



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

DIRECCIÓN DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL MENCIÓN EN
PLANIFICACIÓN AMBIENTAL**

TEMA:

**“EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
EN EL CANTÓN MEJÍA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA
PROPUESTA METODOLÓGICA QUE PERMITA UNA OPTIMIZACIÓN
EN LOS PROCESOS”**

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de Magister en Gestión Ambiental Mención en Planificación Ambiental

Autor

Ing. Centeno Chacón Diego Armando

Tutora

PhD. Salazar Cotugno Laura Inés

QUITO – ECUADOR

2020

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN**

Yo, CENTENO CHACÓN DIEGO ARMANDO, declaro ser autor del Trabajo de Investigación con el nombre “EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN MEJÍA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA METODOLÓGICA QUE PERMITA UNA OPTIMIZACIÓN EN LOS PROCESOS”, como requisito para optar al grado de MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL MENCIÓN EN PLANIFICACIÓN AMBIENTAL y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 31 días del mes de julio de 2020, firmo conforme:

Autor: Diego Armando Centeno Chacón

Firma:

Número de Cédula: 1716228844

Dirección: Pichincha, Machachi, Luis Cordero s2-10 y Felipe Barriga.

Correo Electrónico: minerodiegocenteno@gmail.com

Teléfono: 0997334702



APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN MEJÍA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA METODOLÓGICA QUE PERMITA UNA OPTIMIZACIÓN EN LOS PROCESOS” presentado por CENTENO CHACÓN DIEGO ARMANADO para optar por el Título MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL MENCIÓN EN PLANIFICACIÓN AMBIENTAL,

CERTIFICO:

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 31 de julio del 2020

.....
PhD. Salazar Cotugno Laura Inés
TUTORA ACADÉMICA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL MENCIÓN EN PLANIFICACIÓN AMBIENTAL, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 31 de julio del 2020

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Centeno Chacón Diego Armando', with several loops and flourishes.

.....
Centeno Chacón Diego Armando

1716228844

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN MEJÍA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA METODOLÓGICA QUE PERMITA UNA OPTIMIZACIÓN EN LOS PROCESOS”, previo a la obtención del Título de MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL MENCIÓN EN PLANIFICACIÓN AMBIENTAL, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, 31 de julio del 2020

.....
MSc. María Belén Baus Aguilera
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....
MSc. David Ernesto Suárez Duque
EXAMINADOR

.....
PhD. Laura Salazar Cotugno
TUTOR

DEDICATORIA

La motivación, cuando es la indicada y en el mejor momento, es el mejor detonante hacia el éxito, por tanto esta tesis está dedicada a mi esposa Gaby y a mi hijo Juan Diego, que fueron el pilar fundamental para poder culminar este objetivo que en un inicio parecía inalcanzable pero que hoy llega a plasmarse en este trabajo.

AGRADECIMIENTO

La gratitud es simplemente el acto más grande de humildad, donde podemos reflejar y darnos a entender a nosotros mismos la calidad de nuestro trabajo, la capacidad de nuestras manos y de nuestra mente unida en un único, conciso y preciso fin.

Agradezco al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía por permitirme realizar el trabajo de titulación y brindarme todas las facilidades para culminar con esta investigación, afianzando así una estrecha relación entre la comunidad, el sector público y la academia.

Agradezco a mi tutora de tesis la PhD. Laura Salazar quien supo guiarme de principio a fin en este trabajo de titulación y que mediante sus consejos, recomendaciones y observaciones permitió que esta tesis no solo quede plasmada en un documento, sino que sirva como instrumento de aplicación para mejorar la Gestión Integral de Residuos en mi querido terruño el Cantón Mejía.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN PARA EL REPOSITORIO DIGITAL.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiv
ÍNDICE DE IMÁGENES	xv
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xvii
RESUMEN EJECUTIVO	xix
ABSTRACT.....	xx
INTRODUCCIÓN	1
Importancia y actualidad	1
Justificación.....	4
Planteamiento del problema	5
Objetivos	6
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos	6
CAPÍTULO I.....	7
MARCO TEÓRICO	7
Antecedentes de la Investigación (estado del arte).....	7
Desarrollo Teórico del Objeto y Campo	11

Definiciones Generales.....	11
Clasificación de Residuos	15
Propiedades de los Residuos	17
Gestión Integral de Residuos Sólidos.....	19
Marco Legal	23
CAPÍTULO II	30
DISEÑO METODOLÓGICO.....	30
Paradigma y Tipo de Investigación	30
Procedimiento para la búsqueda y procesamiento de los datos.....	30
Población y Muestra	30
Diseño Experimental.....	31
Operacionalización de Variables	32
Técnica de Recolección de Datos	33
Metodología.....	34
Procedimiento de Recolección de la Información.....	35
Área de Estudio.....	35
División político administrativa y población.....	36
Aspectos generales del área de estudio.....	38
Aspectos Socioeconómicos.....	39
Uso y cobertura del suelo.....	40
Información Climática	41
CAPÍTULO III.....	43
RESULTADOS.....	43
SITUACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN MEJÍA	43
Diagnóstico Institucional.....	43
Diagnóstico a la Gestión Integral de Residuos Sólidos.....	46
GENERACIÓN	48
BARRIDO	50
RECOLECCIÓN	54
TRATAMIENTO Y RECICLAJE.....	61
DISPOSICIÓN FINAL.....	73

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA, AIRE, SUELO, RUIDO Y LIXIVIADOS RELACIONADOS A LOS RESIDUOS SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL CANTÓN MEJÍA	91
AGUA.....	91
AIRE	95
SUELO.....	97
RUIDO.....	99
LIXIVIADOS	101
PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN MEJÍA	105
PROPUESTA METODOLÓGICA DE MEJORA PARA LA ETAPA DE GENERACIÓN	105
PROPUESTA METODOLÓGICA DE MEJORA PARA LA ETAPA DE ALMACENAMIENTO	113
PROPUESTA METODOLÓGICA DE MEJORA PARA LA ETAPA DE BARRIDO	115
PROPUESTA METODOLÓGICA DE MEJORA PARA LA ETAPA DE RECOLECCIÓN	119
PROPUESTA METODOLÓGICA DE MEJORA PARA LA ETAPA DE TRATAMIENTO Y RECICLAJE.....	130
PROPUESTA METODOLÓGICA DE MEJORA PARA LA ETAPA DE DISPOSICIÓN FINAL.....	138
PROPUESTA METODOLÓGICA DE MEJORA PARA EL MODELO DE GESTIÓN DEL SERVICIO DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	152
PROPUESTA METODOLÓGICA DE MEJORA PARA LA SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS Y CAPACITACIÓN A LA COMUNIDAD.....	157
CAPÍTULO IV	162
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	162
CONCLUSIONES.....	162
RECOMENDACIONES	164
BIBLIOGRAFÍA.....	165

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Diseño Experimental.....	31
Cuadro N° 2. Operacionalización de Variables.....	32
Cuadro N° 3. División política y población del Cantón Mejía.....	37
Cuadro N° 4. Superficie de uso de suelo del Cantón Mejía.....	41
Cuadro N° 5. Datos climatológicos del Cantón Mejía.....	42
Cuadro N° 6. Concejo Municipal del Cantón Mejía.....	44
Cuadro N° 7. Cédula presupuestaria de ingresos.....	45
Cuadro N° 8. Rutas fijas y diarias de barrido.....	51
Cuadro N° 9. Rutas adicionales de barrido.....	53
Cuadro N° 10. Eliminación de basura cantonal.....	55
Cuadro N° 11. Eliminación de basura parroquial.....	56
Cuadro N° 12. Eliminación de basura cantonal diferenciada.....	56
Cuadro N° 13. Registro de materiales recuperados.....	66
Cuadro N° 14. Caracterización de materiales recuperados.....	66
Cuadro N° 15. Relación Carbono – Nitrógeno.....	68
Cuadro N° 16. Ingreso de material orgánico.....	72
Cuadro N° 17. Tiempo de elaboración del Bokashi.....	72
Cuadro N° 18. Coordenadas del Centro de Reciclaje Romerillos.....	74
Cuadro N° 19. Fases del relleno sanitario Romerillos.....	77
Cuadro N° 20. Proyección del tonelaje y volúmenes a depositarse	79
Cuadro N° 21. Registro de pesos de ingreso de residuos sólidos.....	84
Cuadro N° 22. Registro de ingresos de residuos biopeligrosos.....	88
Cuadro N° 23. Generadores de residuos biopeligrosos.....	89
Cuadro N° 24. Maquinaria pesada del Centro de Reciclaje.....	90
Cuadro N° 25. Coordenadas de los puntos de monitoreo agua.....	92
Cuadro N° 26. Resultados del monitoreo del punto A-1.....	94
Cuadro N° 27. Resultados del monitoreo del punto A-2.....	94

Cuadro N° 28. Coordenadas del punto de monitoreo aire.....	95
Cuadro N° 29. Resultados del proceso de monitoreo aire.....	96
Cuadro N° 30. Coordenadas del punto de monitoreo suelo.....	97
Cuadro N° 31. Resultados del monitoreo del punto S-2 suelo.....	99
Cuadro N° 32. Coordenadas de los puntos de monitoreo ruido.....	100
Cuadro N° 33. Resultados del proceso de monitoreo de ruido.....	101
Cuadro N° 34. Coordenadas de los puntos de monitoreo lixiviados.....	101
Cuadro N° 35. Resultados del proceso de monitoreo de lixiviados 1.....	103
Cuadro N° 36. Resultados del proceso de monitoreo de lixiviados 2.....	104
Cuadro N° 37. Proyección poblacional 2010 – 2030.....	106
Cuadro N° 38. Generación Per cápita.....	107
Cuadro N° 39. Categorías de clasificación de subproductos.....	109
Cuadro N° 40. Categorías de clasificación de plásticos.....	110
Cuadro N° 41. Caracterización de residuos (SAKURAI, 1982).....	111
Cuadro N° 42. Caracterización específica 1.....	111
Cuadro N° 43. Caracterización de residuos (SPI - NTE INEN 2634, 2012).....	111
Cuadro N° 44. Caracterización específica 2.....	112
Cuadro N° 45. Caracterización general de residuos.....	112
Cuadro N° 46. Peso volumétrico de la basura.....	114
Cuadro N° 47. Factor de frecuencia de recolección.....	114
Cuadro N° 48. Frecuencia de barrido.....	117
Cuadro N° 49. Rendimiento de barrido en rutas fijas.....	117
Cuadro N° 50. Rendimiento de barrido en rutas adicionales.....	118
Cuadro N° 51. Estado de la flota de recolectores.....	120
Cuadro N° 52. Macro Rutas propuestas de recolección.....	125
Cuadro N° 53. Variables a considerar para el sistema de micro ruteo.....	127
Cuadro N° 54. Propuesta de micro ruteo Machachi Centro Occidental.....	129
Cuadro N° 55. Porcentaje de recuperación de residuos orgánicos e inorgánicos...	132
Cuadro N° 56. Mini cargadora JCB modelo 250 con cabina cerrada.....	138

Cuadro N° 57. Estado de la flota de maquinaria pesada.....	139
Cuadro N° 58. Propuesta de las nuevas fases del Relleno Sanitario.....	140
Cuadro N° 59. Propuesta de nuevo modelo de gestión para residuos biopeligros.....	143
Cuadro N° 60. Estimación de caudales.....	145
Cuadro N° 61. Remuneraciones del Talento Humano administrativo.....	148
Cuadro N° 62. Bienes y servicios.....	148
Cuadro N° 63. Remuneraciones del Talento Humano operativo.....	149
Cuadro N° 64. Costo de la maquinaria y equipos para operar el relleno y tratar los lixiviados.....	149
Cuadro N° 65. Costo de herramientas e insumos.....	150
Cuadro N° 66. Costo de uniformes y equipos de protección.....	150
Cuadro N° 67. Estimación del costo del terreno.....	151
Cuadro N° 68. Estimación del costo de disposición final en un año.....	151
Cuadro N° 69. Ventajas y limitantes de los diferentes modelos de gestión.....	155
Cuadro N° 70. Condiciones de viabilidad para el cambio de modelo.....	157
Cuadro N° 71. Programa de Educación Ambiental.....	158
Cuadro N° 72. Programa de minimización en la fuente y separación diferenciada.....	159
Cuadro N° 73. Programa de almacenamiento, recolección y transporte.....	160
Cuadro N° 74. Programa de recuperación y aprovechamiento.....	160
Cuadro N° 75. Programa de indicadores.....	161

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Flujograma del proceso metodológico.....	30
Gráfico N° 2. Aspectos Socioeconómicos.....	40
Gráfico N° 3. Registro de generación a nivel nacional.....	48
Gráfico N° 4. Registro de barrido a nivel nacional.....	49
Gráfico N° 5. Registro de separación en la fuente	49
Gráfico N° 6. Caracterización de materiales recuperados.....	67
Gráfico N° 7. Flujograma de procesos del Centro de Reciclaje Romerillos.....	75
Gráfico N° 8. Caracterización de residuos por tipo de residuo.....	112
Gráfico N° 9. Caracterización general de residuos.....	113
Gráfico N° 10. Flujograma de procesos Bokashi.....	135
Gráfico N° 11. Flujograma de tratamiento de lixiviados.....	144
Gráfico N° 12. Modelos de gestión propuestos para la GIRS.....	153

