mes	Toneladas
Julio	53,27
Agosto	36,41
Septiembre	52,296
Octubre	43,7
Noviembre	43,7
Diciembre	58,93
Total	288,306
Promedio Ton/mes	48,051

ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

- Residuos Orgánicos Biodegradables

Los residuos orgánicos biodegradables son empleados para la elaboración de compostaje tipo bokashi. Este proceso inicia apilar los residuos orgánicos biodegradables con las maquinas trituradoras japonesas, y posterior a esto se los mezcla con los microorganismos. Para mejorar el proceso se vuelve a picar la mezcla añadiéndole aserrín, como extra para aumentar el NPK y que tenga mejor homogenización y aireación de la mezcla final. De aquí se lleva la mezcla a las camas de volteo, donde se lleva un proceso de degradación biológica. La Fotografía 3.17 se muestra el triturador de materia orgánica biodegradable utilizado en la planta de compostaje.

FOTOGRAFÍA 3.17 TRITURADOR DE MATERIAL ORGÁNICO BIODEGRADABLE



FUENTE: Jaramillo A., Rojas B.

La fotografía 3.18 muestra la mezcla material biodegradable con aserrín para mejorar el proceso de compostaje.

FOTOGRAFÍA 3.18 TRITURADORA DE LA MEZCLA



FUENTE: Jaramillo A., Rojas B.

En las camas dispuestas se procede a su volteo manual cada 15 días, para que, en un periodo de 2 meses, se obtenga el producto final que es el composto, en promedio de 4.17 Ton/mes según datos del municipio.

➤ Caso Alóag

De los residuos provenientes de la cabecera parroquial de Alóag no se tiene un tratamiento en las instalaciones, sino que pasa directo al relleno sanitario a las celdas de confinamiento, donde también se encuentra un grupo de minadores de la asociación, que realizan el mayor esfuerzo por recuperar materiales reciclables, antes que pase la excavadora acomodando y compactando los residuos. La fotografía 3.19 muestra la descarga directa al relleno sanitario de los residuos recolectados.

FOTOGRAFÍA 3.19 DISPOSICIÓN DE RESIDUOS PROVENIENTES DE ALÓAG



FUENTE: Jaramillo A., Rojas B.

3.1.3.5 Disposición de los residuos sólidos

Después del tratamiento y recuperación, que se les da a los residuos separados provenientes de la ciudad de Machachi, son llevados a un punto final de disposición, ya sea a los compradores de material recuperado, o a los cubetos del relleno sanitario los que ya no se les puede dar un uso.

Los cubetos tienen un esquema específico para su construcción, ver Fotografía 3.20, para evitar contaminar el suelo, fuentes de agua, etc. Su estructura está formada primero por una capa de arcilla, sobre la cual se coloca una biomembrana, posterior a lo cual se coloca una estructura de llantas de vehículos desechadas para amortiguar el paso de la maquinaria pesada en el lugar, y que no rompa o afecte a la biomembrana; esta capa de llantas se colocan en armonía con un sistema de tuberías para el drenaje de lixiviados, tomando la forma de espina de pescado, después se coloca una capa de grava para que las perforaciones que tienen las tuberías no sean taponadas por los residuos con los que se tiene contacto directamente.

FOTOGRAFÍA 3.20 CONFORMACIÓN DE CUBETO



FUENTE: Jaramillo A., Rojas B.

Las maquinarias con las que se disponen los desechos son: una mini-cargadora y una excavadora, que llevan trabajando desde el año 2008, fecha de adquisición; y que actualmente se encuentran en mal estado. La función de estos equipos es de compactar y acomodar los residuos lo más uniformemente posible en el cubeto. La Fotografía 3.21 muestra la excavadora utilizada en el relleno sanitario.

FOTOGRAFÍA 3.21 EXCAVADORA



FUENTE: Jaramillo A., Rojas B.

En el caso de los materiales reciclados, ya una vez separados empaquetados y compactados, se los vende a una empresa con la que se tiene un convenio en este caso es REPAPERS teniendo precios de venta a la empresa recicladora como se presenta en la Tabla 3.22.

TABLA 3.22 PRECIOS DE COMPRA POR PARTE DE REPAPERS

Materiales recuperados vendido	\$	Peso	Cantidad que recibe el GAD Municipal
CARTON	0.150	Kg	0.01
CHATARRA	0.170	Kg	0.01
BOTAS DE CAUCHO	0.450	Kg	0.01
PAPEL MIXTO	0.160	Kg	0.01
PAPEL IMPRESO	0.280	Kg	0.02
PET COLA	0.700	Kg	0.01
PET DURO	0.200	Kg	0.01
PET SOPLADO	0.200	Kg	0.01
PLÁSTICO ALTA Y BAJA DENSIDAD	0.220	Kg	0.01
PONY MALTA	0.300	Kg	0.01
ZAPATILLAS	0.110	Kg	0.01

FUENTE: Municipio de Mejía

➤ ***Estimación de costos de recuperación por venta de material reciclado***

Teniendo en cuenta que se tiene un promedio de material inorgánico recuperado de 48,05 toneladas/ mes en el cual:

De acuerdo a los datos detallados en la tabla 3.22 se tiene un ingreso promedio de 0,01 USD de dólar por kilogramo vendido, con una recuperación de 480500 kg/mes, el ingreso total es de 4805 USD/mes y 57660 USD anuales.

En el cual el costo aproximado de recuperación de materiales es:

TABLA 3.23 INGRESOS POR VENTA DE MATERIAL RECICLADO

Costos de recuperación	
Costo anual de recuperación de materiales	51700 USD
Costo anual de materiales por habitante	1.63 USD
Costo anual de materiales por tonelada	89.6 USD

FUENTE: Municipio de Mejía

De acuerdo a estos datos se tiene una ganancia anual de 5960 USD.

Para el caso del compost su destino final es la venta de dos terceras partes de la producción, a un precio de \$3.50 el quintal, mientras que el tercio restante es destinado para cultivar plantas ornamentales endémicas de la zona, en el invernadero que se encuentra junto al área de compostaje, La Fotografía 3.22 muestra el vivero dedicado al cultivo de plantas de interés.

TABLA 3.24 ESTIMACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN DE COMPOSTAJE MEDIANTE BOKASHI

Detalle	Cantidad	Costo
Inoculo para Bokashi Se necesitan alrededor de 1 galón de inóculo mensual para la elaboración del composto.	1 galón	\$ 20
Aserrín Empleado para aumentar el NPK de la mezcla para la elaboración de composto.	3 qq	\$ 4.5

CONTINUACIÓN TABLA 3.24

Trabajadores con 3 actividades compartidas en los demás procesos de disposición final. Teniendo el salario básico dividido para las tres actividades	1 Trabajador	\$ 122
Costo de mantenimiento de maquinarias y operación que se realiza cada 6 meses	Equivalente al Costo mensual	\$ 15
Total Costos de Operación	Costo mensual	\$ 161.5
	Costo Anual	\$1938

FUENTE: Municipio de Mejía

FOTOGRAFÍA 3.22 VISTA INTERIOR DEL VIVERO



FUENTE: Jaramillo A., Rojas B.

Actualmente en la sección del centro de tratamiento y disposición final, se cuenta con: una piscina de ingreso de lixiviados, una planta compacta físico-química, para el tratamiento de lixiviados; la cual esta complementada con una piscina para el almacenamiento del líquido proveniente de la primera y segunda fase, comenzando aquí el tratamiento de lixiviados; primero se realiza oxigenación mediante una torre de aireación, para luego ser enviada a la planta de tratamiento químico donde es tratada con (floculantes y coagulantes), adicionando Polichem(policloruro de aluminio); posterior a este proceso el lixiviado es reinyectado a la fase 1 del relleno sanitario, ver Fotografía 3.23, ya que sobrepasa la carga orgánica, para ser vertidos al ambiente.

El centro de tratamiento y disposición final de Romerillos cuenta con dos pantanos secos en los cuales están sembrados carrizos y totoras conformando el tratamiento biológico, ver Fotografía 3.24, fase después del tratamiento físico-químico, para finalmente descargar al ambiente.

FOTOGRAFÍA 3.23 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS, TRATAMIENTO QUÍMICO Y RECIRCULACIÓN DE LIXIVIADOS



FUENTE: Jaramillo A., Rojas B.

FOTOGRAFÍA 3.24 TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LIXIVIADOS POR MEDIO DE PLANTAS



FUENTE: Jaramillo A., Rojas B.

3.2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

3.2.1 DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROCESO DE SEPARACIÓN EN LA FUENTE Y RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

El área de influencia es aquella zona donde se manifestarán los impactos producto del desarrollo de las actividades del proyecto o en su caso, se verán beneficiadas;

se la definió en base a la caracterización del área en sus diferentes componentes y a la ubicación del proyecto que se lleva a cabo; para el caso de estudio: ciudad de Machachi y cabecera parroquial Alóag.

Se definió un área de influencia de 50 metros alrededor del recorrido establecido, distancia máxima que una persona estaría dispuesta a caminar para acercar sus residuos a la ruta establecida. El Anexo 5 presenta el área de influencia para las rutas de recolección en la ciudad de Machahi y la cabera parroquial de Alóag.

3.2.2 COMPONENTE TÉCNICO EN EL PROCESO DE SEPARACIÓN EN LA FUENTE Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Para determinar un buen rendimiento de estos procesos es necesario conocer todas las variables que intervienen.