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 1. Ubicación y límites del Cantón Mejía.....	36
Imagen N° 2. División política del Cantón Mejía.....	38
Imagen N° 3. Orografía del Cantón Mejía	39
Imagen N° 4. Estructura orgánica del Cantón Mejía.....	45
Imagen N° 5. Diagrama de GIRS seguido por el GAD Municipal de Mejía.....	46
Imagen N° 6. Cierre técnico del antiguo botadero del Cantón Mejía.....	47
Imagen N° 7. Primer diseño del cubeto del residuos sólidos del Cantón Mejía....	48
Imagen N° 8. Esquema de funcionamiento del Centro de Reciclaje.....	62
Imagen N° 9. Ubicación del Relleno Sanitario de Romerillos.....	73
Imagen N° 10. Centro de Reciclaje y Relleno Sanitario de Romerillos.....	74
Imagen N° 11. Fases del relleno sanitario Romerillos.....	77
Imagen N° 12. Plan masa del relleno sanitario en sus diferentes etapas.....	78
Imagen N° 13. Detalles del diseño de los cubetos en operación.....	80
Imagen N° 14. Sistema de impermeabilización.....	83
Imagen N° 15. Ingreso de datos.....	121
Imagen N° 16. Resultado dimensionamiento, variables.....	121
Imagen N° 17. Resultado dimensionamiento, recolección por día.....	122
Imagen N° 18. Resultado dimensionamiento, viaje por ruta.....	122
Imagen N° 19. Resultado dimensionamiento, tiempo de recolección.....	123
Imagen N° 20. Resultados, rutas.....	123
Imagen N° 21. Resultados, recursos y costos operativos.....	124
Imagen N° 22. Esquema de Macro Ruteo.....	124
Imagen N° 23. Esquema de Micro Ruteo.....	126
Imagen N° 24. Esquema de propuesta de micro ruteo Machachi Centro Occidental.....	129
Imagen N° 25. Propuesta de recolección diferenciada para los municipios.....	130
Imagen N° 26. Modelo de galpón para descarga de residuos.....	133
Imagen N° 27. Modelo de nave para abonos orgánicos.....	136

Imagen N° 28. Propuesta de las nuevas fases del relleno sanitario.....	141
Imagen N° 29. Propuesta de fases del relleno sanitario según plan masa.....	141
Imagen N° 30. Chimeneas con malla y puntales para drenaje pasivo.....	146
Imagen N° 31. Chimeneas con tubo perforado para drenaje pasivo.....	147

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1. Personal de Barrido en una Ruta Fija.....	53
Fotografía N° 2. Personal de Barrido en una Ruta Adicional.....	54
Fotografía N° 3. Personal de Recolección.....	54
Fotografía N° 4. Recolección a Pie de vereda.....	57
Fotografía N° 5. Carro recolector del GAD Municipal de Mejía.....	57
Fotografía N° 6. Ruta Diferenciada.....	58
Fotografía N° 7. Ruta Inter diaria.....	59
Fotografía N° 8. Ruta fin de semana en mercados.....	60
Fotografía N° 9. Recolección con ayuda de maquinaria pesada en mercados.....	60
Fotografía N° 10. Área de recepción de material para reciclaje.....	63
Fotografía N° 11. Materiales reciclados recuperados.....	63
Fotografía N° 12. Área de Separación y Reciclaje.....	64
Fotografía N° 13. Separación de Residuos de acuerdo al tipo de material.....	64
Fotografía N° 14. Entrega de EPP a los Recicladores.....	65
Fotografía N° 15. Recolección Diferenciada de Residuos Orgánicos en el Mercado Mayorista.....	68
Fotografía N° 16. Área de Compostaje del GAD Municipal de Mejía.....	70
Fotografía N° 17. Colocación de Microorganismos Eficientes.....	70
Fotografía N° 18. Volteos continuos con la mini cargadora.....	71
Fotografía N° 19. Área Administrativa.....	76
Fotografía N° 20. Sistema de Drenaje e Impermeabilización.....	81
Fotografía N° 21. Taludes de Estabilización.....	81
Fotografía N° 22. Maquinaria Pesada del Relleno Sanitario.....	82
Fotografía N° 23. Operación del Relleno Sanitario.....	82
Fotografía N° 24. Piscina de descarga de lixiviados.....	84
Fotografía N° 25. Planta de Tratamiento de Lixiviados.....	85
Fotografía N° 26. Furgón de Residuos Biopeligrosos.....	86
Fotografía N° 27. Tratamiento de Residuos Biopeligrosos.....	87
Fotografía N° 28. Cobertura de los Desechos Biopeligrosos.....	88
Fotografía N° 29. Punto A-1 de muestreo Propiedad del señor Alberto Jesús.....	92

Fotografía N° 30. Punto A-2 de muestreo Panamericana Sur.....	93
Fotografía N° 31. Instalación de la estación de monitoreo de Calidad de Aire.....	96
Fotografía N° 32. Muestreo en el Área de Compostaje.....	98
Fotografía N° 33. Muestreo de Medición de Ruido.....	100
Fotografía N° 34. Muestreo de Lixiviados en la Planta de Tratamiento.....	102
Fotografía N° 35. Muestreo de Lixiviados en la Piscina de Captación.....	102
Fotografía N° 36. Tachos de 25 L para recolección diferenciada.....	115
Fotografía N° 37. Galpón para descarga de Residuos Sólidos.....	134
Fotografía N° 38. Mini Cargadora JCB 250.....	137
Fotografía N° 39. Chimeneas del Relleno Sanitario Romerillos.....	145

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL MENCIÓN EN
PLANIFICACIÓN AMBIENTAL

TEMA: “EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN MEJÍA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA METODOLÓGICA QUE PERMITA UNA OPTIMIZACIÓN EN LOS PROCESOS”

AUTOR: Diego Armando Centeno Chacón

TUTOR: PhD. Laura Inés Salazar Cotugno

RESUMEN EJECUTIVO

En este trabajo se evaluó la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) en el Cantón Mejía, para identificar los puntos críticos de su operación, para proponer una metodología que permita una optimización y mejora en los procesos. Del análisis, se identificaron varios errores en la GIRS, muchos de estos ocasionados por la estructura organizacional con la que actualmente se maneja el Municipio, por tanto, se propuso un cambio en el modelo de gestión. Se determinaron las siguientes falencias por etapa: 1) los datos de generación de residuos no están actualizados con los parámetros fundamentales, se recomienda utilizar otros métodos de proyección de generación de residuos; 2) la comunidad no dispone de tachos adecuados para el almacenamiento de los residuos y no se realiza reciclaje, para esto se propone la utilización de dos tachos plásticos para almacenaje diferenciado; 3) el personal de barrido realiza un trabajo muy superior a lo recomendado por la Organización Panamericana de la Salud, por tanto es necesario contratar a 6 nuevos barrenderos o reajustar las rutas; 4) no se cuenta con el número suficiente de vehículos para satisfacer la demanda de recolección, ni se cumple el principio de macro rutas y micro rutas que ayuda a optimizar costos; 5) en la etapa de tratamiento y reciclaje, el porcentaje de recuperación de material inorgánico por parte de las asociaciones de recicladores se realiza en un área inadecuada y ha disminuido en los últimos años, ocasionando su desertión. Además, el material orgánico no llega en adecuadas condiciones de pureza, por tanto, se propone instaurar una infraestructura adecuada para la separación en la fuente y mejorar la recolección diferenciada; 6) en la etapa de disposición final, la mayor parte de la maquinaria pesada ha cumplido su vida útil; además, desde el inicio de la construcción de los cubetos de disposición final de residuos, no se siguió el plan masa, que optimiza el espacio del relleno sanitario. Por otro lado, la disposición final de residuos biopeligrosos, con celdas de aislamiento ya no son las adecuadas. Asimismo, la capacidad de tratamiento de lixiviados es muy pequeña comparada con el volumen de generación. Tampoco existe una correcta evacuación de gases. Para solucionar los problemas de esta última etapa, se propone el cambio de la maquinaria pesada, el rediseño del plan masa, un cambio de modelo de gestión para disposición de desechos biopeligrosos, la repotenciación de la planta de lixiviados, y utilizar nuevos materiales para las chimeneas de evacuación de gases. Este estudio servirá como una guía a las autoridades de turno para la toma de decisiones en beneficio de la mejora de los procesos de la GIRS en el Cantón Mejía. **DESCRIPTORES:** DESECHOS SÓLIDOS, GAD MUNICIPAL DE MEJÍA, GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, PROPUESTA METODOLÓGICA DE MEJORA.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL MENCIÓN PLANIFICACIÓN
AMBIENTAL

THEME: INTEGRAL MANAGEMENT EVALUATION OF SOLID WASTE IN
“MEJÍA” CANTÓN FOR METHODOLOGICAL PROPOSAL PREPARATION
THAT ALLOWS PROCESSES OPTIMIZATION

AUTHOR: Diego Armando Centeno Chacón

TUTOR: PhD. Laura Inés Salazar Cotugno

ABSTRACT

In this work, the Integrated Solid Waste Management (ISW) in “Mejía” Canton was evaluated, to identify the critical points of its operation, to propose a methodology that allows an optimization and improvement in the processes. From the analysis, several errors were identified in the ISW, many of them caused by the organizational structure which the Municipality is currently managed. The following shortcomings were determined by stage: 1) the waste generation data is not updated with the fundamental parameters, it is recommended to use other waste generation projection methods; 2) there are no adequate bins of waste storage and no recycling is carried out, for this purpose, the use of two plastic bins for differentiated storage is proposed; 3) the sweeping staff performs a work much higher than that recommended by the Pan American Health Organization, therefore it is necessary to hire 6 new sweepers or readjust routes; 4) there is not a sufficient number of vehicles to satisfy the demand for collection, nor is the principle of macro and micro routes that helps optimize costs fulfilled; 5) the percentage of inorganic material recovery by recyclers associations is carried out in an inadequate area and has decreased in recent years, it is proposed to establish an adequate infrastructure for separation at the source and improve differentiated collection; 6) in the final disposal stage, most of the heavy machinery has reached its useful life. Furthermore, from the start of construction of the waste disposal basins, the mass plan was not followed, which optimizes the landfill space. This study will serve as a guide to the authorities on duty for decision-making to benefit the improvement of the ISW processes in “Mejía” Canton.

KEYWORDS: solid waste, “Mejía” municipality, solid waste integral management, methodological proposal for improvement.

REVIEWED BY: MSc. Roilys Jorge Suárez Abrahante



INTRODUCCIÓN

Importancia y actualidad

La Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) se constituye como uno de los problemas más grandes que enfrentan los gobiernos locales, y que en el contexto del desarrollo local y sostenible moviliza a varios actores en torno al logro de objetivos comunes, relacionados con el fortalecimiento y mejoramiento de la capacidad de gestión, ya sea comunitaria o municipal (CARE y Avina, 2012).

La GIRS es obligación de las autoridades locales en la mayoría de los países en desarrollo. En Ecuador se mantiene la misma condición, recayendo la responsabilidad de su recolección y manejo en las autoridades municipales. El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), en su artículo 55 claramente establece que los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales son los responsables directos del manejo de sus residuos sólidos.

“Art. 55.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal.- Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley; d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley;”

Bajo este contexto, el Gobierno Nacional a través del Ministerio del Ambiente, en abril del año 2010, crea el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS), con el objetivo primordial de impulsar la gestión de los residuos sólidos en los municipios del Ecuador, con un enfoque integral y sostenible; con la finalidad de disminuir la contaminación ambiental, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos e impulsando la conservación de los ecosistemas; a través de estrategias, planes y actividades de capacitación, sensibilización y estímulo a los diferentes actores relacionados(MAE,2010).

Según el PNGIDS, desde el 2010 la gestión integral de residuos sólidos es una de las principales prioridades que tienen que manejar los gobiernos locales. El GAD Municipal del Cantón Mejía no es la excepción y asume esta competencia con el objetivo de enfrentar situaciones ambientales negativas producidas por la generación de residuos y emprender acciones ante posibles impactos que se puedan presentar desde la generación hasta la disposición final para brindar un adecuado servicio de saneamiento ambiental y cumplir con la normativa legal vigente.

En el Ecuador las metas propuestas en materia de gestión de residuos se enfocan en la reducción y aprovechamiento en cada una de las etapas, así en cuanto a la generación de residuos la meta es la generación de políticas públicas de reducción de residuos, en cuanto a la recolección y barrido la meta es llegar a un 60% en lo rural y un 90% en lo urbano frente al 40% en lo rural y un 67% en lo urbano de la actualidad, en cuanto a la disposición final la meta es eliminar los botaderos y optimizar los rellenos sanitarios, actualmente los desechos se disponen el 28% en rellenos sanitarios y el 72% en botaderos (MAE,2010).

Según datos provistos por el PNGIDS, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) y otras instituciones, se determinó que el servicio de recolección de residuos sólidos tiene una cobertura nacional promedio del 84.2% en las áreas urbanas y de 54.1% en el área rural, la fracción no recolectada contribuye directamente a la creación de micro basurales descontrolados.

Apenas un 24% de los Gobiernos Autónomos Descentralizados ha iniciado procesos de separación en la fuente, 26% procesos de recuperación de materia orgánica y 32% de recolección diferenciada de desechos hospitalarios. El 73,4% de los vehículos de recolección del país son compactadores y se tiende a no utilizar equipos abiertos. El 70% de los equipos supera la vida útil de 10 años (MAE, 2010).

El Cantón Mejía según las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) para el año 2020 tiene una población de 108.168 habitantes y según estadísticas manejadas por el GAD del Cantón Mejía, la generación de residuos sólidos dentro de su jurisdicción es de aproximadamente 60 Ton/día con una generación per cápita que se aproxima a los 0,60 kg/día/habitante de basura y los sistemas de barrido y recolección municipal de residuos sólidos en el Cantón Mejía

tienen una cobertura del 90% en el sector urbano y 60% en el sector rural, los cuales van a disposición final en el Relleno Sanitario de Romerillos.

Las acciones de control y seguimiento emprendidas por el Ministerio del Ambiente del Ecuador a todos los municipios y mancomunidades, se han basado en los artículos 46 y 125 del Libro VI referente a Calidad Ambiental, estipulados en el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA), y las acciones actuales, en las políticas ambientales nacionales que el Ministerio del Ambiente emitió mediante Acuerdo Ministerial N° 86, del 11 de noviembre del 2009 relacionadas con el manejo de desechos.