3.2.2.1 Tasa per cápita

La tasa per cápita que se define como la cantidad media de residuos generados por una persona en el día.

$$T.P.C = \frac{\text{Peso registrado en un día (kg/día)}}{\text{Número de habitantes}} \quad (3.1)$$

➤ Caso Machachi

Datos:

Peso registrado en un día: 13080 kg (dato tomado en campo)

Número de habitantes: 30949 hab. (Censo, 2010)

$$T.P.C = \frac{1}{3} \frac{\text{(kg/día)}}{\text{hab}} \text{ Inorgánico}$$

$$T.P.C = 0.422 \text{ kg / (hab*día)}$$

$$T.P.C = \frac{1}{3} \frac{(k / \text{día})}{ha} \text{Orgánico}$$

$$T.P.C = 0.38 \text{ kg / (hab*día)}$$

➤ **Caso Alóag**

Datos:

Peso registrado en un día: 5730 kg (dato tomado en campo)

Número de habitantes: 9327 (Censo, 2010)

$$T.P.C = \frac{5730 \text{ (kg/día)}}{9327 \text{ ha}}$$

$$T.P.C = 0.613 \text{ kg / (hab*día)}$$

3.2.2.2 Almacenamiento de residuos

Los recipientes utilizados para el almacenamiento de los residuos sólidos en su mayoría no cumplen con los requerimientos necesarios como:

- Construidos en material impermeable, de fácil limpieza, con protección al moho y corrosión, como plástico, caucho o metal.
- Dotados de tapa con buen ajuste. Construidos en forma tal que estando cerrados no permitan la entrada de agua, insectos o roedores, entre otros.

Los ciudadanos tanto en Machachi, como en Alóag, frecuentemente utilizan fundas de basura en color negro para orgánicos biodegradables e inorgánicos.

3.2.2.3 Tipo de Vehículo

Los vehículos utilizados para la recolección de ciudad en la Machachi y la parroquia Alóag son camiones recolectores con una capacidad de 15291m³.

3.2.2.4 Jornada de trabajo (J.T.)

Los trabajadores que participan en el proceso de recolección de residuos cuentan con una jornada laboral de 8 horas, que comprende desde las 07:00 hasta las 15:00.

3.2.2.5 Tiempos

3.2.2.5.1 *Tiempos muertos (T.M.)*

Tiempos muertos necesarios:

El tiempo empleado para la revisión del vehículo, registro de asistencia, entre otros, recolección de materiales dispersos.

➤ **Caso Machachi**

t: 8 minutos (dato tomado en campo)

➤ **Caso Alóag**

t: 10 minutos (dato tomado en campo)

Tiempos muertos no necesarios:

Son aquellos tiempos desperdiciados por los trabajadores, que no son propias de la recolección, como: retraso de los trabajadores, tiempo tomado para refrigerios de media mañana, conversaciones con moradores.

➤ **Caso Machachi**

t: 25 minutos (dato tomado en campo)

➤ **Caso Alóag**

t: 41 minutos (dato tomado en campo)

3.2.2.5.2 *Tiempo disponible (T.D.)*

$$TD = J.T.(1-T.M.) \quad (3.2)$$

T.D.: Tiempo disponible (horas)

J.T.: Jornada de trabajo (horas)

T.M.: Tiempos muertos (fracción de 0,10 a 0,20)

➤ **Caso Machachi**

$$TD = 8 \text{ h. } (1-0,1)$$

$$TD = 7,2 \text{ h}$$

➤ **Caso Alóag**

$$TD = 8 \text{ h. } (1-0,1)$$

$$TD = 7,2 \text{ h}$$

3.2.2.5.3 *Tiempo de trayecto (T.T.)*

➤ **Caso Machachi**

$$TT = 3 \text{ horas (dato tomado en campo)}$$

➤ **Caso Alóag**

$$TT = 4,5 \text{ horas (dato tomado en campo)}$$

3.2.2.5.4 *Tiempo de recolección (T.R.)*

$$T.R. = J.T.*(1-T.M.)-T.T. = \text{horas} \quad (3.3)$$

➤ **Caso Machachi**

$$T.R. = 7,2\text{h} - 3\text{h} = 4,2 \text{ horas}$$

➤ **Caso Alóag**

$$T.R. = 7,2h - 4,5h = 2,7 \text{ horas}$$

3.2.2.6 Rendimiento de la recolección (R.R.)

$$R.R. = \frac{P \text{ d r } \epsilon \quad r}{t_i} = \left(\frac{K}{ho} \right) \quad (3.4)$$

➤ Caso Machachi

$$R.R. = \frac{6}{8} = \left(817,5 \frac{K}{ho} \right) \text{Inorgánico}$$

$$R.R. = \frac{1}{8} = \left(1481,25 \frac{K}{ho} \right) \text{Orgánico Biodegradable}$$

➤ Caso Alóag

$$R.R. = \frac{5730}{8} = \left(716,25 \frac{K}{ho} \right)$$

El rendimiento calculado será para todo el equipo de recolección que está constituido por:

- Vehículo recolector
- Chofer
- Ayudantes

3.2.2.7 Factor de carga (F.C.)

Es la relación entre el peso del residuo introducido al vehículo y su capacidad total.

$$F.C. = \frac{P \text{ d r } c}{c} \quad (3.5)$$

➤ Caso Machachi

$$F.C. = \frac{1}{1} \frac{k}{k} = 0,988 \text{ (Orgánicos biodegradables-Ruta oriental y occidental)}$$

$$F.C. = \frac{6}{1} \frac{k}{k} = 0,545 \text{ (Inorgánicos)}$$

➤ Caso Alóag

$$F.C. = \frac{5730 \text{ k}}{12000 \text{ k}} = 0,4775$$

3.2.2.8 Personal

➤ Caso Machachi

Para el proceso de recolección de residuos cuentan con un chofer con habilidad para conducir a baja velocidad y dos ayudantes en el caso de los días de recolección de residuos inorgánicos y tres ayudantes para los residuos orgánicos biodegradables.

➤ Caso Alóag

Para el proceso de recolección en la parroquia de Alóag cuentan con un chofer capacitado y dos ayudantes.

3.2.2.9 Frecuencia

La frecuencia de recolección en función de la generación de residuos, la cantidad de camiones recolectores y su capacidad.

➤ Caso Machachi

Dentro de la ciudad de Machachi existe recolección diferenciada donde los días lunes, miércoles y viernes se recoge los residuos inorgánicos, y los martes y jueves los residuos inorgánicos biodegradables.

➤ Caso Alóag

La recolección convencional de los residuos orgánicos biodegradables en la cabecera parroquial de Alóag se realiza los martes y jueves.

3.2.2.10 Servicio diurno y nocturno

Actualmente el servicio de recolección tanto en Alóag como Machachi se realiza en el día.

3.2.2.11 Horario

El horario de recolección tanto en Alóag como Machachi ser realiza desde las 07h00 que sale del garaje hasta las 15h00 que regresa al mismo.

3.2.2.12 Rutas

$$F.C. = \frac{C.U.}{G.R.R.} = k \quad (3.6)$$

R: Longitud de la ruta (km)

C.U.: Capacidad útil del vehículo, descontando el peso de la caja (kg)

G.R.R.: Generación de residuos de ruta (Kg/Km)

➤ Caso Machachi

C.P.: 12000 kg (información brindada por el GAD de Mejía)

G.R.R.: 13080kg/92 km (información brindada por el GAD de Mejía)

$$F.C. = \frac{12000 \text{ k}}{9195 \text{ k} / 92 \text{ k}} = 120.06 \text{ k}$$

➤ Caso Alóag

C.P.: 12000 kg (información brindada por el GAD de Mejía)

G.R.R.: 5730kg/ 62 km (información brindada por el GAD de Mejía)

$$F.C. = \frac{12000 \text{ k}}{5730 \text{ k} / 62 \text{ k}} = 129.84 \text{ k}$$

$$C.U. = R.R.*T.R. = k \quad (3.7)$$

C.U.: Capacidad útil del vehículo (kg)

R.R.: Rendimiento de la recolección (kg/hora)

T.R.: Tiempo neto de recolección

➤ Caso Machachi

R.R.: 817.5 kg/h (dato obtenido en fórmula 3.4) inorgánico

R.R.: 1481.25 kg/h (dato obtenido en fórmula 3.4) orgánico biodegradable

T.R.: 4,2 h (dato obtenido en fórmula 3.3)

$$C.U. = R.R. * T.R. = k$$

$$C.U. = 817.5 \frac{k}{h} * 4,3 h = 3515.25 k \text{ Inorgánico}$$

$$C.U. = 1481.25 \frac{k}{h} * 4,3 h = 6369.375 k \text{ Orgánico biodegradable}$$

➤ **Caso Alóag**

R.R.: 716,25 kg/h (dato obtenido en fórmula 3.4)

T.R.: 2,7 h (dato obtenido en fórmula 3.3)

$$C.U. = R.R. * T.R. = k$$

$$C.U. = \frac{716,25k}{h} * 2,7 h = 1933,875 k$$

3.2.3 COMPONENTE FÍSICO EN LOS PROCESOS DE SEPARACIÓN EN LA FUENTE Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS

3.2.3.1 Calidad del agua

Durante las visitas realizadas a los procesos de separación en la fuente y recolección se evidenció la presencia de animales callejeros que esparcen los residuos, las cuales en un caso hipotético pueden llegar hasta cuerpos de agua cercanos por ayuda de vientos, esto implica un problema a la fauna acuática, que muchas veces los confunde con alimento.

3.2.3.2 Suelo

La recolección de residuos sólidos tanto en Machachi y Alóag en el área de estudio, se realizan dentro de la zona residencial.

En el caso de Machachi los posibles impactos que puede generar a la calidad del suelo son la mala disposición de residuos por parte de los habitantes y un mal procedimiento de los recolectores que provoca que los residuos se conviertan en un problema que afecta el ambiente y den mal aspecto a la ciudad.