Aunque la Legislación Ambiental vigente, ha considerado en el Libro VI, Anexo VI del TULSMA Normas de Calidad Ambiental para el manejo y disposición final de Desechos Sólidos no peligrosos, en pos de contribuir con el medio ambiente y reconocer el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado que garantice la sostenibilidad del buen vivir, se han realizado algunos alcances a la legislación. Uno de estos alcances es la publicación del Acuerdo Ministerial 031, en el que se incluyen los procesos de cierre técnico y saneamiento de botaderos de los desechos sólidos y viabilidad técnica. Así como el tratamiento de desechos peligrosos en los Acuerdos Ministeriales 026, 161 y 142; y de desechos especiales en el Acuerdo 190 (Política Nacional de Post-consumo de equipos eléctricos y electrónicos).

Se debe considerar que el Código Orgánico del Ambiente (COA) constituye en la actualidad la norma más importante del país en materia ambiental, pues en ésta se regulan aquellos temas necesarios para una gestión ambiental adecuada. Entre otros, el COA aborda temas como cambio climático, áreas protegidas, vida silvestre, patrimonio forestal, calidad ambiental, gestión de residuos, incentivos ambientales, zona marino costera, manglares, acceso a recursos genéticos, bioseguridad, bio comercio, entre otros. Para el tema de gestión integral de residuos sólidos nos debemos basar en el Libro III De La Calidad Ambiental, Título V, Capítulo I al III del Código Orgánico del Ambiente (COA).

Si bien el COA fue aprobado en abril de 2017, el mismo entro en vigencia en abril de 2018 y mediante Decreto Ejecutivo No. 752, de 21 de mayo de 2019, el

Presidente de la República expidió el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente, cuya finalidad es desarrollar y estructurar la normativa para dotar de aplicabilidad a lo dispuesto en el Código Orgánico del Ambiente.

Justificación

El GAD Municipal del Cantón Mejía considerando la importancia de un manejo integral de los residuos sólidos, en función del bienestar de la comunidad y del ambiente, dio prioridad a la gestión de los mismos desde hace más de una década. Así mismo, consciente de la problemática ambiental ocasionada por los residuos sólidos ha visto conveniente implementar un modelo de Gestión Integral de los Residuos Sólidos en el Cantón.

El manejo de los residuos sólidos ha sido concebido, de tal forma que se minimicen los impactos que este tipo de actividades generan, tanto al ambiente como al entorno social, razón por la cual este estudio se lo realiza con el objetivo de presentar una propuesta metodológica para el mejoramiento de los procesos de Gestión Integral de Residuos Sólidos y que las obras o actividades que se relacionen con el manejo de los residuos se encuentren diseñadas con las técnicas suficientes y adecuadas para dar respuesta a los requerimientos de normativa legal vigente y a las expectativas de la comunidad del Cantón Mejía.

La aplicación del modelo ha significado grandes pasos en relación con el manejo técnico de los residuos, igualmente lo han sido: el cierre del botadero a cielo abierto, la creación del relleno sanitario en el sector de Romerillos y sobre todo la conformación del Centro de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos del Cantón Mejía donde operan dos Asociaciones de Recicladores.

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía es el encargado de la gestión integral de los residuos generados dentro de su jurisdicción mediante la estructuración de Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), estos se conciben como un conjunto de operaciones y disposiciones técnicas, comunitarias y de políticas encaminadas a dar a los residuos el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final. (CARE y Avina, 2012).

Los planes de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) se conciben como una estrategia diseñada para generar nuevos y mejores programas y proyectos que minimicen y reduzcan la inadecuada condición que afrontan los gobiernos locales en materia de residuos sólidos (Toro, 2016). Por tanto, para proceder a la elaboración de una propuesta metodológica que contribuya a su mejoramiento y optimización, es de gran importancia realizar la evaluación a todas las etapas de la gestión integral de residuos sólidos, basados en el análisis situacional y recolección de datos en cada una de estas como son generación, barrido, recolección, aprovechamiento y disposición final, logrando así la identificación de los puntos crítico, las falencias y/o problemas existentes en ellas; como por ejemplo los excesivos y repetitivos desplazamiento en el área de trabajo; pérdidas de tiempo, baja capacidad operativa, situación del equipo caminero, falta de equipos, infraestructura, etc.

Planteamiento del problema

La GIRS en el Cantón Mejía al iniciar sus operaciones en el año 2009 fue un ejemplo para otros municipios, pero con el transcurso de los años y debido a un sin número de factores se ha desencadenado una notable disminución en su capacidad operativa, lo cual no ha permitido llegar a los objetivos planteados al inicio del proyecto, dejando de ser el modelo ideal en materia de residuos sólidos. Es por tanto y de gran importancia realizar un análisis a la actual gestión que permita identificar debilidades y fortalezas del actual sistema para plantear propuestas técnicas viables y posibles soluciones a este grave problema ambiental y social.

Con estos antecedentes me he planteado las siguientes preguntas: ¿Cómo se encuentra la gestión integral de residuos sólidos en el Cantón Mejía varios años después de haber iniciado sus operaciones?, ¿Qué características tienen los desechos generados en el Cantón Mejía?, ¿Cuáles serían las posibles causas para una baja operatividad en cada una de las fases en la gestión integral de residuos sólidos?, ¿Qué propuesta metodológica se puede establecer para mejorar los procesos de gestión de residuos sólidos en el Cantón Mejía?.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar las características de los residuos sólidos y las etapas de la Gestión Integral que realiza el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía, para la elaboración de una propuesta metodológica que permita la optimización de sus procesos.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la Gestión Integral de Residuos Sólidos que se realiza en el Cantón Mejía, a fin de identificar los puntos críticos en las etapas operativas para conocer las falencias y/o problemas existentes.
- Determinar las características del agua, aire, suelo, ruido y lixiviados relacionados a los residuos sólidos que se generan en el Cantón Mejía.
- Elaborar una propuesta metodológica para la optimización de los procesos de la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Cantón Mejía, la cual sirva como instrumento clave para la toma de decisiones.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la Investigación (estado del arte)

Ha pasado mucho tiempo desde que los primeros humanos dejaron esparcidos los restos de algún animal descuartizado en el lugar donde lo convirtieron en su alimento, huesos con trozos de piel adheridos y probablemente la cabeza, que constituyó la primera basura (García, 2014). Por supuesto, aquella carne no venía empaquetada en una bandeja de plástico con cubierta de celofán, y es de suponer que el despojo fue finiquitado por los buitres con ayuda de gusanos, moscas y bacterias expertas en las tareas de compostaje de materia orgánica (García, 2014). Cuanta diferencia con las montañas de desperdicios que en la actualidad se generan y acumulan en vertederos y rellenos sanitarios de las pequeñas y grandes ciudades (García, 2014). Es por lo tanto que la generación de residuos constituye uno de los muchos daños colaterales de la civilización actual, fuente de malos olores y enfermedades, y de muchos dolores de cabeza para los encargados de su gestión (García, 2014).

Existe un sinnúmero de estudios de la GIRS en los cuales se abordan diferentes problemáticas como por ejemplo en el artículo “La Problemática de los desechos sólidos”, se menciona a los desechos como materia residual de las transformaciones productivas realizadas por el ingenio humano, y su problemática representa un reto en cuanto a su disminución y disposición final. A pesar de que los desechos sólidos siempre se han generado en el mundo, el problema tiende a empeorarse debido al desmedido aumento de la producción y el consumo de bienes y servicios. Por tanto, la gestión de éstos mediante su reducción, reciclaje, reúso, reprocesamiento, transformación y vertido debe convertirse en una prioridad para nuestra sociedad (Flores, 2009).

En el estudio “Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe” a nivel mundial, especialmente en las grandes ciudades de los países de América Latina y el Caribe, el manejo de los residuos sólidos ha representado un problema debido, entre otras cosas, a los altos volúmenes de residuos sólidos generados por los

ciudadanos; cuando el manejo de éstos no es el adecuado, puede afectar la salud de los ciudadanos y al medio ambiente, se detectaron similitudes en la manera como se manejan los residuos sólidos en la América Latina y el Caribe, observándose que el sistema se encuentra aún en estado incipiente para ser considerado como integral y sustentable. Para lograr mejoras, se requiere voluntad por parte de los gobernantes, fuertes inversiones y educación continua de la ciudadanía en el tema del aprovechamiento de los residuos (Sáez & Urdaneta, 2014).

Según la información recopilada en el estudio “Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe” realizada por la Organización de Naciones Unidas (ONU) en el 2018, se estimó que en el año 2014 la generación de residuos urbanos en América Latina y el Caribe fue de 541.000 Ton/día. Esta cifra podría alcanzar al menos las 671.000 Ton/día para el año 2050, aumentando la tasa de generación actual o per cápita (promedio regional de 1,04 kg/hab/día).

En el caso de América Latina y el Caribe, la región genera aproximadamente el 10 por ciento de los residuos generados a nivel global. Si bien los sistemas de recolección y gestión de los residuos han mejorado progresivamente en las últimas décadas, es alarmante que más de 40 millones de personas carezcan todavía de acceso a un servicio básico de recolección, y que alrededor de una tercera parte de los residuos generados, unas 145.000 toneladas al día, acaben en basurales a cielo abierto, ocasionando graves impactos sobre la salud y el medio ambiente. Por otro lado, se estima que tan sólo se está recuperando un 10% de los residuos generados, de manera que se desperdicia una gran cantidad de valiosos recursos materiales y energéticos (ONU, 2018).

El Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente (UNEP), manifiesta que los fenómenos globales como el incremento de la población, la creciente tendencia a la urbanización, el crecimiento económico y una significativa cantidad de personas que dejan la pobreza para unirse a una incipiente clase media y los patrones de producción y consumo claramente insostenibles ligados a una economía lineal, son algunos de los factores causantes del constante aumento en la generación de residuos que se observa en la región (UNEP, 2016).

Según el “Análisis Sectorial de Residuos Sólidos del Ecuador”, actualmente la generación de residuos en el país es de 4,06 millones de toneladas métricas al año y una generación per cápita de 0,74 kg/hab./día. Se estima que para el año 2020 el país generará un aproximado de 6 millones de toneladas métricas anuales, por lo que se requiere de un manejo integral planificado de los residuos (MAE, 2010).

En el Ecuador solo el 28% de los residuos son dispuestos en rellenos sanitarios, sitios inicialmente controlados que con el tiempo y por falta de estabilidad administrativa y financiera, por lo general, terminan convirtiéndose en botaderos a cielo abierto. El 72% de los residuos restante es dispuesto en botaderos a cielo abierto (quebradas, ríos, terrenos baldíos, etc.), que provocan inconvenientes e impactos de diferente índole como taponamiento de cauces de agua y alcantarillados, generación de deslaves, proliferación de insectos y roedores; que traen consigo problemas ambientales y de salud a la población (MAE, 2010).

El estudio “La inflación y el ingreso de los recolectores de desechos sólidos inorgánicos reciclables de la ciudad de Guayaquil”, menciona que la falta de acceso a empleo, oportunidades y precariedad es todo un desafío para alrededor del 50% de la población económicamente activa, por lo tanto algunos habitantes del Ecuador han optado por la actividad de recolección de desechos reciclables como una fuente de ingreso (Silva et al., 2015). El reciclaje es una de las industrias que se está desarrollando en el país. A nivel nacional se recicla cerca 80 mil toneladas de materiales al año, lo cual genera un aporte de USD\$ 55 millones (Ekos, 2014).

Según el artículo “La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad” se señala que la GIRS continúa siendo una tarea pendiente por el desafío que el manejo de residuos implica y por la condición deficitaria en términos de infraestructura que caracteriza a los municipios mexicanos. También porque la implementación del llamado modelo de sustentabilidad de los residuos ha provocado diferencias territoriales significativas, por zonas geográficas y tamaños de localidad, que apuntan hacia la construcción de una nueva geografía, generada por la crisis ambiental relacionada con el manejo que reciben los residuos sólidos en el país (Jiménez, 2015).

En el artículo “Problemática De La Gestión De Residuos Sólidos Urbanos en las Mega ciudades”, se menciona que la problemática de la gestión de residuos resulta un problema muy complejo en el cual se integran conceptos ambientales, económicos, institucionales y sociales. Nos habla que por lo general, los sectores de mayor poder adquisitivo son los generadores de la mayor cantidad de residuos y que los hábitos de consumo impactan directamente sobre la calidad de los residuos (Rollandi, 2012).

En el estudio “Residuos sólidos en América Latina: gestión, políticas públicas y conflictos socio ambientales”, se aborda que en la recuperación de residuos sólidos como plástico, metales, cartón y papel, vidrio, persiste una gran informalidad que genera dinámicas que pueden ser asociadas con problemáticas de salud, marginalidad, exclusión e inclusive mafias de la basura; además se observan falencias en la ejecución de las políticas públicas, y también falta de políticas más restrictivas para atacar las fuentes del problema: la producción y el consumo. Por ejemplo, vemos pocas iniciativas para gestionar el componente orgánico de la basura, que es el residuo más abundante en América Latina (Cuvi, 2015).

El sistema de gestión de residuos sólidos urbanos según el artículo “Gestión de residuos sólidos urbanos, capacidades del gobierno municipal y derechos ambientales”, está inmerso en un esquema jerárquico y centralizado cuyo éxito depende de las capacidades y acciones del gobierno local. La conclusión de esta investigación es que las capacidades del gobierno municipal resultan insuficientes y son rebasadas por las necesidades en materia de residuos, ocasionando transgresiones a los derechos ambientales colectivos y transgeneracionales (Castro, 2016).