Para el caso de Alóag, al ser una parroquia rural, las consecuencias de una mala disposición de los residuos sólidos tienen una afectación más directa con la calidad del suelo, debido a que son zonas menos intervenidas y por ende más vulnerables.

Dentro de los procesos de separación y recolección la afectación a la calidad del suelo es menor que en el proceso de tratamiento y disposición final, por lo que no se considera la realización de muestreos, además que estas no serían significativas ya que pueden existir varias fuentes de contaminación ajenas a estas actividades.

3.2.3.3 Nivel de presión sonora

Durante la recolección de residuos sólidos, los camiones compactadores producen un nivel de presión sonora no mayor a 65 dB, dato verificado en campo, el cual cumple con la Tabla 2, Anexo 5, Libro VI del TULSMA (097A), que especifica que para vehículos de carga el nivel de presión sonora con peso mayor a 12 toneladas el límite máximo permisible es de 88 dB.

3.2.3.4 Calidad del aire

Dentro del cantón Mejía no existe una normativa u ordenanza que regule y emita límites máximos permisibles para calidad del aire en fuentes móviles.

Cabe recalcar que los camiones recolectores cuentan con la aprobación en la revisión vehicular y matriculación correspondiente emitido por el Municipio del cantón Mejía, que garantiza un buen funcionamiento de los mismos.

3.2.4 COMPONENTE SOCIAL

La opinión de la ciudadanía respecto a la situación actual del servicio de recolección de residuos es fundamental para evaluar su calidad, y emitir un correcto diagnóstico, que a su vez lleva a ideas más claras para las propuestas de mejora.

3.2.4.1 Enfoque de la encuesta

Esta encuesta fue diseñada para recopilar en una primera sección, información del cumplimiento y la percepción de la ciudadanía acerca del programa de separación en la fuente y recolección diferenciada en Machachi y la predisposición de la población de Alóag a participar de la actividad.

En la segunda sección, se busca la opinión de la ciudadanía acerca de la calidad del servicio de recolección que reciben, opciones de mejora, y la de aceptación de opciones de mejora propuestas.

3.2.4.2 Determinación de muestra

Para determinar el tamaño de la muestra de la población a ser encuestada en cada localidad, tanto en la ciudad de Machachi como la cabecera parroquial de Alóag; con la finalidad de conocer la opinión sobre los procesos de recolección que el municipio lleva a cabo; se toma varias consideraciones, empleando la fórmula (4.8), que toma el tamaño de la población para el año 2016, interpolando de los datos de poblaciones futuras en los planes de ordenamiento y desarrollo territorial de Alóag y Machachi.

Fórmula:

Para una población finita:

$$n = \frac{N * z_{\alpha}^2 * p * q}{[e^2(N-1) + z_{\alpha}^2 * p * q]} \quad (3.8)$$

Siempre y cuando cumplan con la condición: $np \geq 5$ y $nq \geq 5$.

En donde:

- n : tamaño de la muestra

- N : tamaño de la población
- z_{α} : coeficiente de confianza
- p : proporción esperada de la variable en la población
- q : $1-p$
- e : es el margen de error máximo admitido

Datos:

TABLA 3.25 DATOS PARA CÁLCULO DE MUESTRA DE LA POBLACIÓN A SER ENCUESTADA

	Alóag	Machachi
P	0,92	0,92
Q	0,08	0,08
z_{α}	1,681	1,681
e	0,05	0,05
Población para 2016	9518	31695

Fuente: Herrera, 2016

Elaborado por: Jaramillo A., Rojas B.

➤ **Caso Alóag**

Cálculo:

$$n = \frac{9518 * 1,681^2 * 0,92 * 0,08}{[0,05^2(9518 - 1) + 1,681^2 * 0,92 * 0,08]}$$

$$n = 8,5 \approx 8$$

Condición: $np \geq 5$ y $nq \geq 5$.

TABLA 3.26 COMPROBACIÓN PARA MUESTRA ALÓAG

Comprobación	
np	75,88
nq	6,07

ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

Caso Machachi

$$n = \frac{31695 * 1,681^2 * 0,92 * 0,08}{[0,05^2(31695 - 1) + 1,681^2 * 0,92 * 0,08]}$$

$$n = 8$$

Condición: $np \geq 5$ y $nq \geq 5$

TABLA 3.27 COMPROBACIÓN PARA MUESTRA MACHACHI

Comprobación	
np	76,34
nq	6,11

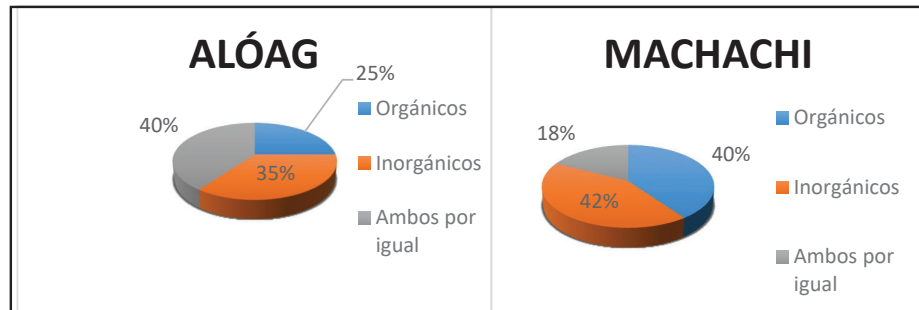
ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

3.2.4.3 Análisis Preguntas de la Encuesta

Como elemento de la presente investigación descriptiva, y como parte del diagnóstico social, se realiza el análisis pregunta por pregunta; y primero las de la población de Alóag y segundo las de Machachi.

- ¿Qué tipo de residuos se genera con mayor frecuencia en su hogar?

GRÁFICO 3.1 TIPO DE RESIDUO ES GENERADO CON MAYOR FRECUENCIA



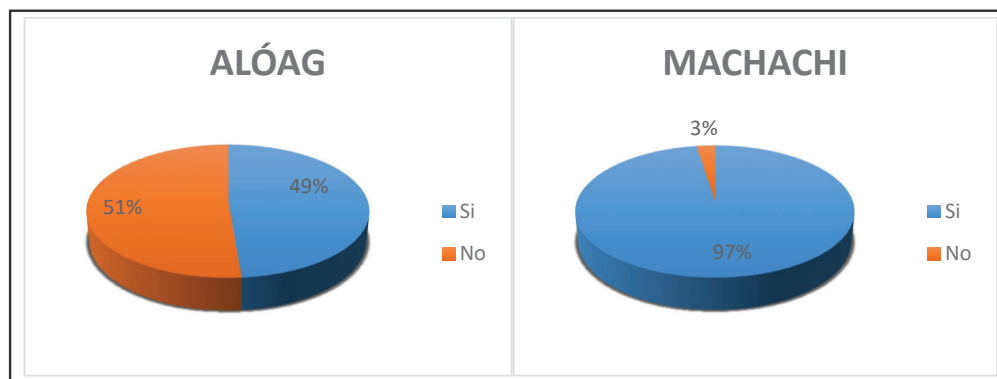
Elaborado por: Jaramillo A., Rojas B.

En el Gráfico 3.1, se puede observar que la perspectiva de la población de Alóag respecto a los residuos que se generan en mayor porcentaje son los inorgánicos con un 35%, más que los orgánicos biodegradables, con 25%, aunque la mayoría de los encuestados, un 40% respondieron que generan ambos tipos por igual.

En Machachi en cambio, aunque casi empatando la perspectiva de la población como se puede ver en el Gráfico 3.1 se tiene que se genera en mayor porcentaje los residuos inorgánicos con un 42%, y los orgánicos biodegradables, casi a la par con un 40%, mientras que un 18% respondió que generan por igual los dos tipos de residuos.

- **¿Realiza usted separación de basura sólidos, previo al proceso de recolección por parte del municipio?**

GRÁFICO 3.2 SEPARACIÓN DE BASURA



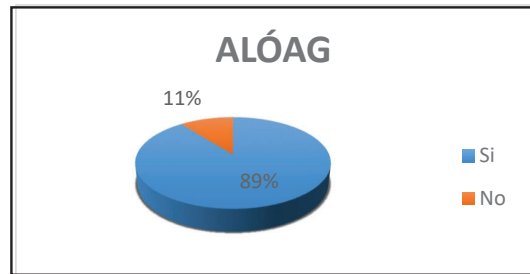
Elaborado por: Jaramillo A., Rojas B

En Machachi un 97 % dice separar en la fuente estos materiales y un 3 % señala no hacer separación de residuos orgánicos biodegradables de los inorgánicos, ver Gráfico 3.2, evidenciando un porcentaje de separación muy alto en este sector lo cual optimiza de gran manera el manejo y el posterior tratamiento de los residuos sólidos.

En Alóag el 49 % dice separar en la fuente estos materiales y un 51 % señala no hacer separación de residuos orgánicos biodegradables de los inorgánicos, ver Gráfico 3.2, evidenciando un porcentaje de separación prácticamente equiparable a la población que no separa en este sector lo cual puede potencializar el problema del manejo de los residuos sólidos. Para Alóag a la pregunta complementó:

- **¿Participaría en esta actividad?** La gente respondió de la siguiente manera. Ver GRÁFICO 3.3.