Es así como una adecuada GIRS va dirigida a responder a la problemática mediante soluciones viables y sostenibles, por medio de la adopción de tecnologías apropiadas, la participación del gobierno, la comunidad y los grupos vulnerables en todos los aspectos del manejo de los residuos y en el cuidado responsable del ambiente. Todo ello va encaminado a incidir positivamente en la situación de la salud pública y a que se tome en cuenta esta estrategia como un factor importante del desarrollo local (CARE y Avina, 2012).

Desarrollo Teórico del Objeto y Campo

Definiciones Generales

BASURA

La sociedad en general llama basura a todo lo que desechamos porque deja de ser útil para cada uno de nosotros o porque ya no le encontramos otro uso. De manera formal, el término basura se refiere a todos los residuos sólidos generados por los humanos luego de haber culminado su vida útil (Valbuena, 2007).

De acuerdo a esto Valbuena (2007), dice que la basura constituye generalmente el reflejo del estilo de vida de los ciudadanos que la habitan.

Las principales afecciones ocasionadas por la aglomeración de basura, además de las paisajísticas es que atrae a vectores no deseados que son focos de contaminación a la salud y al medio ambiente (Valbuena, 2007).

RESIDUOS SÓLIDOS

Según Ruiz (2004), los residuos sólidos son los restos de los productos de actividades humanas, considerados por sus generadores como inútiles, inservibles, indeseables o desechables, pero que pueden servir de manera útil a otras personas.

Los residuos sólidos son productos de la relación del hombre con su medio, por lo que su mejor definición es: *“Todo material descartado por la actividad humana, que no teniendo utilidad inmediata se transforma en indeseable”* (Tchobanoglous, 1993). Se utiliza el término residuos sólidos para hacer referencia al material que tiene valor potencial de ser reutilizado o procesado. Sin embargo, el término desechos sólidos se utiliza en el nivel profesional y legal de diferentes países para referir lo mismo.

DESECHOS SÓLIDOS

De acuerdo al CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE (COA), la definición de desechos es la siguiente: *“Son las sustancias sólidas, semisólidas, líquidas o gaseosas o materiales compuestos resultantes de un proceso de producción, extracción, transformación, reciclaje, utilización o consumo, a cuya eliminación o disposición final se procede conforme a lo dispuesto en la legislación ambiental”*

nacional e internacional aplicable y no es susceptible de aprovechamiento o valorización” (COA, 2017).

El desecho sólido no-reutilizable es una concepción humana. Los sistemas ecológicos, en cambio, son sistemas dinámicos en los cuales todos los elementos residuales de cualquier organismo son reciclados o reincorporados constantemente (Alvitez, 2017).

El balance ecológico se mantiene de forma compleja, todos sus elementos son interdependientes y todos los organismos tienen crecimiento limitado. Debemos buscar formas de reducir y reutilizar los desechos que generamos y de conocer y respetar los principios del balance ecológico (Alvitez, 2017).

GENERADOR O PRODUCTOR

Es toda persona, empresa o institución que genera residuos sólidos por una actividad determinada y es usuario del servicio de gestión integral de residuos en cualquiera de sus etapas.

SEPARACIÓN EN LA FUENTE

La separación de residuos en la fuente o desde el origen consiste en la clasificación de todos los desechos generados en la fuente respectivamente en sus características y utilidad que tuvieron (Hui, 2006).

Inicialmente se sugirió que para el material de compostaje (residuos de alimentos), materiales combustibles (fibra y papel) y materiales reciclables (metales y vidrios), se separen para luego ser recolectados y enviados a los destinatarios adecuados (Hui, 2006).

RECOLECCIÓN SELECTIVA

La recolección selectiva consiste en la separación, en la propia fuente generadora de los componentes o elementos que puedan ser recuperados para un posterior aprovechamiento (Muñoz, 2008).

RECICLAJE

Proceso mediante el cual, previa separación y clasificación selectiva de los residuos o sus componentes, son aprovechados como energía o materia prima en la fabricación de nuevos productos (COA, 2017).

COMPOSTAJE

El compostaje es el proceso mediante el cual los residuos sólidos orgánicos se transforman en un mejorador de suelo (Jaramillo, 2008).

El compost puede elaborarse manual o mecánicamente, lo cual depende del volumen de residuos orgánicos a tratar. En ciudades pequeñas se recomienda hacerlo de forma manual mientras que en medianas y grandes es necesario mecanizar este proceso (Jaramillo, 2008).

LIXIVIADO

Es el líquido que genera por descomposición de la fracción 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, 1993).

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 diferentes características (Jaramillo, 1999).

VECTOR

Ser vivo que puede transmitir enfermedades infecciosas a los seres humanos, animales o al medio ambiente de manera directa o indirecta. Comprende moscas, mosquitos, roedores, aves y otros animales (Muñoz, 2008).

RELLENO SANITARIO

Briseño (1981), explica que los rellenos sanitarios comprende una forma de disposición de la basura de manera ordenada, cubriéndola a diario con capas de tierra y tomando las medidas necesarias para que la compactación de tierra no afecte el ecosistema. A su vez, Chaves (2001) manifiesta que un Relleno Sanitario es una

técnica de disposición final de los desechos sólidos en el suelo; de tal manera que no cause molestias a la comunidad, riesgos para la salud, ni perjuicio al medio ambiente, tanto durante su operación como después de terminado. Este método utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área de poca extensión, cubriéndola con capas de tierra diariamente. Además prevé los problemas que pueden causar los líquidos y gases producidos en el relleno como efecto de la descomposición de la materia orgánica”

La Sociedad de Ingenieros Civiles (ASCE) define al Relleno Sanitario como una técnica para la disposición de residuos sólidos en el suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestias o peligro para la salud y seguridad pública, método este, que utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo menor posible, reduciendo su volumen al mínimo practicable, para cubrir los residuos así depositados con una capa de tierra con la frecuencia necesaria.

BOKASHI

Bokashi, es una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada”; una traducción de esta palabra al Español (refiriéndonos al abono) es abono orgánico fermentado (Ramos, 2014). Es diferente al compost tradicional, 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) 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).

ECONOMÍA CIRCULAR

La economía circular es una filosofía de organización de sistemas inspirada en los seres vivos, que persiguió el cambio de una economía lineal (producir, usar y tirar) cada vez más difícil de implementar por el agotamiento de los recursos hacia un modelo circular y regenerativo, tal y como ocurre en la naturaleza y que además supone una gran oportunidad en el ámbito empresarial (Balboa, 2014). Sus aplicaciones prácticas, tanto en sistemas económicos como en procesos industriales, han ido en aumento progresivo en los últimos años. Su aplicación residió en diseñar

productos sin desechos (eco diseño), productos que facilitaron su desmonte y reutilización, así como en definir modelos empresariales socialmente inteligentes (Goleman, 1999), para que los fabricantes pudieran económicamente recoger, los productos y volver a fabricarlos y distribuirlos.

Clasificación de Residuos

CLASIFICACIÓN POR ORIGEN Y TIPO DE GENERADOR

En esta clasificación se hace referencia a una clasificación sectorial y no existe límite en cuanto a la cantidad de categorías o agrupaciones que se pueden realizar.

Según Muñoz (2008), los residuos clasificados según su tipo de origen y tipo de generadores son:

- Domiciliarios
- Urbanos o Municipales
- Industriales
- Agrícolas y ganaderos
- Forestales
- Mineros
- Hospitalarios o Biopeligrosos
- Construcción o escombros
- Portuarios y Aeroportuarios
- Radiactivos
- Especiales
- Otros

CLASIFICACIÓN POR TRATAMIENTO

Este criterio de clasificación nace con el propósito de orientar a la gestión integral de residuos sólidos de un lugar determinado y particularmente es útil cuando se tiene que definir la infraestructura que se va a necesitar para el tratamiento y disposición final (Muñoz, 2008).

Según (Muñoz, 2008), como ejemplo se tiene:

- 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 deben disponerse en celdas de seguridad y no pueden ir con los residuos comunes para una disposición final.
- Residuos generados en grandes cantidades y que necesitan un tratamiento particular.
- Residuos provenientes de desastres naturales o antrópicos de una determinada población o ciudad.
- Residuos que se pueden utilizar en un proceso de aprovechamiento y valorización.

CLASIFICACIÓN POR ESTADO FÍSICO

Según (Muñoz, 2008), los residuos sólidos de acuerdo a su estado físico se clasifican en:

- Sólidos
- Semisólidos
- Líquidos
- Gaseosos

CLASIFICACIÓN POR DEGRADACIÓN

Dentro de esta categoría se encuentran los dos grupos más comunes según (Muñoz, 2008):

- **ORGÁNICOS**, de fácil biodegradación que pueden ser restos de alimentos, restos de podas de jardín, cascaras, entre otros y sirven para elaboración de abonos orgánicos (Muñoz, 2008).
- **INORGÁNICOS**, de difícil biodegradación o que requieren mucho tiempo para su descomposición que pueden ser plásticos, metales, vidrio, entre otros y que podrían ser reciclables (Muñoz, 2008).

CLASIFICACIÓN POR POTENCIALES EFECTOS DERIVADOS DE SU MANEJO

Según (Muñoz, 2008), los residuos que ingresan en esta clasificación son:

- **Residuos Peligrosos reactivos:** son aquellos residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos, pudiendo generar efectos adversos para la salud, salud pública y el ambiente (Muñoz, 2008).
- **Residuos peligrosos no reactivos:** son residuos peligrosos que han sufrido algún tipo de tratamiento por medio del cual han perdido su naturaleza de peligrosos (Muñoz, 2008).
- **Residuos inertes:** son los residuos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas a través del tiempo (Muñoz, 2008).
- **Residuos no peligrosos:** son todos aquellos residuos comunes que no pertenecen o tienen características de las clasificaciones anteriores (Muñoz, 2008).

Propiedades de los Residuos

PROPIEDADES FÍSICAS

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

Peso específico: es el peso del material por unidad de volumen, expresado en kg/m^3 o Ton/m^3 , los cuales son utilizados para valorar la masa y volumen total de los residuos a disponer, además son datos muy importantes en la planificación de las operaciones dentro de la gestión integral de residuos sólidos (Berent, 2004).

Humedad: este parámetro es muy variable dentro de los residuos sólidos, a pesar de esto se ha establecido un rango entre 25 y 60% la cual depende de factores como la fracciones que constituyen el residuo, factores climáticos, condiciones meteorológicas y el porcentaje de humedad mezclado y sin mezclar (Berent, 2004).

Tamaño de partícula y distribución del tamaño: es una consideración importante y básicamente sirve para diseño y aprovechamiento en la recuperación de los materiales reciclables por medios mecánicos (Berent, 2004).

Capacidad de campo: es la cantidad total de humedad que puede ser retenida por una muestra sometida a la acción de la gravedad, que tiene su importancia para determinar la formación de lixiviados y varía dependiendo del grado de compactación aplicada y del estado de descomposición del residuo,

estando en un rango del 50 y 60 % para residuos domésticos y comerciales no compactados (Berent, 2004).

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 (Berent, 2004).

PROPIEDADES QUÍMICAS

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

Análisis físico de los compontes: sirve para determinar los componentes combustibles de residuos mediante los siguientes ensayos (Berent, 2004):

- **Material volátil combustible:** Se determina la pérdida de peso por ignición a 950 °C en un crisol cubierto (Berent, 2004).
- **Carbono fijo:** Se determina el rechazo combustible dejado después de retirar el material volátil (Berent, 2004).
- **Ceniza:** Es el peso del rechazo después de la incineración en un crisol abierto (Berent, 2004).
- **Punto de fusión de la ceniza:** Se mide con la temperatura a la cual la ceniza resultante de la incineración de los residuos (a una temperatura entre 1100 °C y 1200 °C) se transforma en sólido, producto de la fusión y aglomeración (Berent, 2004).

Análisis químico de los componentes: 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 procesos de conversiones biológicas o compostaje (Berent, 2004).

Contenido energético: se refiere al contenido energético y poder calorífico de los residuos sólidos, que se expresa en kJ/kg. Este dato se pone a consideración para el diseño plantas incineradoras y de recuperación de energía (Berent, 2004).

PROPIEDADES BIOLÓGICAS

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 están relacionados directamente con la descomposición de la fracción orgánica (Berent, 2004).

Gestión Integral de Residuos Sólidos

La Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) es el conjunto articulado e interrelacionado de acciones y actividades normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región (Castro, 2000).

GENERACIÓN

La cantidad de residuos sólidos y sus características varían de comunidad a comunidad y dependen de las actividades que en ellas se desarrollan y de los hábitos de consumo de sus habitantes. Esto determina el tipo de manejo que se debe hacer de ellos (Castro, 2000).

Por esta razón, un sistema de gestión integral de residuos sólidos debe empezar por caracterizarlos y determinar como mínimo, que clase de residuos son y qué cantidad de residuos se producen en un determinado lugar (Castro, 2000).

Según (Castro, 2000), el punto de partida para un adecuado manejo de residuos es la determinación de los siguientes parámetros básicos:

- Peso específico
- Producción per cápita

- Composición de los residuos
- Producción actual y futura de los residuos

ALMACENAMIENTO

El almacenamiento es la operación con la cual se inicia el proceso del manejo de los residuos sólidos. Según (Castro, 2000), un adecuado almacenamiento tiene como ventajas:

- Evitar problemas de contaminación al ambiente.
- Disminuir impactos en la salud humana causados por las enfermedades relacionadas al mal manejo de desechos y sus vectores.
- Facilitar el proceso de recolección de residuos.
- Ayudar a mejorar los procesos de aprovechamiento como son reciclaje y compostaje.

BARRIDO Y LIMPIEZA

Es la operación que permite el retiro de los residuos sólidos generados en la vía pública, parques y lugares de reunión masiva por los transeúntes (Castro, 2000).

Este servicio debe ser prestado únicamente en aquellas vías algún tipo de protección o tratamiento como por ejemplo asfalto, adoquinado, pavimento rígido, etc. Y no en aquellas que son de tierra (Castro, 2000).