GRÁFICO 3.3 INTERES EN PARTICIPAR DE LA SEPARACIÓN

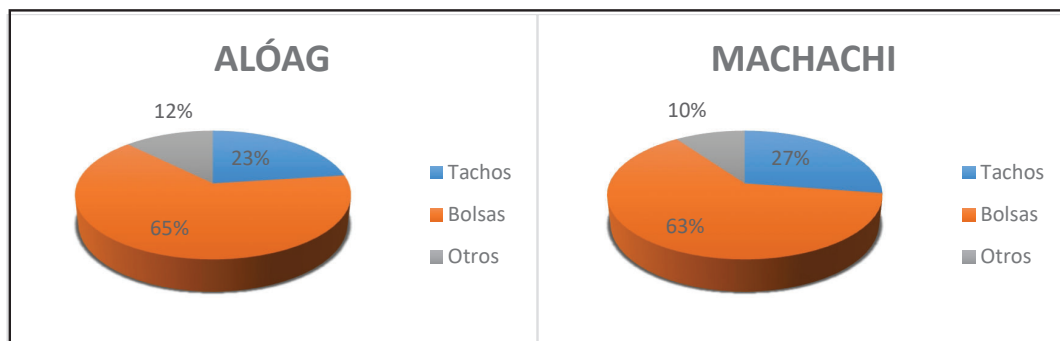


Elaborado por: Jaramillo A., Rojas B.

Viendo el Gráfico 3.3, se evidencia que un 89% de la población en Alóag que afirmó **NO** separar los residuos en orgánicos biodegradables e inorgánicos, estaría dispuesta a realizar esta actividad, lo que evidencia la predisposición de la comunidad a mejorar la gestión de los residuos.

- ¿Cómo dispone la basura sólida en su domicilio?

GRÁFICO 3.4 DISPOSICIÓN DE BASURA EN LOS DOMICILIARIOS



Elaborado por: Jaramillo A., Rojas B.

Según el Gráfico 3.4, se evidencia que en la localidad de Alóag la mayor parte de la población almacena los residuos en fundas de basura teniendo un 65% que lo hace de esta manera, mientras que un 23% los mantiene en tachos ya sean de plástico o metal, previo a su recolección, y un 12% los mantiene de otra manera, como es mantenerlos en sacos de yute, saquillos, etc.

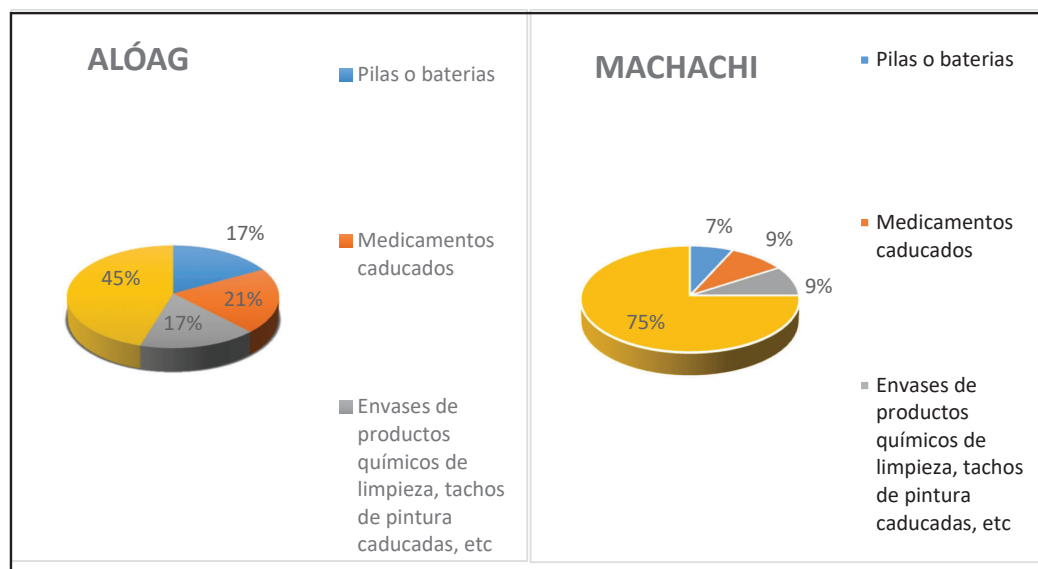
El 63% de los encuestados en Machachi respondió que dispone en bolsas de plástico sus residuos, un 27% en cambio respondió que lo realizan en tachos de

basura que les pertenecen y solo un 10% lo realiza de otra manera como se dijo anteriormente, ya sea en costales o sacos de yute, etc.

En cuanto a esta pregunta se evidencia que los porcentajes de cada categoría de disposición son muy semejantes, casi iguales en las dos localidades y denotando que el empleo de fundas de basura es opción preferida por la mayoría de la población.

- **¿Arroja residuos peligrosos o especiales junto con la basura diaria?**

GRÁFICO 3.5 RESIDUOS PELIGROSOS JUNTO A BASURA COMÚN



Elaborado por: Jaramillo A., Rojas B.

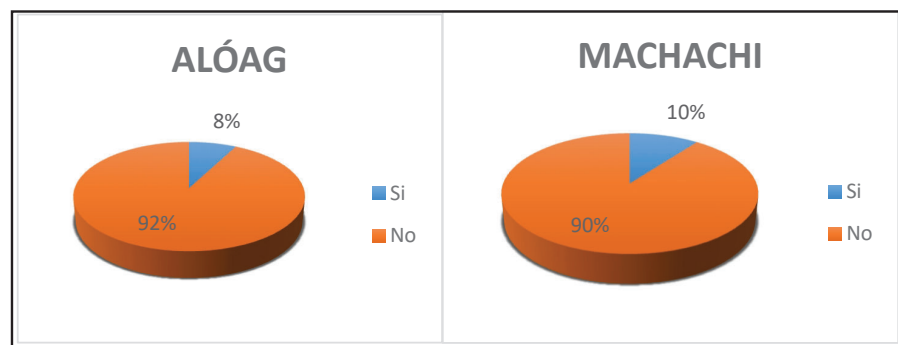
Como podemos ver en el Gráfico 3.5 el 45% de la población encuestada en Alóag respondió que no arroja residuos peligrosos junto a la basura común, un 21% dice que, si ha arrojado medicamentos caducados, un 17% admitió haber arrojado pilas o baterías, y un 17% también afirmó que arrojó envases de productos químicos de limpieza, tachos de pintura caducadas, etc. Esto nos indica que si existe un alto porcentaje de ciudadanía que arroja residuos peligrosos que terminan en el relleno sanitario y a la larga desencadenan una serie de problemas ambientales.

Como observamos en el Gráfico 3.5, de los encuestados en Machachi, un 75% no arroja ni un tipo de residuo peligroso junto a su basura común, mientras un 18%

repartido a medias entre los que han arrojado medicamentos caducados y los que han botado envases de productos químicos de limpieza, tachos de pintura caducadas, etc. Y un restante 7% de los que alguna vez han arrojado pilas o baterías junto a la basura común.

- **¿Dispone de los dos tachos de basura, verde y negro, para facilitar el proceso de recolección?**

GRÁFICO 3.6 UTILIZACIÓN DE LOS DOS RECIPIENTES



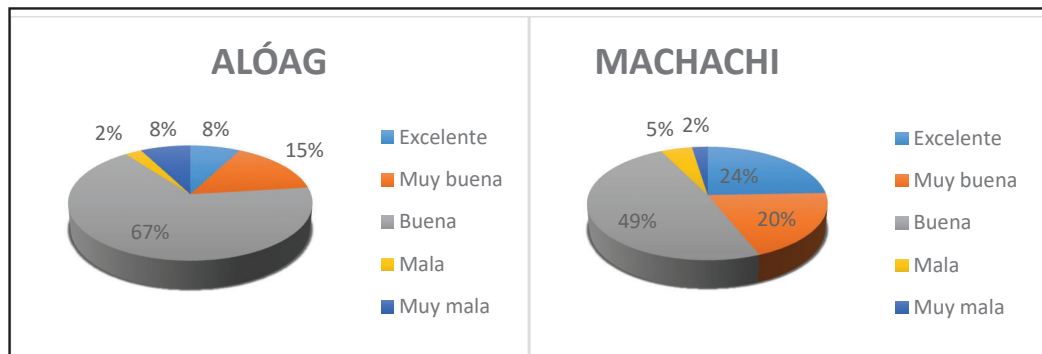
Elaborado por: Jaramillo A., Rojas B.

El 92% de los encuestados en Alóag no posee los dos tachos de basura, mientras que solo un 8% si los posee, ver Gráfico 3.6, como lo indica la ordenanza para la gestión integral de residuos sólidos en el cantón Mejía; aunque para esta parroquia aun no sería aplicable, ya que como no se realiza aun la recolección diferenciada, no hay objeto para tener los dos tachos, verde y negro.

Tenemos en el Gráfico 3.6, que un 90 % de los encuestados en Machachi afirma no tener los dos tachos de basura, verde y negro para la recolección diferenciada, como dicta la ordenanza que rige en la localidad, teniendo tan solo un 10% de la población encuestada que, sí posee los tachos, acogiéndose a los estipulado en la ordenanza.

- **¿Cómo calificaría el proceso de recolección de basura actual?**

GRÁFICO 3.7 PERCEPCIÓN CIUDADANA DE LA CALIDAD DE SERVICIO DE RECOLECCIÓN



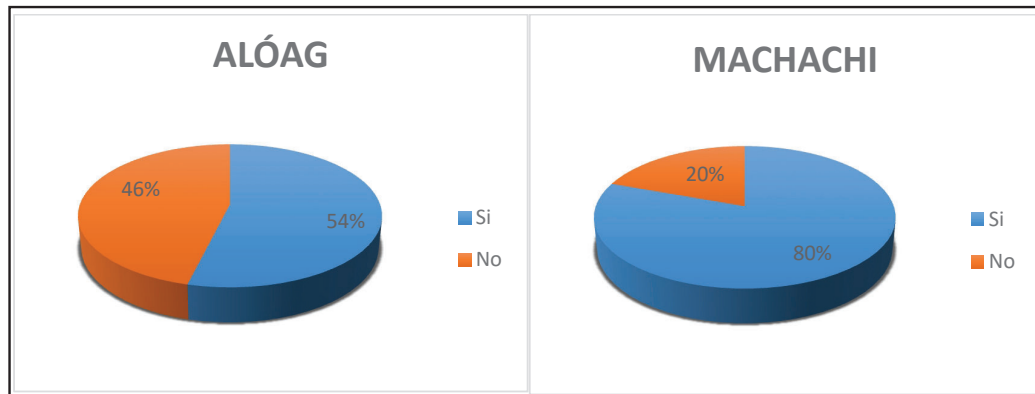
Elaborado por: Jaramillo A., Rojas B.

El 67% de los encuestados en Alóag opina que la calidad del servicio de recolección es buena, un 15% lo considera como muy bueno, un 8% lo califica tanto como excelente, así como muy malo y solo un 2% considera que reciben un mal servicio, como se ve en el Gráfico 3.7. Teniendo en cuenta que, de las respuestas y opiniones recolectadas, consideran que, si pueden mejorar el servicio, ya que existen variación en los horarios de recolección, y una queja es que no recogen todos los residuos.

Según el Gráfico 3.7, un 49% de la comunidad en Machachi considera que la calidad del servicio de recolección es buena, el 20% lo considera como muy bueno y un 24% opina que es excelente el servicio prestado, mientras que un 5% afirmó tener un mal servicio, y tan solo un 2% dijo que la calidad del servicio es muy mala.

- **¿Los días destinados para la recolección de la basura son los necesarios? (frecuencia)**

GRÁFICO 3.8 PERCEPCIÓN CIUDADANA DE SUFICIENCIA DE DÍAS DESTINADOS A LA RECOLECCIÓN



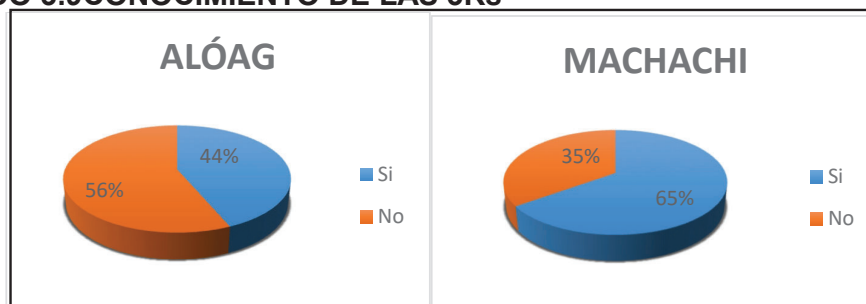
Elaborado por: Jaramillo A., Rojas B.

Como podemos apreciar en el Gráfico 3.8, en Alóag considera un 54% de la comunidad encuestada que son suficientes los días destinados para la recolección, y un 46% opina que no son suficientes, que debería aumentar al menos un día más la frecuencia de recolección en el sector.

Según el Gráfico 3.8, en Machachi por otro lado el 80% de los encuestados respondió que si son suficientes los días destinados a la recolección y la frecuencia está bien, mientras que el 20% considera que no son suficientes, apelando a que en ocasiones no se recolecta todo, y que en esas situaciones deberían hacer doble turno en la mañana y en la tarde.

- ¿Tiene conocimientos de las 3Rs?

GRÁFICO 3.9 CONOCIMIENTO DE LAS 3Rs



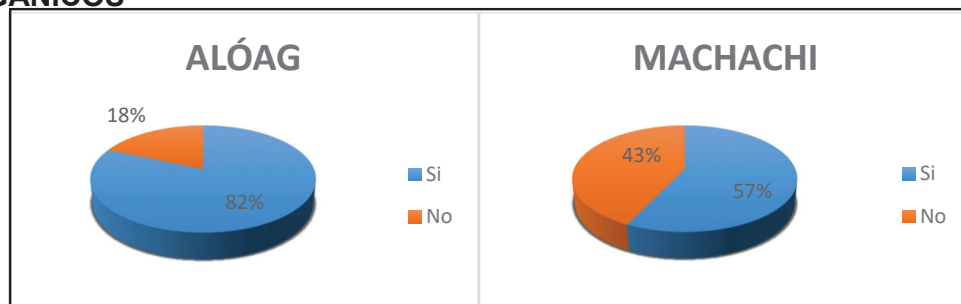
Elaborado por: Jaramillo A., Rojas B.

Un 56% de los encuestados en Alóag, no tiene conocimientos acerca de las 3Rs, y un 44% dice conocer acerca de las 3Rs. Ver Gráfico 3.9.

El 65% de los encuestados en Machachi dice si tener conocimientos acerca de las 3Rs, mientras que un 35% no conoce de las 3Rs. Ver Gráfico 3.9.

- ¿Estaría dispuesto a realizar algún tipo de tratamiento a los residuos orgánicos generados en su hogar?

GRÁFICO 3.10 DISPOSICIÓN CIUDADANA A TRATAR LOS RESIDUOS ORGÁNICOS



Elaborado por: Jaramillo A., Rojas B.

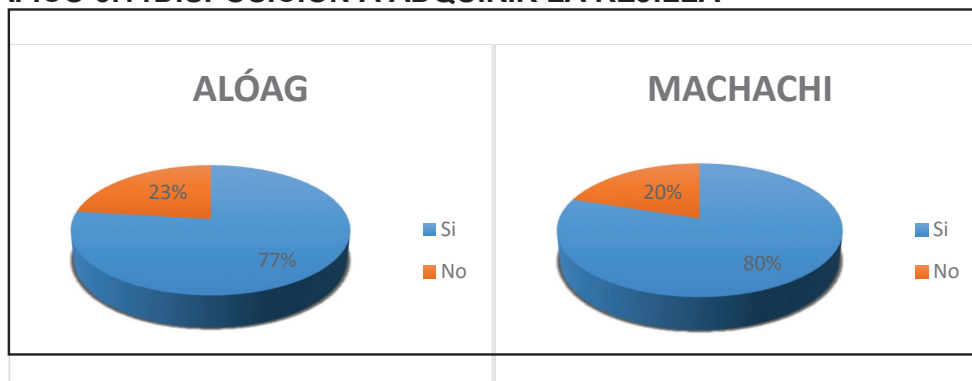
Un 82% de los encuestados en Alóag, está dispuesto a realizar algún tratamiento a los residuos orgánicos biodegradables, o ya lo hacen, ya sea empleándolo como material para abono, o para dar de alimento a los animales domésticos que crían, y un 18% no estaría dispuesto a realizar ninguna actividad como se aprecia en el Gráfico 3.10, adjudicando la negatividad a falta de espacio, tiempo, y a falta de charlas para realizar la actividad correctamente.

Como tenemos en el Gráfico 3.10, un 57% de los encuestados en Machachi si está dispuesto a realizar tratamiento a sus residuos orgánicos biodegradables, mientras que un 43% no está dispuesto a realizar esta actividad.

Lo que evidencia que en Alóag existe mayor disposición por parte de la comunidad, que en Machachi, a realizar o disminuir los residuos orgánicos biodegradables que entregan al servicio de recolección de residuos domiciliarios.

- Para mejorar la recolección de su basura, ¿Estaría dispuesto a adquirir, hasta máximo en un año, una rejilla plegable con un costo de 25 dólares, para afuera de su casa?

GRÁFICO 3.11 DISPOSICIÓN A ADQUIRIR LA REJILLA



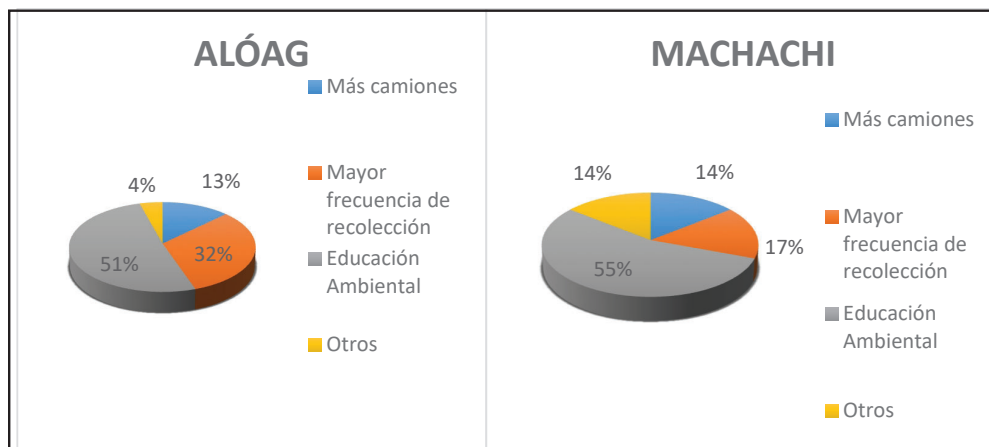
Elaborado por: Jaramillo A., Rojas B.

Según el Gráfico 3.11, más de tres cuartos de los encuestados en Alóag estas dispuestos a adquirir la rejilla propuesta y explicada para mejorar la recolección de la basura, y tan solo un 23% respondió negativamente a esta opción.

Un 80% de los encuestados está dispuesto a adquirir la rejilla de igual manera en Machachi, como opción de mejora en el servicio de recolección de la basura, mientras que solo un 20% no está de acuerdo con la propuesta. Ver Gráfico 3.11.

- ¿Qué propuesta de las siguientes opciones, para mejorar el servicio de recolección de basura preferiría?:

GRÁFICO 3.12 PROPUESTAS PARA MEJORAR EL SERVICIO



Elaborado por: Jaramillo A., Rojas B.

De la población encuestada en Alóag como se ve en el Gráfico 3.12, se obtuvo, que el 51% consideraba a la Educación Ambiental como la mejor opción para mejora del servicio de recolección, como segunda opción más elegida esta con el 32% la de aumentar la frecuencia de recolección, ya sea con un día más, un 13% eligió que debería aumentar más camiones para abastecer el servicio y un 4% eligió otros, como el hecho que se realice con más paciencia la recolección y no dejen ni un solo residuo.