El servicio de barrido puede ser realizado por medio manual o mecánico. El barrido manual es el realizado directamente por el personal que barre las calles, mientras que el barrido mecánico se realiza mediante equipos que aspiran los residuos o lavan las calles pavimentadas o asfaltadas de una ciudad (Castro, 2000).

Según (Castro, 2000), para poder brindar un servicio adecuado de barrido y limpieza se debe tener en cuenta factores como:

- Frecuencia
- Rutas de barrido
- Personal y equipo

RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

Es la actividad que permite el retiro y traslado de los residuos sólidos desde la fuente generadora o productora hasta el sitio de tratamiento y reciclaje o directamente a la disposición final (Castro, 2000).

Según (Castro, 2000), para una adecuada planificación del sistema de recolección se debe tener en cuenta diferentes factores como son:

- Frecuencia y horario de recolección
- Elección de los vehículos de recolección
- Número de la flota de vehículos de recolección
- Rutas de recolección
- Personal, equipo e insumos

TRATAMIENTO Y RECICLAJE

Esta actividad hace algunos años atrás no estaba contemplado dentro de las fases de la GIRS, era considerada una actividad marginal y en general el manejo de los desechos sólidos se limitaba a la recogida y posterior acumulación en botaderos a cielo abierto sin ningún tipo de manejo.

Sin embargo el fuerte incremento que ha experimentado la producción de desechos sólidos, sumado a las actuales políticas ambientales cada vez más estrictas, ha permitido que nuevas tecnologías surjan para el tratamiento de los desechos viendo en ellos réditos económicos. Por un lado se intenta frenar la producción de residuos y, por otro, ponerlos en valor estimulando su reutilización o reciclaje.

La separación en la fuente y clasificación selectiva ha permitido que se facilite su tratamiento otorgándole un valor económico, según Castro (2000), los residuos dependiendo de su naturaleza pueden ser enviados diferentes plantas:

- **Planta de Reciclaje/o compostaje**, que permite recuperar ciertos materiales (como papel, cartón, plástico, vidrio, metales, etc.) para su reaprovechamiento y transformar la materia orgánica en “compost”, un abono orgánico utilizado como mejorador de suelo en la agricultura y jardinería (Castro, 2000).

- **Plantas Incineradoras**, en la que los residuos son incinerados en hornos especialmente adaptados. Esta incineración produce calor y vapor que puede utilizarse para la generación de energía eléctrica (Castro, 2000).
- **Rellenos controlados**, en la que los residuos sólidos no aprovechables son enterrados y compactados para luego captar mediante tuberías el gas principalmente metano CH₄, que se genera en el proceso de la descomposición de los residuos y se utiliza para generar energía eléctrica (Castro, 2000).
- **Otras tecnologías**, que utilizan a los residuos sólidos como materia prima para generar energía u otros derivados producto de un tratamiento físico, químico o biológico (Castro, 2000).

DISPOSICIÓN FINAL

Es la práctica que permite disponer en forma adecuada los residuos sólidos de manera que no impacten negativamente en la salud pública ni en el medio ambiente.

Desde la perspectiva técnica, existen algunas alternativas que permiten disponer adecuadamente los residuos sólidos que deberían ser consideradas al momento de tomar una decisión sobre el tema. El método más usado a nivel mundial debido a sus bajos costos a comparación de otras tecnologías es la disposición final que se realiza en los rellenos sanitarios que son instalaciones de ingeniería diseñadas y operadas para la contención a largo plazo de residuos sólidos (Castro, 2000).

El relleno sanitario es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura.

Según Castro (2000), los tipos de relleno sanitario son:

- **Relleno Sanitario Mecanizado**, usado para más de 40 toneladas de desechos al día.
- **Relleno Sanitario Semi mecanizado**, para disponer entre 16 y 40 toneladas de desechos al día
- **Relleno Sanitario Manual**, para disposición de hasta 15 toneladas al día.

Según Castro (2000), los métodos de construcción son:

- **Método de trinchera o zanja**, que consiste en la excavación de una de zanjas con determinadas dimensiones que luego de ser impermeabilizadas servirán para depositar los residuos sólidos.
- **Método de área**, donde no sea factible excavar esta puede depositarse directamente sobre el suelo original, el que debe elevarse algunos metros, previa impermeabilización del terreno.
- **Método combinado**, se aplica como una combinación de los dos métodos, se inicia con la excavación de una zanja y luego debe elevarse lo que permite una optimización del área a utilizarse.

Según Castro (2000), para una adecuada operación y mantenimiento se debe tomar en cuenta varios factores:

- a) Ubicación del sitio
- b) Área requerida, estudios iniciales
- c) Diseño del relleno
- d) Drenaje de lixiviados
- e) Drenaje de gases
- f) Cunetas perimetrales
- g) Cercas vivas
- h) Recursos humanos e insumos
- i) Maquinaria y equipos
- j) Construcción, operación y mantenimiento

Marco Legal

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

La Constitución de Ecuador, aprobada mediante referéndum realizado el 28 de septiembre de 2008, es la culminación, en materia ambiental, de un proceso de constitucionalización del medio ambiente que se ha venido desarrollando en los países latinoamericanos.

La constitución de la república es la normativa jurídica suprema de los ecuatorianos, la misma que es la única que otorga derechos a la naturaleza.

Conforme a lo anteriormente expuesto, se citarán dos artículos de la Carta Magna.

Art 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Adicionalmente, la Constitución contempla estrategias adjudicadas a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, las cuales, priorizan el desarrollo sostenible mediante el control, manejo y decisión del uso de los recursos naturales, consiguiendo así, reducir los impactos negativos generados por alteraciones a zonas con alta biodiversidad.

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: ...Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón;... Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Art. 415.- “...Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos...” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN (COOTAD)

Este Código establece la organización político-administrativa del Estado ecuatoriano en el territorio: el régimen de los diferentes niveles de gobiernos autónomos descentralizados y los regímenes especiales, con el fin de garantizar su autonomía política, administrativa y financiera. Además de establecer las competencias exclusivas de los gobiernos locales

Art. 55.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal.- Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley;

d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley; (Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía, y Descentralización, 2010)

Art. 136.- Ejercicio de las competencias de gestión ambiental.- De acuerdo con lo dispuesto en la Constitución, el ejercicio de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza a través de la gestión concurrente y subsidiaria de las competencias de este sector, con sujeción a las políticas, regulaciones técnicas y control de la autoridad ambiental nacional, de conformidad con lo dispuesto en la ley.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales establecerán, en forma progresiva, sistemas de gestión integral de desechos, a fin de eliminar los vertidos contaminantes en ríos, lagos, lagunas, quebradas, esteros o mar, aguas residuales provenientes de redes de alcantarillado, público o privado, así como eliminar el vertido en redes de alcantarillado. (Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía, y Descentralización, 2010)

CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE (COA)

Es necesario mencionar que, el Código Orgánico del Ambiente (COA) no solamente defiende los derechos de la naturaleza; dado que, la principal normativa del país en materia ambiental también garantiza a la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, tal es el caso de la Gestión Integral de Residuos y Desechos en el presente marco legal; puesto que, contribuye a través de un conjunto de políticas intersectoriales y nacionales el desarrollo sostenible de la sociedad. Concorde a lo mencionado, el COA abarca artículos que impulsan al desarrollo de un ambiente sano y ecológicamente equilibrado por medio de la Gestión Integral de los Residuos y Desechos.

Art. 225.- Políticas generales de la gestión integral de los residuos y desechos. Serán de obligatorio cumplimiento, tanto para las instituciones del Estado, en sus distintos niveles y formas de gobierno, regímenes especiales, así como para las personas naturales o jurídicas,...El fomento de la investigación, desarrollo y uso de las mejores tecnologías disponibles que minimicen los impactos al ambiente y la salud humana;...El fomento al establecimiento de estándares para el manejo de residuos y desechos en la generación, almacenamiento temporal, recolección, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final (Código Orgánico del Ambiente, 2017).

Art. 229.- Alcance y fases de la gestión. “La gestión apropiada de estos residuos contribuirá a la prevención de los impactos y daños ambientales, así como a la prevención de los riesgos a la salud humana...” (Código Orgánico del Ambiente, 2017, art. 229).

Además, el COA en materia de Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos No Peligrosos estipula obligaciones y responsabilidades para los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, los cuales, regulan el compromiso de la autoridad local con el ambiente y con el buen vivir de la población.

Art. 231.- Obligaciones y responsabilidades...Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos serán los responsables del manejo integral de residuos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios generados en el área

de su jurisdicción, por lo tanto están obligados a fomentar en los generadores alternativas de gestión, de acuerdo al principio de jerarquización, así como la investigación y desarrollo de tecnologías...deberán dar tratamiento y correcta disposición final de los desechos que no pueden ingresar nuevamente en un ciclo de vida productivo, implementando los mecanismos que permitan la trazabilidad de los mismos. Para lo cual, podrán conformar mancomunidades y consorcios para ejercer esta responsabilidad de conformidad con la ley... (Código Orgánico del Ambiente, 2017).

TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE (TULSMA)

Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No Peligrosos, LIBRO VI, ANEXO 6

4.1.- De las responsabilidades en el manejo de los desechos sólidos

4.1.1. El Manejo de los desechos sólidos en todo el país será responsabilidad de las municipalidades, de acuerdo a la Ley de Régimen Municipal y el Código de Salud.

4.1.21. Los Ministerios, las Municipalidades y otras instituciones públicas o privadas, dentro de sus correspondientes ámbitos de competencia, deberán establecer planes, campañas y otras actividades tendientes a la educación y difusión sobre los medios para mejorar el manejo de los desechos sólidos no peligrosos.

4.2.- De las Obligaciones

4.2.18 Se prohíbe mezclar desechos sólidos peligrosos con desechos sólidos no peligrosos.

4.3.- Normas generales para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos

4.3.3.2 Las municipalidades y las entidades prestadoras del servicio de aseo, deberán realizar y promover campañas en cuanto a la generación de desechos sólidos, con la finalidad de:

a) Minimizar la cantidad producida.

b) Controlar las características de los productos, para garantizar su degradación cuando no sean recuperables.

c) Propiciar la producción de empaques y envases recuperables.

d) Evitar, en la medida en que técnica y económicamente sea posible, el uso de empaques y envases innecesarios para la prestación de los productos finales.

e) Promover el reciclaje

f) Concientización ciudadana.

4.4.- Normas generales para el almacenamiento de desechos sólidos no peligrosos

4.5.- Normas generales para la entrega de desechos sólidos no peligrosos

4.9.- Normas generales para el tratamiento de desechos sólidos no peligrosos

4.13.- Normas generales para la recuperación de desechos sólidos no peligrosos

ACUERDO MINISTERIAL NO. 061 REFORMA DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA

De acuerdo a la finalidad de los artículos citados de la Constitución, COA, COIP y COOTAD; los botaderos a cielo abierto atentan contra el propósito de las normativas descritas, debido a que generan infiltración de lixiviados, contaminación a las fuentes hídricas más cercanas, generación de gases tóxicos por falta de control y proliferación de vectores; comportándose así, como un foco de impactos negativos para el ambiente y la sociedad.

De esta forma, la intervención de los GADS en el reconocimiento de zonas óptimas para la correcta disposición final de los desechos y la aprobación de los estudios de reconocimiento por parte de la autoridad ambiental competente es de gran beneficio, pues de esta forma se protege los derechos a la naturaleza y al de la calidad de vida de la población.

Art. 75 De la disposición final. - "... La selección del sitio para la disposición final, se lo realizará en base a un estudio técnico de alternativas que deberá ser aprobado por parte de la Autoridad Ambiental, en concordancia con la 33 normativa

emitida para el efecto...” (Acuerdo No. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, 2015).

ORDENANZA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN MEJÍA

GENERALIDADES Y COMPETENCIA

Art. 1- La presente Ordenanza regula la generación, clasificación, barrido, recolección, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos del Cantón Mejía, sus parroquias, comunidades y sectores periféricos de conformidad a la Normativa Municipal y Leyes pertinentes (Ordenanza para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Cantón Mejía, 2013).

Art. 2- El barrido, recolección, la disposición final y tratamiento de los residuos sólidos en general, es obligación de la Dirección de Servicios Públicos e Higiene del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Mejía con la participación de las Juntas Parroquiales, Instituciones Públicas, Privadas y habitantes en general (Ordenanza para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Cantón Mejía, 2013).

Art. 3- La separación en origen de los residuos sólidos tanto orgánicos como inorgánicos, es obligación de las instituciones públicas y privadas, así como de la ciudadanía del cantón Mejía, previa entrega a los vehículos recolectores en los horarios y frecuencias establecidas para cada sector del Cantón Mejía (Ordenanza para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Cantón Mejía, 2013).

Art. 4- El desalojo y eliminación de los residuos industriales y escombros, es responsabilidad de cada uno de los generadores, independientemente de que sean personas naturales o jurídicas, públicas o privadas de la ciudad de Machachi, de las parroquias rurales y poblados del cantón, en función a los requerimientos descritos en esta normativa (Ordenanza para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Cantón Mejía, 2013).

CAPÍTULO II

DISEÑO METODOLÓGICO

Paradigma y Tipo de Investigación

El presente trabajo es una investigación aplicada ya que está dirigida hacia el análisis y la solución de problemas reales en el Cantón Mejía recogiendo datos cualitativos y cuantitativos para su análisis y soluciones.

El alcance que tiene este estudio es Descriptivo, pues se pretende describir y evaluar la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Cantón Mejía a fin de identificar los puntos críticos en las etapas de operación y conocer las falencias y/o problemas existentes para la elaboración de una propuesta metodológica.

El flujograma que guiará este proceso metodológico de acuerdo a los objetivos planteados es el siguiente (*Gráfico N°1*):

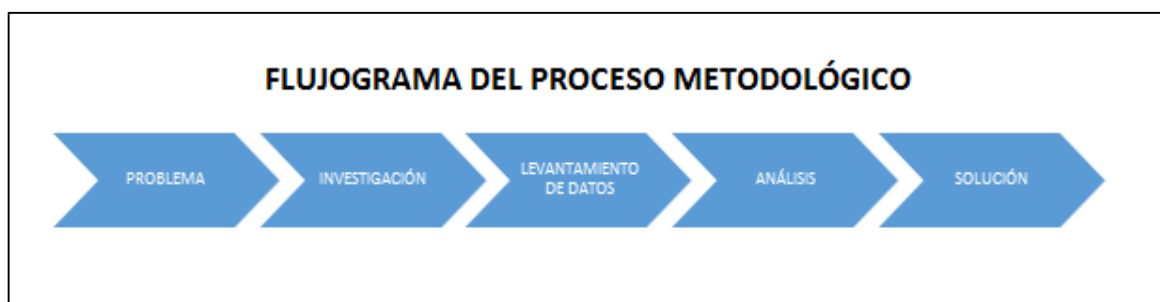


Gráfico N° 1. FLUJOGRAMA DEL PROCESO METODOLÓGICO

Elaborado Por: Elaboración Propia

Fuente: Metodología de la Investigación (Hernández, 2006).

Procedimiento para la búsqueda y procesamiento de los datos

Población y Muestra

Este punto no aplica para el estudio en cuestión, debido a que no se va a realizar análisis estadísticos.

Diseño Experimental

El tipo de diseño de investigación en el que se va enfocar este trabajo es de carácter No Experimental, Transeccional, Exploratorio y Descriptivo (*Cuadro N°1*).

El método o técnica de recolección de datos que más se ajusta en este trabajo es el Mixto, tanto cuantitativo como cualitativo, mediante revisión de información, matrices de evaluación y cuestionarios establecidos por el investigador aplicado a los participantes o involucrados en el desarrollo de la investigación, además de monitoreos, ensayos y pruebas de laboratorio aplicadas al objeto de estudio.

Objetivos Específicos	Técnica de recolección de datos	Participantes o Involucrados en el desarrollo de la Investigación	Resultados o Productos a obtener por objetivo específico formulado
Diagnosticar la situación actual de la Gestión Integral de Residuos Sólidos que se realiza en el Cantón Mejía, a fin de identificar los puntos críticos en las etapas operativas para conocer las falencias y/o problemas existentes.	Revisión de Información Matriz de evaluación Observación Directa Entrevistas	Investigador Generadores Barrenderos Técnicos de disposición final Técnicos de recolección y barrido Técnicos de ambiente Recicladores Comunidad	Diagnóstico de la situación actual Puntos críticos de operación
Determinar las características del agua, aire, suelo, ruido, lixiviados y lodos relacionados a los residuos sólidos que se generan en el Cantón Mejía.	Revisión de Información Ensayos físicos, químicos, biológicos Monitoreos	Investigador Laboratorios	Propiedades físicas, químicas y biológicas de los residuos
Elaborar una propuesta metodológica para la optimización de los procesos de la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Cantón Mejía, la cual sirva como instrumento clave para la toma de decisiones.	Ensayos, monitoreos, entrevistas, observación directa y las matrices de evaluación.	Investigador	Resultados confiables Propuesta metodológica Herramienta para toma de decisiones

Cuadro N° 1. DISEÑO EXPERIMENTAL

Elaborado Por: Elaboración Propia

Fuente: Metodología de la Investigación (Hernández, 2006)

Operacionalización de Variables

A continuación se indica las variables dependientes e independientes así como los indicadores que se relacionan al caso de estudio de la Gestión Integral de Residuos Sólidos (*Cuadro N°2*).

No se pretende analizar cambios a través del tiempo por lo tanto la recolección de datos se hará en un único momento, mediante la descripción de la GIRS en el Cantón Mejía y la evaluación de los indicadores.

TIPO DE VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES
Variables Dependientes	Marco Legal y Normativo	Numero de leyes aplicables GIRS
	Bienestar Socio ambiental	Estado actual de las etapas de GIRS
	Tasas económicas	Ingresos económicos por concepto de tasa de basura
	Etapas	Número de etapas de GIRS
	Área	Área cantonal y parroquial
	Población	Número de habitantes
	GAD Municipal del Cantón Mejía	Modelo de gestión
Variables Independientes	Características	Tipo de residuos
	Composición	Porcentajes
	Generación	Generación per cápita
	Operatividad	Indicadores de ejecución

Cuadro N° 2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Elaborado Por: Elaboración Propia

Fuente: Metodología de la Investigación (Hernández, 2006)

Técnica de Recolección de Datos

Esta etapa se la llevara a cabo a través de la aplicación de técnicas de recolección de datos utilizando los siguientes instrumentos de investigación: entrevistas, ensayos y observación directa para plantear la socialización de los resultados obtenidos y un plan de capacitación, para generar conciencia de la problemática de la Gestión de Residuos Sólidos.

Estos instrumentos poseen características que tienen elementos muy específicos para obtener la información requerida; es por eso que se hace necesario especificar para que sirven cada uno de estos y de qué forma se aplican en este trabajo.

Según Ávila (2006), la **Entrevista**; es una técnica de recolección de información verbal, que permite obtener información primaria; que se hace entre un investigador y una persona que responde a preguntas hechas por el primero, destinados a obtener los datos exigidos por los objetivos específicos de un estudio.

Un **Ensayo**, es un procedimiento definitivo que produce un resultado de prueba. Una prueba puede ser considerada como operación técnica que consiste en la determinación de una o más características de un determinado producto, proceso o servicio de acuerdo con un procedimiento especificado. A menudo una prueba es parte de un experimento. El resultado de la prueba puede ser cualitativa (sí/no), categórica o cuantitativa (un valor medido), (ASTM, 2019).

La **Observación Directa** al proceso de manejo de los residuos sólidos en el Cantón Mejía se la realizara por medio de visitas permanentes a las etapas que se realizan para la Gestión Integral de Residuos Sólidos realizada por el GAD de Mejía y, teniendo presente como se desenvuelven los involucrados directos en el manejo de los residuos sólidos. También asistida por el dialogo con los encargados de realizar dicha gestión (generadores, barrenderos, recicladores, conductores, técnicos, etc.) que faciliten la descripción del proceso de manejo de residuos. Esta técnica permite sumergirse en la vida diaria de la comunidad para entenderla mejor (Geilfus, 2002).

Metodología

El proceso metodológico se estableció de acuerdo a los siguientes pasos:

- 1) Análisis de la situación actual de la GIRS que se realiza en el Cantón Mejía, a fin de identificar los puntos críticos en las etapas operativas.
- 2) Determinación de las características del agua, aire, suelo, ruido, lixiviados y lodos relacionados a los residuos sólidos que se generan en el Cantón Mejía.
- 3) Elaboración de una propuesta metodológica para la optimización de los procesos de la GIRS en el Cantón Mejía.

Análisis de la situación actual de la GIRS que se realiza en el Cantón Mejía, a fin de identificar los puntos críticos en las etapas operativas

Para conocer la situación actual de la GIRS en el Cantón Mejía se procedió a realizar una evaluación y diagnóstico a cada una de las etapas operativas que realiza el GAD Municipal del Cantón Mejía de acuerdo a sus competencias, en las fases de Generación, Barrido, Recolección, Tratamiento y Reciclaje, y Disposición Final. Mediante este análisis se pretende determinar los puntos críticos o debilidades que existe en la estructura organizacional y en la parte operativa de estos procesos a fin de conocer el estado actual y poder realizar una propuesta de mejora.

Determinación de las características del agua, aire, suelo, ruido, lixiviados y lodos relacionados a los residuos sólidos que se generan en el Cantón Mejía.

Como parte del cumplimiento de las obligaciones dentro de la Licencia Ambiental 162 otorgada por el MAE, el GAD Municipal del Cantón Mejía, en diciembre de 2019, contrató los servicios de un Laboratorio Acreditado ante el Sistema de Acreditación Ecuatoriano (SAE), para realizar los monitoreos ambientales contemplados dentro del Plan de Manejo Ambiental del Centro de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Romerillos.

Para determinar las características del agua, aire, suelo, ruido, lixiviados y lodos se realizó un monitoreo entre el 11 y 30 de diciembre de 2019 en el Centro de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Romerillos, durante el desarrollo de esta actividad se contó con la presencia del personal responsable del

Centro mencionado y del laboratorio ambiental LABCESTTA. Los puntos evaluados se encuentran definidos dentro del Plan de Manejo Ambiental aprobado.

Con los resultados de este monitoreo se pretende identificar qué parámetros cumplen con la normativa ambiental vigente y cuales no a fin de realizar una propuesta de mejora para su cumplimiento.

Elaboración de una propuesta metodológica para la optimización de los procesos de la GIRS en el Cantón Mejía.

Una vez realizado el diagnóstico de la situación actual de la GIRS y determinadas las características del agua, aire, suelo, ruido, lixiviados y lodos relacionados a los residuos sólidos que se generan en el Cantón Mejía se pretende elaborar una propuesta metodológica que permita la optimización de los procesos identificando dos puntos principales:

1. PROBLEMAS IDENTIFICADOS
2. PROPUESTA DE MEJORA

Una vez realizada la propuesta de mejora se espera que la misma sea práctica, factible y aplicable a las necesidades del GAD Municipal del Cantón Mejía para que pueda ser aplicada a corto o largo plazo dependiendo de la voluntad de sus autoridades y su capacidad técnica y económica.

Procedimiento de Recolección de la Información

Área de Estudio

El Cantón Mejía está ubicado al Sur-Oriente de la Provincia de Pichincha en la República del Ecuador, en la zona de planificación 2 según la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) (MEJÍA GADM, 2015).

El Cantón Mejía tiene una superficie de 1.410,82 km². Se encuentra limitado por los siguientes cantones (*Imagen N°1*): al NORTE: Rumiñahui, Distrito Metropolitano de Quito y Santo Domingo; al SUR: Latacunga y Sigchos; al ESTE: Archidona, y al OESTE: Sigchos y Santo Domingo (MEJÍA GADM, 2015).

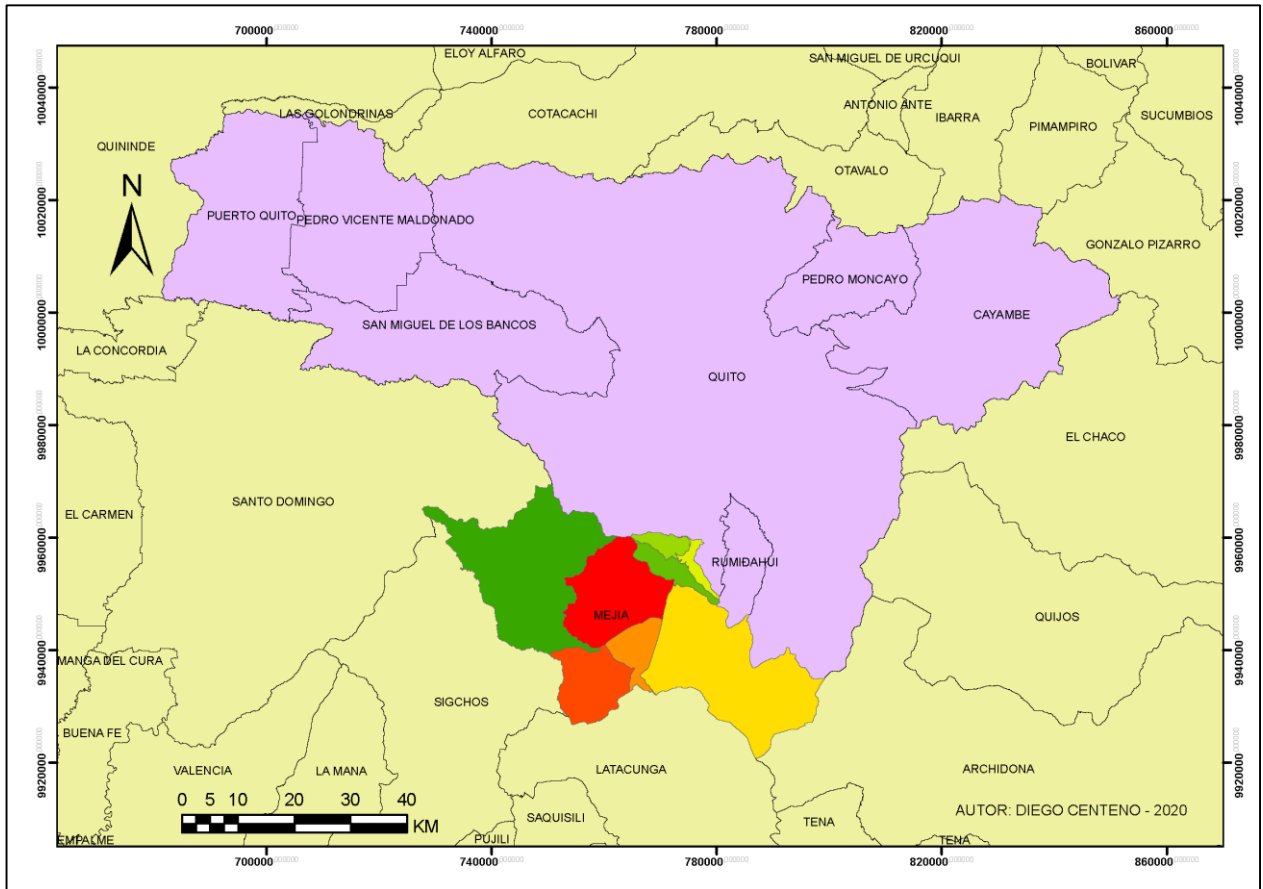


Imagen N° 1. UBICACIÓN Y LIMITES DEL CANTÓN MEJÍA
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

División político administrativa y población

En la actualidad, el Cantón Mejía está conformado por 8 parroquias (*Imagen N°2*); 1 urbana: Machachi y 7 rurales: Alóg, Aloasí, Manuel Cornejo Astorga (Tandapi), Cutuglagua, El Chaupi, Tambillo y Uyumbicho, y su población de acuerdo a las proyecciones INEC 2020 es de 108168 habitantes repartidos de la siguiente manera (*Cuadro N°3*).