Como se aprecia en el Gráfico 3.12, el 55% de la población encuestada en Machachi también prefiere la educación ambiental como ideal para mejorar el servicio de recolección, un 17% piensa que aumentar la frecuencia ayudaría a mejorar el servicio, el 14% dice que aumentar camiones recolectores mejoraría la recolección y un último 14% eligió otras propuestas.

3.2.5 CUMPLIMIENTO DE LA ORDENANZA

Para una buena gestión integral de residuos sólidos dentro del cantón se expidió en el 2013 una ordenanza municipal que regula la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el cantón Mejía.

La Tabla 3.28, realiza una verificación del cumplimiento de la ordenanza No. 958

TABLA 3.28 GRADO DE CUMPLIMIENTO DE ORDENANZA MUNICIPAL No. 958

CAPITULO	ARTICULO	CUMPLE/NO CUMPLE	OBSERVACIONES
Capítulo IV De la separación en la fuente	Art. 10 Todos los propietarios o arrendatarios de viviendas, almacenes, talleres, restaurantes, bares, negocios en general, establecimientos educativos, industrias, instituciones públicas y privadas de la ciudad de Machachi, tienen la obligación de contar con dos tipos de recipientes plásticos uno de color verde y negro	NO CUMPLE	Durante el recorrido se observó que en su mayoría el almacenamiento se lo realiza mediante fundas negras tanto para orgánicos biodegradables, como inorgánicos.

CONTINUACIÓN TABLA 3.28

Capítulo IV De la separación en la fuente	Art. 11.- Desde los domicilios se deberá separar los residuos sólidos domiciliarios en orgánicos e inorgánicos de la siguiente forma: a) Utilizar los recipientes plásticos de color verde, y negro para identificar los desechos que lo contienen. b) En el recipiente de color verde, se deberán colocar los residuos considerados orgánicos. c) En el recipiente de color negro se deberá depositar los residuos inorgánicos.	NO CUMPLE	Durante el recorrido se observó que en su mayoría el almacenamiento se lo realiza mediante fundas negras tanto para orgánicos biodegradables, como inorgánicos.
Capítulo IV De la separación en la fuente	Art. 11 d) En el caso de instituciones o establecimientos que generen gran cantidad de residuos, estos deberán separar en la fuente, y colocarlos en recipientes adecuados.	CUMPLE	
Capítulo IV De la recolección diferenciada de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos	Art.13 Todos los propietarios o arrendatarios de viviendas, almacenes, talleres, restaurantes, bares, negocios en general, establecimientos educativos, industrias, instituciones públicas y privadas de la ciudad de Macachí deberán entregar los residuos orgánicos los días martes y jueves en el recipiente de color verde y los residuos inorgánicos en el recipiente de color negro los días lunes, miércoles y viernes en el horario que establezca la Dirección de Servicios Públicos e Higiene del Gobierno Municipal del Cantón Mejía colocando el recipiente en la acera para su recolección en la hora establecida para el paso del vehículo recolector en cada uno de los sectores	CUMPLE	No se realiza en almacenamiento en recipientes de color negro y verde

CONTINUACIÓN TABLA 3.28

Capítulo IV De la recolección diferenciada de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos	Art. 15 Queda prohibido a cualquier persona recolectar materiales en las calles, veredas, vehículos recolectores y lugares de disposición final sin autorización previa de la Dirección de Servicios Públicos e Higiene Municipal	CUMPLE	
Capítulo VII	Art. 29.- Obligación de separación en la fuente de los desechos hospitalarios. - Todos los establecimientos hospitalarios, centros y subcentros de salud, consultorios médicos, laboratorios, clínicas, centros consultorios veterinarios y otros establecimientos que desempeñen actividades similares deberán diferenciar los residuos, además que las fundas que contengan desechos hospitalarios en plástico de alta densidad de color rojo	CUMPLE	
Capítulo VII	Art. 30 Servicio especial hospitalarios. - Los desechos biopeligrosos serán entregados al servicio especial diferenciado de la Dirección de Servicios Públicos e Higiene que cuenta con frecuencias, rutas y disposición final	CUMPLE	

ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE PROPUESTAS

Tomando en cuenta los resultados del diagnóstico, en este capítulo se desarrollan y analizan técnica y económicamente las propuestas que tienen mayor aceptación tanto en la población de Machachi como en Alóag.

4.1 PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA ETAPA DE RECOLECCIÓN

4.1.1 ADQUISICIÓN DE NUEVA FLOTA DE RECOLECCIÓN

La adquisición de una nueva flota de recolección puede volverse una alternativa para mejorar el servicio de recolección para la ciudad de Machachi y la cabecera parroquial de Alóag. Para esto es necesario tomar en cuenta varios factores que indiquen si es factible o no la implementación de esta mejora.

4.1.1.1 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN A SERVIR PARA LOS PRÓXIMOS 5 AÑOS

Para la proyección de la población se utilizó el método de Wappaus que se encuentra en función de la tasa de crecimiento anual y el período de diseño, y viene dado por la siguiente expresión:

$$P = P \left(\frac{2}{2} \frac{+r(n)}{-r(n)} \right) \quad (4.1)$$

Donde:

Pf = Población futura.

Pa = Población actual.

r = Tasa de crecimiento poblacional.

n = Período de diseño.

➤ **Caso Machachi**

Pa: 31695 población para el 2016

r : 2,27

n: 5 años

$$P = Pa \left(\frac{200 + r(n)}{200 - r(n)} \right)$$

$$P = 31695 \text{ ha} \left(\frac{200 + 2.27(5)}{200 - 2.27(5)} \right)$$

$$P = 35508 \text{ hab.}$$

➤ **Caso Alóag**

Pa: 9518 población para el 2016

r :0.498

n: 5 años

$$P = 9518 \text{ ha} \left(\frac{200 + 0.498(5)}{200 - 0.498(5)} \right)$$

$$P = 9758 \text{ hab.}$$

4.1.1.2 PROYECCIÓN DE RESIDUOS PARA LOS PRÓXIMOS 5 AÑOS DE ACUERDO A LA TASA PER-CÁPITA

La tasa per cápita que se define como la cantidad media de residuos generados por una persona en el día.

$$T.P.C = \frac{P}{\text{Núm}} \frac{r}{d} \frac{e \text{ u día (k /día)}}{h} \quad (4.2)$$

➤ **Caso Machachi**

- Datos:

T.P.C =0.38 kg /(hab*día)

Número de habitantes: 35508 hab. (Proyección para el 2021)

- Cálculo:

$$P d r i \acute{o} n o \acute{a} n b f = 35508 ha * 0.38 k /(ha * d\acute{a}a)$$

$$P d r i \acute{o} n o \acute{a} n b f = 13493.04kg = 13.49 Ton$$

- Datos:

T.P.C =0.422 kg /(hab*día)

Número de habitantes: 35508 hab. (Proyección para el 2021)

- Cálculo:

$$P d r e \acute{o} n i \acute{a} n f = 35508 ha * 0.422 k /(ha * d\acute{a}a)$$

$$P d r e \acute{o} n i \acute{a} n f = 14984.37 kg = 14.98 Ton$$

Tomando en cuenta que:

La proyección de generación de residuos para la ciudad de Machachi que no sobrepasa las 15 toneladas.

La flota de recolección para la ciudad de Machachi corresponde a dos camiones recolectores, con una capacidad de 24 toneladas entre las dos unidades.

La flota de camiones recolectores adquirido en 2008 se encuentra en buen estado, con una vida útil de 15 años aproximadamente.

Se determina que no es factible la adquisición de camiones recolectores por lo menos para los próximos 5 años, ya que estos cuentan con la capacidad para cubrir los residuos generados.

➤ Caso Alóag

- Datos:

T.P.C =0.613 kg /(hab*día)

Número de habitantes: 9758(Proyección para el 2021)

- Cálculo:

$$\begin{aligned}
 P \text{ d r } \acute{o}n &= 9758 \text{ ha} * 0.613 \text{ k } /(\text{ha} * \text{día}) \\
 P \text{ d r } \acute{o}n f &= 5981.65\text{kg} = 5.98 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Tomando en cuenta que:

La proyección de generación de residuos para la cabecera parroquial de Alóag que no sobrepasa las 6 toneladas.

La flota de recolección para la ciudad de Machachi corresponde a un camión recolector, con una capacidad de 12 toneladas.

El camión recolector adquirido en 2008 se encuentra en buen estado, con una vida útil de 15 años aproximadamente.

Se determina que no es factible la adquisición de camiones recolectores por lo menos para los próximos 5 años, ya que cuenta con la capacidad para cubrir los residuos generados.

4.1.2 REJILLA DE PLEGADO AUTOMÁTICO

La rejilla de plegado automático para fundas de residuos sólidos domiciliarios, es un método para mejorar la gestión de residuos como: la sanidad y la imagen de la ciudad; al presentarse un problema muy recurrente como es la sobrepoblación de perros callejeros en muchas localidades del Ecuador, los cuales provocan contratiempos en la contención de los residuos (fundas plásticas), esparciendo los mismos en busca de alimentos y dejando lo que no es de su interés, esto causa que el personal de recolección se encuentren con un escenario que no es parte de sus actividades, y gasten tiempo en juntar todo lo esparcido y llevarlo al vehículo recolector.

Así por ejemplo, la experiencia de Cuenca que junto con la Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca (EMAC), que llevan ya muchos años con esta implementación, refleja notoriamente mejora y gracias a una regularización en

diseños, se tuvo gran acogida, por lo que se ha visto el interés de replicarlo en otras ciudades. El Anexo 8 muestra el manual distribuido en la ciudad de Cuenca.