Su población se encuentra asentada principalmente, en núcleos urbanos, Machachi y Cutuglagua son las más pobladas, la primera como cabecera cantonal y centro de servicios de la producción agropecuaria e industrial, y la segunda, influenciada por la demanda de suelo para vivienda, debido a su cercanía a la ciudad de Quito (MEJÍA GADM, 2015).

Los poblados restantes, cabeceras parroquiales, Uyumbicho, Tambillo, Alóag, Aloasí y El Chaupi se emplazan muy próximos a la carretera Panamericana, eje principal de circulación y movilidad del país en el callejón interandino; y Tandapi que se sitúa sobre la vía a la costa (MEJÍA GADM, 2015).

PARROQUIA	SUPERFICIE		POBLACIÓN INEC	
	Km ²	%	2020 Hab.	%
Manuel Cornejo Astorga (Tandapi)	480,60	32,37	4868	4,50
Machachi	467,99	31,52	36734	33,96
Alóag	235,47	15,86	12288	11,36
El Chaupi	138,30	9,32	1936	1,79
Aloasí	66,34	4,47	12883	11,91
Tambillo	46,32	3,12	11065	10,23
Uyumbicho	21,19	1,43	6122	5,66
Cutuglagua	28,36	1,91	22272	20,59
TOTAL	1484,57	100	108168	100

Cuadro N° 3. DIVISIÓN POLITICA Y POBLACIÓN DEL CANTÓN MEJÍA

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: PDOT GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

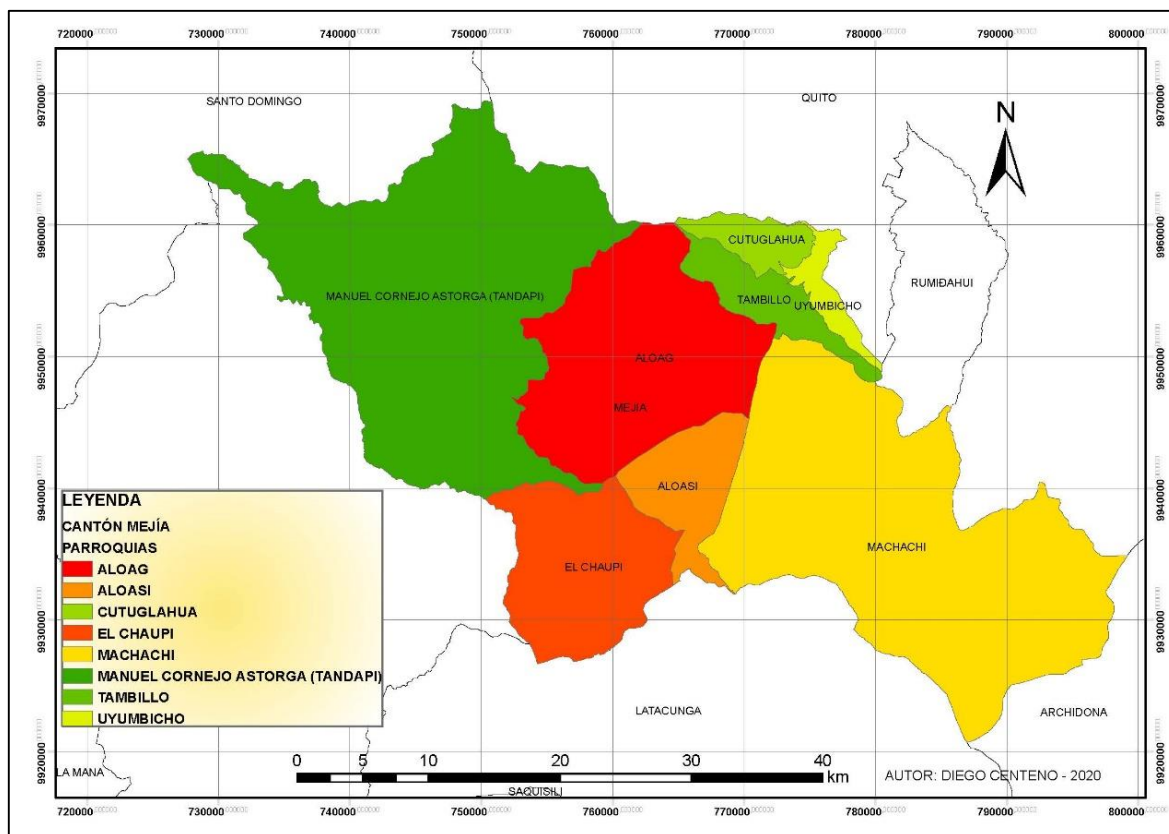


Imagen N° 2. DIVISIÓN POLITICA DEL CANTÓN MEJÍA

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

Aspectos generales del área de estudio

El panorama geográfico del Cantón Mejía, como muchos otros municipios andinos, que conectan la Costa con la Amazonía, posee una fisonomía 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 los bosques occidentales, cada cual con sus características naturales y culturales propias de cada región (MEJÍA GADM, 2015).

El territorio del cantón Mejía se encuentra distribuido en varias zonas altitudinales (*Imagen N°3*), entre las cuales encontramos una altitud media de 3.163 m.s.n.m., una máxima de 5.130 m.s.n.m. y una mínima de 800 m.s.n.m. (MEJÍA GADM, 2015).

El Cantón Mejía tiene una orografía variada, que inicia con la hoya de Machachi, la cual incluye parte del callejón interandino y una parte de la cordillera occidental; consta de una topografía irregular; principalmente se compone de relieves

montañosos, relieves volcánicos colinados, distintos tipos de vertientes, llanuras y superficies de depósitos volcánicos; originadas de estas elevaciones en todo su territorio como el Atacazo, Corazón, Illinizas, Rumiñahui y Pasochoa (MEJÍA GADM, 2015).

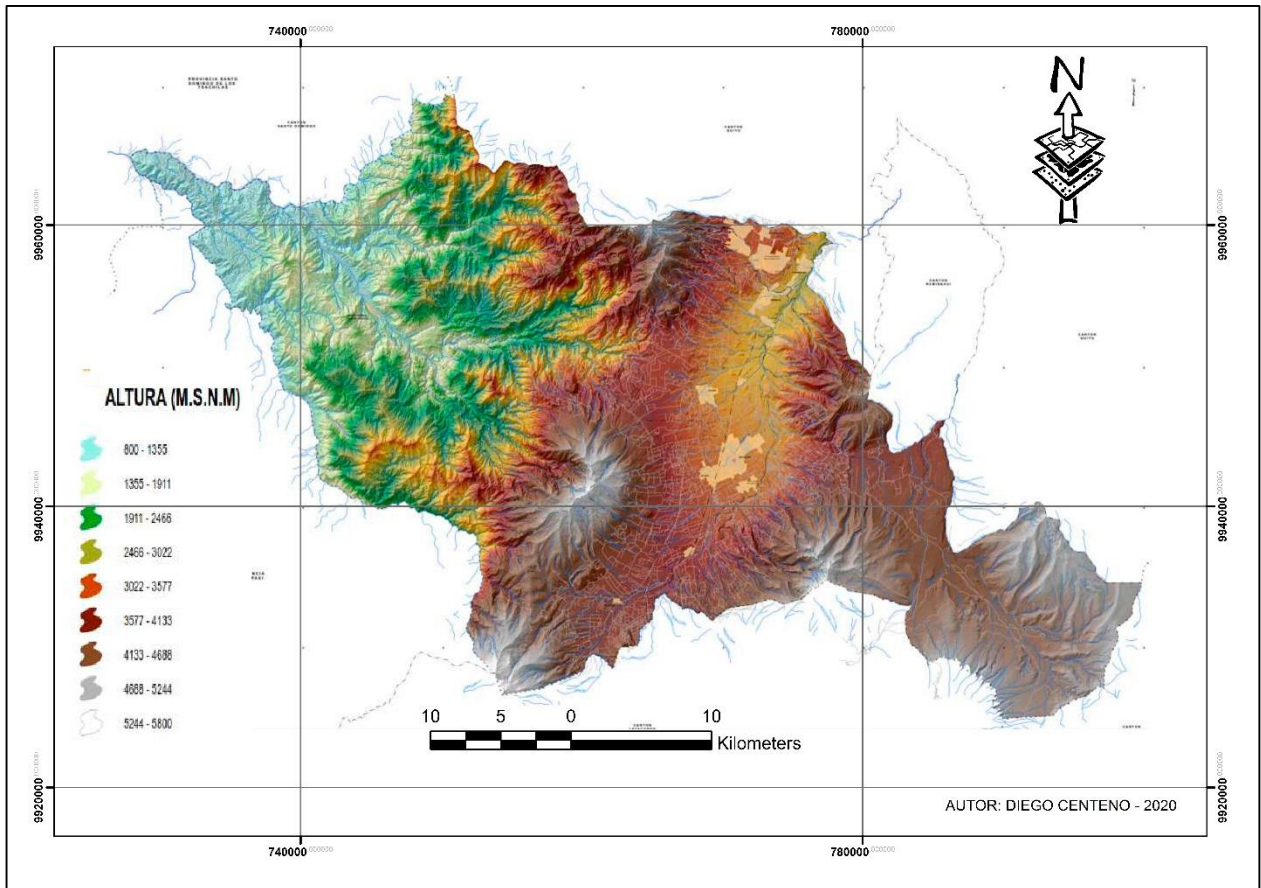


Imagen N° 3. OROGRAFÍA DEL CANTÓN MEJÍA
Elaborado por: Elaboración Propia
Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

Aspectos Socioeconómicos

La riqueza de los suelos volcánicos y la abundante presencia de recursos hídricos en el cantón, lo caracterizan como una región altamente agrícola, de pequeños y medianos propietarios, pasando en las dos últimas décadas a una agricultura extensiva de exportación, principalmente de flores y hortalizas. La ganadería se desarrolla entorno a grandes haciendas y empresas de lácteos (MEJÍA GADM, 2015).

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), el aspecto socioeconómico predominante es la ganadería con producción lechera, seguido de la agricultura tradicional y los cultivos de exportación (*Gráfico N°2*). Los páramos tienen una gran incidencia, representan alta biodiversidad y son la fuente de regulación del agua para las demás actividades (MEJÍA GADM, 2015).

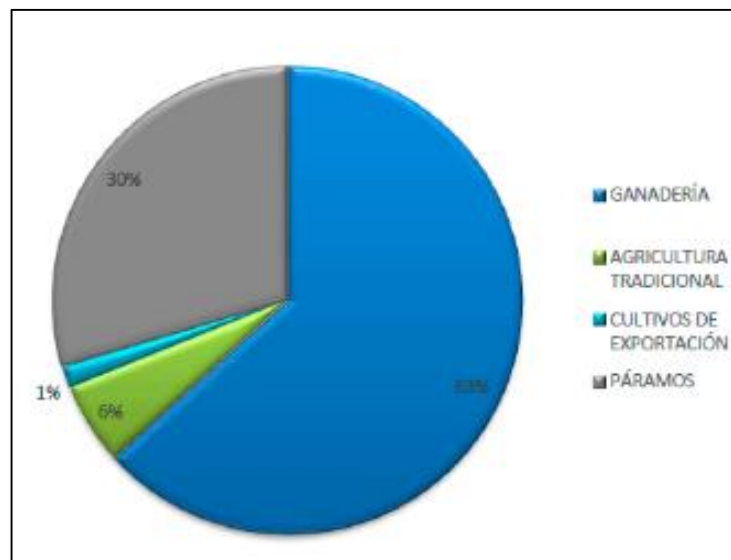


Gráfico N° 2. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS
 Elaborado por: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA
 Fuente: MAGAP

Uso y cobertura del suelo

De la superficie total de uso de la tierra del Cantón Mejía (105.571,74 ha), una gran parte del territorio (*Cuadro N°4*), el 32,85% (34.680,88 ha), está destinado para un uso pecuario, de hecho; Mejía es considerado un cantón ganadero de la provincia de Pichincha; debido a que abarca grandes extensiones de pasto que es utilizado principalmente para el uso del ganado; en unos lugares, es manejado técnicamente, mientras que en otros no, por lo que el pasto en muchos de los sectores crece de forma natural (MEJÍA GADM, 2015). A este uso le sigue el de conservación y protección con una superficie total de 60.665,68 ha, es decir el 57,46% que en contexto abarca toda la vegetación natural como bosques y matorrales (MEJÍA GADM, 2015). Las tierras con un uso agropecuario mixto abarcan el 2,62% con una superficie de 2.768,79 ha, en este grupo encontramos aquellas que por su estructura no resulta fácil diferenciarlos de otros cultivos pudiendo estar en asociaciones con bosques, pastos, cultivos y otros (MEJÍA GADM, 2015). El

2,09% del cantón lo constituye el sector agrícola, 2.206,96 hectáreas actualmente se encuentran cultivadas, englobando todos los cultivos de ciclo corto, semipermanentes, permanentes y otras tierras agrícolas (MEJÍA GADM, 2015). Las plantaciones forestales tienen un uso de protección y producción y se distribuyen a lo largo del cantón, el 1,24% de las tierras del mismo son ocupadas para la producción de especies forestales como eucalipto y pino principalmente (MEJÍA GADM, 2015).

El uso antrópico constituye una gran superficie del cantón el 2,94%, y finalmente el 0,14% del territorio conformado por los cuerpos de agua (MEJÍA GADM, 2015).