4.1.2.1 Acciones específicas a implementar

- a) Definir los lugares idóneos para la colocación de las rejillas plegables
- b) Compra e implementación de las rejillas. Diseño sugerido en el Anexo 9
- c) Colaboración del Municipio con la ciudadanía para mantener las rejillas en buen estado.

4.1.2.2 Recursos necesarios para la implementación

Se necesita una inversión directa por parte de la ciudadanía para la adquisición de estas rejillas. El costo es bajo y cuenta con la aceptación de los moradores, de acuerdo al Gráfico 3.11.

4.1.2.3 Resultados esperados una vez otorgados los recursos

Disminución de residuos esparcidos en las calles y mejoramiento del paisaje.

Un mejor manejo de la ciudadanía en cuanto a disposición de los residuos, reduciendo los tiempos de recolección y transporte.

La implementación de la rejilla es inmediata una vez adquirido el producto.

4.2 PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA ETAPA DE GENERACIÓN

4.2.1 ELABORACIÓN DE COMPOSTO EN BASE A RESIDUOS ORGÁNICOS BIODEGRADABLES ASIMILABLES A DOMÉSTICOS

El composto es un producto orgánico con aspecto terroso que se obtiene de la biotransformación de los residuos orgánicos biodegradables, y que aporta nutrientes al suelo y plantas (ARVOL, 2012). Una de sus principales ventajas es que reduce la cantidad de residuos orgánicos biodegradables que se disponen en

el relleno sanitario, además de mejorar los suelos, dar una mejor retención de agua en el suelo, ayudar a la absorción de nutrientes, permite racionalizar el empleo de fertilizantes inorgánicos, ya que los complementa o en el mejor de los casos los sustituye (León & Pacheco, 2010).

Considerando las ventajas que ofrece el compostaje, se tomó esta idea como propuesta de mejoramiento en la etapa de generación para Machachi y Alóag, la cual se basó en los 14 años de experiencia de la Institución AGRUPAR, organización que inició la implementación de este proyecto piloto en el 2002 en la municipalidad del DMQ, para luego pasar a ser parte fundamental del creado Conquito en el año de 2005. El Anexo 7 muestra el manual de huerta orgánica de Conquito.

Este proyecto está enfocado en la soberanía alimentaria mediante la implementación de huertos en los hogares de los participantes del proyecto; en la actualidad cuenta con más de 1500 huertos urbanos y periurbanos en todo el DMQ, supervisados por técnicos especializados del proyecto.

El trabajo está dividido en un equipo de 14 personas, integrado por 11 ingenieros agrónomos encargados de cada zona distrital del DMQ, un ingeniero en Alimentos, un Oficial del Proyecto y el gerente del Proyecto; contando además con la ayuda y aporte de los choferes para la logística.

Dentro del proyecto que coordina AGRUPAR, una parte fundamental del mismo, es el incentivo y capacitación para la generación de abono orgánico con residuos domésticos en terrazas o espacios reducidos, lo cual permite sustentar las medidas de las composteras en la propuesta de mejora del presente estudio, la misma que dependerá del espacio disponible del predio.

Así las medidas básicas propuestas son de 1x1m de área y de altura hasta 1,50 m, comenzando por el reconocimiento de la base del lugar donde se pondrá la compostera, y procediendo de la siguiente manera:

- 1) Se coloca un aislante como plástico si es de tierra o cemento, para evitar la infiltración de lixiviado como resultado de la descomposición de los residuos orgánicos biodegradables.

- 2) Se coloca una capa de paja, caña de maíz o una capa de tierra,
- 3) Se coloca los residuos orgánicos biodegradables en capas de 10 a 15 cm, comenzando por los residuos verdes, y hay que tomar muy en cuenta las consideraciones que se dan en la Tabla 4.1
- 4) Posteriormente se coloca una capa de aserrín u hojas secas de igual manera con una capa de 10 a 15 cm y una se coloca cal para evitar olores, de aquí se repite el proceso hasta alcanzar la altura de 1m a 1,50m. Hay que tomar en cuenta que una variación de la base plástica, puede ser en tanques, baldes de plástico, cajas de madera siempre aislados y con desagüe para extracción de lixiviados. Como se observa en la Figura 4.1.
- 5) Se aumenta agua para mantener una humedad adecuada y también para controlar la temperatura, se añade agua para disminuir la temperatura, de ahí si la temperatura es baja puede ser porque no está colocada correctamente la cubierta plástica.
- 6) Se cubre todo con un plástico negro, y tomamos semanalmente la temperatura tomando en cuenta el rango de 50- 70 °C por cerca de 4 a 5 semanas, esto es para la desinfección de patógenos en el compost.
- 7) Por último, se debe voltear pasando 15 días y después de un lapso de 3 meses, tiempo necesario para la descomposición, se obtiene el producto; el cual debe cernirse, finalizando el proceso.

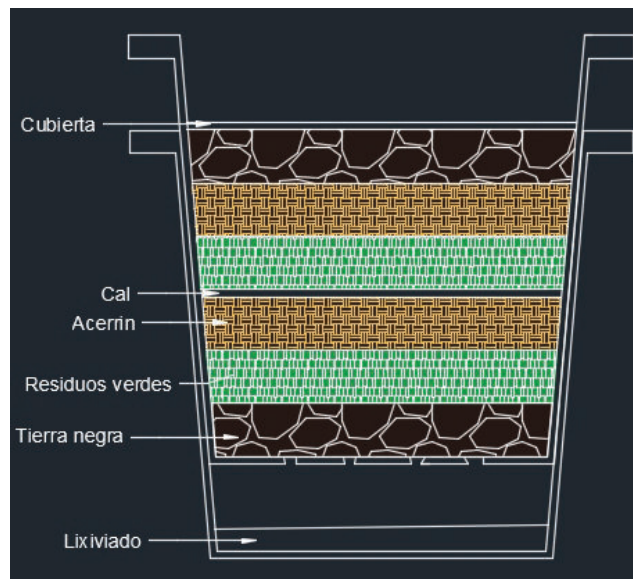
TABLA 4.1 RESIDUOS QUE SE PUEDEN O NO COLOCAR EN LA COMPOSTERA.

Residuos que se pueden colocar en la compostera	Hojas verdes, bolsas de té, restos de frutas y verduras, servilletas usadas, aserrín paja, hojas secas, pasto cortado seco y podas de árboles secos.
Residuos que no se deberían colocar en la Compostera	Restos de comida, arroz (atrae ratas), papel, plástico, vidrio, excrementos de humanos, perros o gatos, plantas enfermas o con químicos.

FUENTE: (ARVOL, 2012)

ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

FIGURA 4.1 ESQUEMA DE COMPOSTERA EN BASE A DOS TACHOS PLÁSTICOS



ELABORADO POR: Jaramillo A., Rojas B.

Este producto puede ser empleado directamente como enriquecedor del suelo, para un huerto o plantas ornamentales.

4.3 CÁLCULO DE COSTO DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA

Para realizar el cálculo de este indicador mediante la ecuación 4.1 fue necesario valorar los beneficios, que están mentalizados como acciones que se dejan de realizar por la mejora, o costos de ciertas acciones que se evitan al realizar las mejoras y estimar de la manera posible su valor económico.

4.3.1 REJILLA DE PLEGADO AUTOMÁTICO

Primero se tomó en cuenta el costo de la implementación de esta rejilla, que en consultas a trabajadores con acero de la zona se tiene un aproximado de entre USD 20 y 25 incluyendo la instalación y con un costo de mantenimiento y remplazo de unos USD 15 extra tenemos un total de USD 40 anuales.

Ahora hay que tomar en cuenta los beneficios valorados, entre los que encontramos los siguientes:

- 1) El tiempo ahorrado y valorado, en función del salario básico de una ama de casa, al tomar en cuenta el tiempo total mensual para poder limpiar los residuos esparcidos por los perros, también obtenemos un valor anual en ahorro de USD 49,91.
- 2) Otro beneficio es que los residuos de las calles, ya no se acumulan en las alcantarillas y dejan de provocar taponamientos. Y teniendo unos 3 taponamientos anuales en las alcantarillas. Por lo que al consultar se tuvo un valor de USD 111 que es el costo de cada mantenimiento, mediante bombas de succión.
- 3) Un último beneficio tomado en cuenta es el aspecto visual y como éste afecta al turismo, por lo que, teniendo un valor básico de gasto individual de 10 dólares por día, y en promedio con datos de turismo del sector de una afluencia de 10000 personas durante el año. Por lo que se un resultado de 15000 dólares en pérdidas, teniendo la premisa que si los turistas observan un ambiente insalubre por la condición de los residuos en las calles no volverían al lugar y es un costo evitado al implementar esta tecnología.

Entonces tenemos un índice de costo beneficio

$$\frac{C}{B} = \frac{40 \$/\text{año}}{15382,91 \$/\text{año}} = 0,0026$$

Este índice al ser menor que 1 nos refleja que el beneficio obtenido por esta mejora es ampliamente justificada comparada con el costo.

4.3.2 ELABORACIÓN DE COMPOST

Ahora se toma en cuenta el costo de la elaboración de compost en los hogares con los residuos orgánicos biodegradables que se generan, al realizar consulta en diferentes locales comerciales se obtuvieron los diferentes costos de suplementos necesarios para la realización de este. Así tenemos costo de contenedor,

herramientas para el volteado, etc. Teniendo en cuenta que el compost se realiza cada 4 meses, se tomaran en cuenta el costo de herramientas 3 veces al año. Teniendo un costo total aproximado de 25 dólares.

Y teniendo los beneficios valorados, entre los que encontramos los siguientes:

- El evitar la compra de compost para tantas plantas ornamentales, o para consumo en pequeños huertos. Este tiene un valor comercial de 5 dólares el saco de 40Kg. Y que se empleara unas 3 veces al año para enriquecer. Teniendo un total de ahorro de 15 dólares anuales.
- EL ahorro expresado como un pequeño porcentaje (20%) del costo mensual destinado a verduras frescas (presentado por el INEC), y que se pueden llegar a cultivar y enriquecer con el compost que se realiza en cada hogar. Tenemos un ahorro anual de 34,56 dólares por evitar comprar ciertas verduras que se pueden cultivar en casa y con espacios reducidos.

Entonces se tiene un índice de costo beneficio

$$\frac{C}{B} = \frac{25 \frac{\$}{\text{año}}}{49,56 \frac{\$}{\text{año}}} = 0,51$$

Este índice al igual que el de la propuesta de la rejilla refleja de igual manera un mayor beneficio contrastado con el costo de su implementación.

CAPÍTULO 5

5.1 CONCLUSIONES

- Solo un 7 % y 10%, en el caso de Machachi y Alóag respectivamente, están inconformes con el servicio de recolección que ofrece el Municipio de Mejía, esto valores representan un buen desempeño de los trabajadores municipales desde el punto de vista de la población.
- El factor de carga de 0,988 para la recolección de residuos orgánicos biodegradables en la ciudad de Machachi indica un buen aprovechamiento de la capacidad del vehículo recolector, caso contrario en la recolección de residuos inorgánicos de Machachi y residuos mezclados de Alóag con 0,545 y 0,477 respectivamente, factores bajos debido al empleo de dos recolectores para la recolección de residuos inorgánicos en Machachi y a la reducida cantidad de residuos que generan en la cabecera parroquial de Alóag.
- De acuerdo al análisis realizado durante este estudio, mediante recopilación de datos y visitas de campo, se determina un funcionamiento aceptable específicamente en las etapas de separación en la fuente y recolección; no obstante, se propuso alternativas que mejoren los procesos que se están dando actualmente como: la implementación de rejillas plegables que ayuden a la estética, sanidad y confort de la población y la elaboración de compost dentro de los hogares.
- Durante las visitas de campo realizadas, se observó el incumplimiento de los artículos 10 y 11 de la ordenanza para la Gestión Integral de Residuos Sólidos del cantón Mejía, en el cual establece que todos los propietarios o arrendatarios de viviendas, almacenes, talleres, restaurantes, bares, negocios en general, establecimientos educativos, industrias, instituciones públicas y privadas de la ciudad de Machachi, tienen la obligación de contar

con dos tipos de recipientes plásticos uno de color verde y negro; ya sea por falta de accesibilidad a estos recipientes o por desinterés de la ciudadanía los residuos son dispuestos en su mayoría en fundas de color negro tanto para orgánicos biodegradables como para orgánicos.

- A pesar que los residuos inorgánicos tienen mayor generación que los orgánicos biodegradables, los residuos orgánicos biodegradables representan problema debido a que su descomposición natural puede producir lixiviados.
- Un factor que afecta a la recolección, es la dispersión de residuos por parte de los perros callejeros provocando así un aumento de los tiempos muertos necesarios en este proceso.
- La propuesta de la rejilla plegable como una alternativa para mejorar el sistema de recolección de residuos espera buenos resultados, con una aceptación del 77% y 80% en la cabecera parroquial de Alóag y en la ciudad de Machachi respectivamente, población que ve con buenos ojos debido a la problemática por la existencia de una importante cantidad de perros callejeros que dispersan los residuos y provocan una mala imagen al sector.
- Con el análisis de costo-beneficio, que toma en cuenta los valores evitados, se puede evidenciar que los beneficios son mayores a los costos de adquisición, adecuación y mantenimiento, por lo que en términos económicos y ambientales estas alternativas son viables.
- La aplicación de la elaboración de composto en los hogares, propuesta en las alternativas de mejora, favorece económicamente a los hogares, ya que el producto puede utilizarse como abono de cultivo de sus propios alimentos; pero no tuvo una gran acogida en la ciudad de Machachi, con un porcentaje de 57%, debido al espacio requerido para su implementación, caso contrario en la cabecera parroquial de Alóag, con un 82% de aceptación.

5.2 RECOMENDACIONES

- Para las rutas de recolección de residuos tanto de orgánicos biodegradables como de inorgánicos en la ciudad de Machachi, debería implementarse el horario nocturno para evitar el flujo vehicular que se presenta por el centro de la urbe, y optimizar de esta manera los tiempos empleados en la recolección de los residuos, además que la población podrá tener mayor control con los residuos si se encuentra en los hogares.

- Para el caso particular del control de pesos de residuos en la entrada del Centro de reciclaje Romerillo, se recomienda mejorar el sistema para ingresar los registros y control de estos, para poder tener mayor organización y mejor acceso a datos específicos, que pueden ser necesarios para presentación de informes dentro de la misma municipalidad.

- Se recomienda la implementación de una política interna que comprometa una gestión integral de residuos correcta y continua, independientemente de la administración de turno.

- En el caso de adoptar la propuesta de la rejilla plegable, se recomienda a la municipalidad ofrezca las facilidades de adquisición de materiales, y fomentar el trabajo de los soldadores de la zona, impulsando el consumo de la misma zona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aburrá, Á. M. (2016). *Metropol*. Obtenido de http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/Legislacion%20No%20pe ligrosos/Manual_Residuos_Solidos.pdf
- Alóag, G. P. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Alóag 2012-2025*. Alóag.
- ARVOL. (2012). *MANUAL DE AGRICULTURA URBANA*. Obtenido de <http://www.ecohabitar.org/wp-content/uploads/2013/10/manual-agricultura-urbana.pdf>
- Berent, M. R. (2004). *Mejoramiento en la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en pequeñas ciudades del NEA*. Argentina.
- Briganti J., D. A. (2003). *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*. Recuperado el 24 de Septiembre de 2016, de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005612/Proyecto/InformeFinalProyectoSeparacionenlaFuente.pdf>
- Cadena, E. (2011). *Tesis Propuesta de un Plan de Manejo Participativo de Residuos Sólidos Domésticos en la Parroquia de Peñaherrera*. Cotacachi.
- Campo, A., & CEPEIGE. (2009). El Cambio Climático y sus Implicancias Territoriales en Machachi. *XXXVII Curso Internacional de Geografía Aplicada: Efectos del Cambio Climático, en el Desarrollo Regional Sustentable de las Comunidades Locales*, (pág. 32). Quito.
- Casillas, L., & Cadena, C. (2012). *Campamento Turístico Tomacucho-Parroquia de Machachi, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha*. Quito.
- CONALI. (2014). *Secretaría Técnica del Comité Nacional de Límites Internos del Ecuador*.

- Gobierno Federal, (2006). *Procedimiento para la Separación y Recolección selectiva de Residuos Sólidos en Mercados Públicos y Concentraciones del Distrito Federal*. La Esperanza-Mexico.
- Herrera, D. M. (2016). *Cálculo de la Muestra Poblaciones Finitas*. Obtenido de <https://investigacionpediahr.files.wordpress.com/2011/01/formula-para-cc3a1lculo-de-la-muestra-poblaciones-finitas-var-categorica.pdf>
- Jaramillo, J. (1999). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales-GIRSM. Feria y Seminario Internacional Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos*. Medellín-Colombia.
- León, E., & Pacheco, H. (2010). *Manual de Capacitación a Familias, "Disposición Sanitaria de Residuos Sólidos y Elaboración de Compost en Nuestra Familia y Comunidad"*. Obtenido de <http://www1.paho.org/per/images/stories/PyP/PER37/25.pdf?ua=1>
- MAE, (2015). *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente*. Quito: Registro Oficial.
- Mejía, G. (2016). *CANTONMEJIA*. Obtenido de <http://www.cantonmejia.com/>
- Mejía, G. M. (2015). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Machachi.
- Meyer, D. B. (2981). *Estrategia de la Investigación Descriptiva*. Barcelona-España.
- Ministerio de Coordinación de la Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados. (2011). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización*. Quito.
- Muñoz, M. (2008). *Manual de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos*, Quito. Quito.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (2007). *Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial*. Recuperado el 24 de septiembre de 2016, 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)

Papon, R., & Torque, A. (1991). *Huerto Revolucionario*. Madrid-España: Mandala Ediciones.

Pineda, J., & Chávez, Á. (2016). *UMNG*. Obtenido de www.umng.edu.co/documents/10162/745279/V2N2_11.pdf

Quispe, C. (2010). *Universidad Nacional de la Plata*. Recuperado el 24 de septiembre de 2016, de Residuos Sólidos Urbanos: Una guía para la separación en la fuente: http://www.unlp.edu.ar/uploads/docs/guia_practica_para_la_separacion_de_residuos_en_el_partido_de_la_plata.pdf

Rocha, A. (2009). *Estudio de Diferentes tipos de Inóculos en la Elaboración de COMpost, a partir de desechos domésticos Orgánicos*. Quito.

Salazar, D. (2003). *Manejo de Residuos Sólidos Municipales Enfoque (Centro América)*. El Salvador .

Sánchez, C. (2003). *Abonos Orgánicos y Lombricultura*. Lima-Perú: Ediciones Ripalme.

Tchobanoglous, G. e. (1994). *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Madrid: McGraw-Hill.

Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Vigil, S. (1994). *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Madrid: McGraw-Hill.

UNCOMO. (2016). *Cómo hacer compost en casa*. Obtenido de <http://hogar.uncomo.com/articulo/comohacercompostencasa15002>.

Yáñez, M. (2010). *Gobernanza del Suelo en el Cantón Mejía*. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/10184>

ANEXOS