SUPERFICIE DE USO DEL CANTÓN MEJÍA		
Uso del suelo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Agrícola	2.206,96	2,09
Agropecuario Mixto	2.768,79	2,62
Agua	152,75	0,14
Antrópico	3.108,83	2,94
Avícola	21,64	0,02
Conservación y Producción	556,11	0,53
Conservación y Protección	60.665,78	57,46
Pecuario	34.680,88	32,85
Protección o Producción	1.304,43	1,24

Cuadro N° 4. SUPERFICIE DE USO DE SUELO DEL CANTÓN MEJÍA
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: PDOT GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

Información Climática

El clima del Cantón Mejía obedece al resultado de numerosos factores que actúan conjuntamente, entre ellos, los accidentes geográficos, los cuales inciden decisivamente en sus características (MEJÍA GADM, 2015). Para determinar las características climáticas del Cantón Mejía podemos considerar como esenciales, los siguientes factores: precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial, déficit hídrico y caracterización hidrológica (MEJÍA GADM, 2015). El sistema orográfico del cantón influye en la caracterización del clima, tanto por la elevación como por la disposición longitudinal Norte – Sur, la cual constituye un obstáculo

para la circulación lateral de los vientos, provocando el ascenso de los vientos marítimos y creando zonas de microclimas donde la principal característica es la alta pluviosidad en las vertientes occidentales (MEJÍA GADM, 2015). La altitud en la que se encuentra Mejía está entre los 800 y 5.130 msnm. La precipitación registrada mensualmente en las estaciones especializadas identifica los meses más y menos lluviosos, obteniendo los valores medios mensuales más abundantes en los meses de enero, marzo, abril y octubre (*Cuadro N°5*). De acuerdo a los valores de las series 1985-2009, las isoyetas varían desde 1000 mm hasta 3.000 mm de precipitación (MEJÍA GADM, 2015).

DATOS CLIMATOLÓGICOS DEL CANTÓN MEJÍA	
Temperatura mínima	1,8° C
Temperatura máxima	21,5° C
Temperatura promedio	11,9° C
Precipitación promedio mensual	131 mm
Humedad relativa	77,6%
Velocidad máxima promedio viento	7,6 m/s
Velocidad mínima promedio viento	4 m/s
Dirección promedio vientos	Este
Nubosidad promedio	5,4 octavos
Nubosidad máxima	6 octavos enero – mayo
Nubosidad mínima	4 octavos julio – agosto

Cuadro N° 5. DATOS CLIMATOLÓGICOS DEL CANTÓN MEJÍA

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: PDOT GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

CAPÍTULO III

RESULTADOS

SITUACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN MEJÍA

Diagnóstico Institucional

- **Diagnóstico Institucional**

Este análisis presenta algunos datos generales del Cantón Mejía y los aspectos: políticos, organizacionales y financieros referentes a la municipalidad responsable de la prestación del servicio, con el fin de determinar su capacidad institucional que puede incidir positiva o negativamente en el modelo de gestión.

- **Datos Generales**

El servicio de recolección, barrido y transporte está a cargo de la Dirección de Servicios Públicos mientras que la disposición final, tratamiento, y reciclaje está a cargo de la Dirección de Gestión Ambiental y Riesgos, áreas en la que se toman las decisiones de cómo realizar la entrega de este servicio a la comunidad. La parte financiera, logística y comercialización está apoyada por las diferentes áreas que existen en la municipalidad, por lo que su independencia es limitada. La Coordinación de Servicios Público y Gestión Ambiental hacen los esfuerzos posibles para que el servicio llegue de forma continua, procurando realizar una adecuada gestión y minimizar los impactos ambientales.

- **Aspectos Políticos**

Son siete concejales los que conforman el Concejo Cantonal Municipal, los mismos que pertenecen a diferentes partidos y movimientos políticos (*Cuadro N°6*), hecho que no ha dificultado para que exista mayoría a favor del Alcalde. Este aspecto es positivo tanto para la gestión como para la gobernanza que desarrollará la institución, así como para la aprobación de un nuevo modelo de gestión en materia de residuos sólidos que permita realizar una mejora a los procesos actuales. La conformación del consejo municipal se encuentra detallado en el siguiente cuadro:

NOMBRE	CARGO	PARTIDO POLITICO	GOBERNANZA
Roberto Hidalgo	Alcalde	Unión Ecuatoriana	A FAVOR
Gonzalo Hinojoza	Vicealcalde	Fuerza Mejiense	A FAVOR
Mayra Tasipanta	Concejal	Unión Ecuatoriana	EN CONTRA
Andrés Guarderas	Concejal	Alianza Creo - Ahora	NEUTRAL
David López	Concejal	Fénix	A FAVOR
Vicente Ayala	Concejal	Fénix	NEUTRAL
Henry Monga	Concejal	Fuerza Compromiso Social	A FAVOR
Jorge Carpio	Concejal	Fuerza Mejiense	A FAVOR

Cuadro N° 6. CONCEJO MUNICIPAL DEL CANTÓN MEJÍA

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: CONSEJO NACIONAL ELECTORAL

- **Aspecto Organizacional**

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía, trabaja bajo un esquema jerárquico centralizado en las decisiones del Alcalde.

La municipalidad cuenta con un organigrama estructural (*Imagen N°4*), que no está actualizado y que no refleja la realidad de su estructura. Un propósito de la actual administración es modernizar esta estructura buscando como encargar ciertos servicios fundamentales bajo otros modelos de gestión, lo que causará la modificación de la estructura organizacional, e igualmente posibilitará mejorar los procesos generales en la institución, así como replantear el uso de los recursos financieros toda vez que los servicios bajo el nuevo modelo serán auto sostenibles.

La Estructura Orgánica Institucional por Procesos que actualmente maneja la administración Municipal, aprobada por el entonces Ministerio de Trabajo y por el Concejo Municipal en el año 2011, conjuntamente con el Estatuto de Gestión Organizacional por Procesos son: Gobernante, Habilitantes de Asesoría, Habilitantes de Apoyo y Agregadores de Valor.

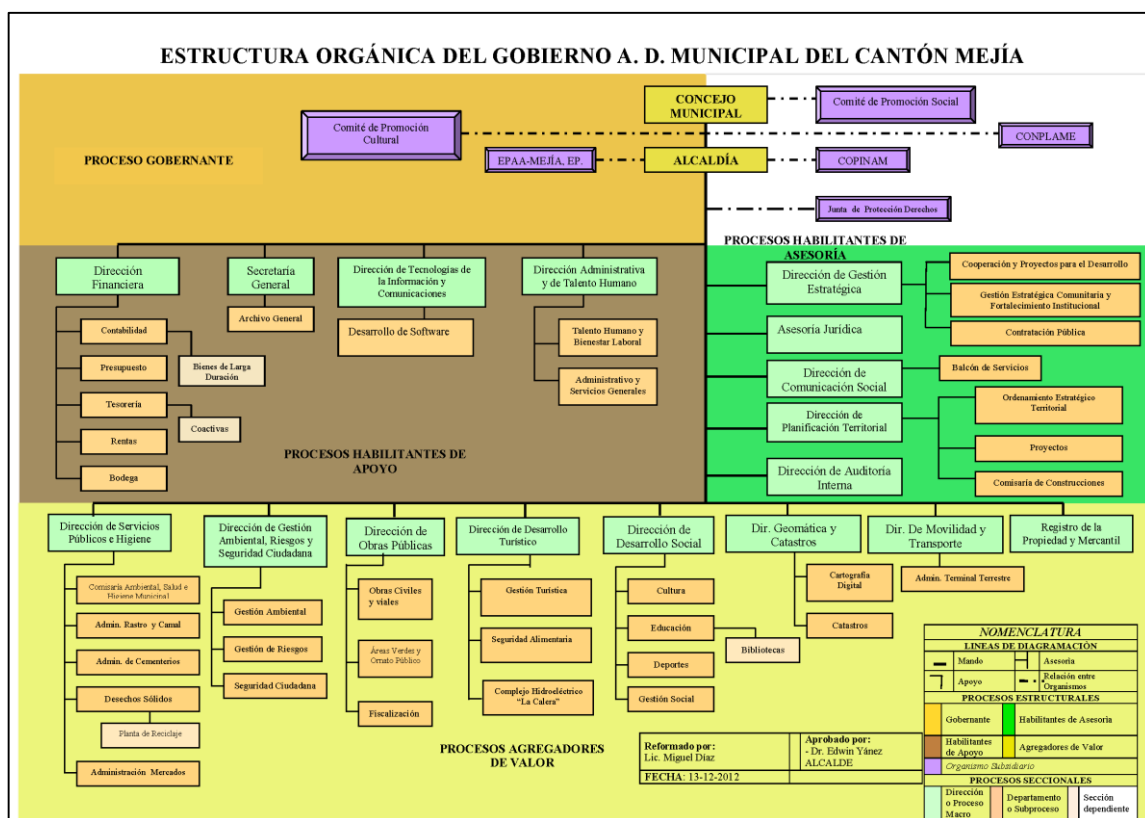


Imagen N° 4. ESTRUCTURA ORGÁNICA DEL CANTÓN MEJÍA

Elaborado por: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

Fuente: PDOT GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

- **Aspectos Financieros**

Los gastos que genera la GIRS en el Cantón Mejía los asume directamente el GAD Municipal del Cantón Mejía mediante la Tasa de Recolección de Basura que se cobra en la planilla de la consumo de la luz eléctrica mediante convenio con la Empresa Eléctrica Quito, cabe mencionar que esta tasa no cubre todos los gastos generados y se tiene que subsidiar los valores faltantes (*Cuadro N°7*).

CÉDULA PRESUPUESTARIA DE INGRESOS			
AÑO	PARTIDA PRESUPUESTARIA	INGRESOS POR TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA	SALDO POR DEVENGAR O DEFICIT
2017	1.3.01.16	1.149.406,32	-70.881,88
2018	1.3.01.16	1.210.898,06	-236.038,41
2019	1.3.01.16	1.136.550,04	-71.822,79

Cuadro N° 7. CÉDULA PRESUPUESTARIA DE INGRESOS POR CONCEPTO DE TASA DE BASURA

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: DIRECCIÓN FINANCIERA GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

Diagnóstico a la Gestión Integral de Residuos Sólidos



Imagen N° 5. DIAGRAMA DE GIRS SEGUIDO POR EL GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN MEJÍA
Elaborado por: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA
Fuente: CONSULTORÍA GAD DE MEJÍA

El manejo de los residuos sólidos en el Cantón Mejía se ha sido concebido, como un Sistema de Gestión Integral (*Imagen N°5*), con la finalidad de mitigar los impactos que estas actividades generan, tanto al ambiente y al entorno social.

Actualmente los residuos sólidos provenientes de Machachi, Alóag, Aloasí, Cutuglagua, Chaupi, Manuel Cornejo Astorga, Uyumbicho y Tambillo, son conducidos al Relleno Sanitario del Cantón Mejía denominado también como Centro de Reciclaje Romerillos, localizado a 11 Km de la cabecera cantonal Machachi, el complejo ambiental se encuentra junto al antiguo botadero de basura municipal, cabe señalar que este fue cerrado técnicamente (*Imagen N°6*).

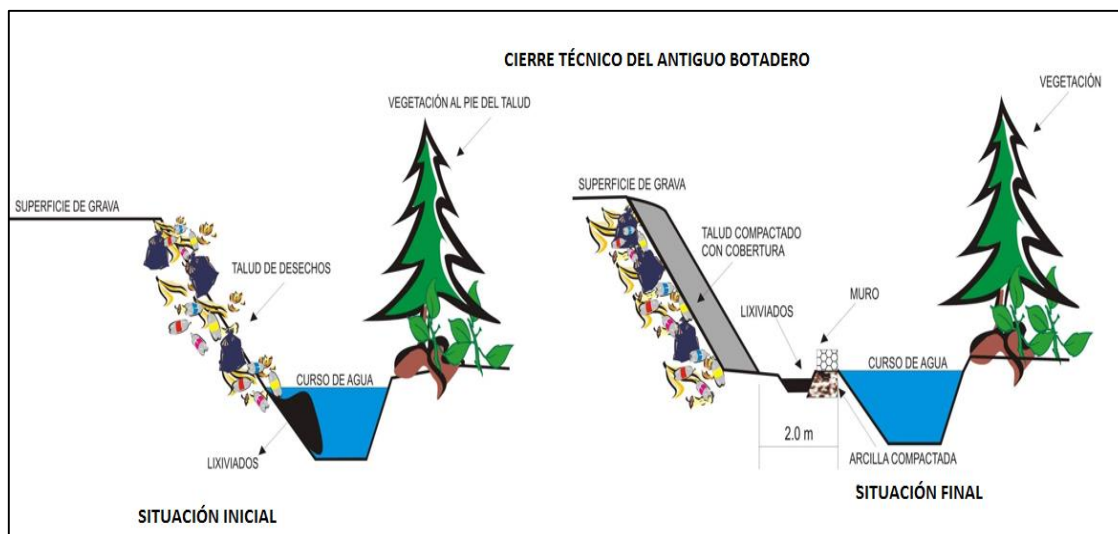


Imagen N° 6. CIERRE TÉCNICO DEL ANTIGUO BOTADERO DEL CANTÓN MEJÍA
 Elaborado por: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA
 Fuente: CONSULTORÍA GAD DE MEJÍA

Como parte del sistema de gestión integral, se ha implementado en la zona urbana de Machachi, un sistema diferenciado de almacenamiento y recolección de residuos sólidos, para el tratamiento y aprovechamiento de estos, el Centro de Reciclaje, contempla un sistema de separación mecanizado, donde miembros de las Asociaciones de Recicladores realizan actividades de separación de materiales reciclables; un área de compostaje para el tratamiento de orgánicos mediante composteras con la utilización de microorganismos eficientes que aceleraran el proceso de degradación de los residuos; un vivero donde se cultivan especies forestales de la zona. Los residuos que no son aprovechables tienen por destino final el relleno sanitario (*Imagen N°7*). Así mismo, se dispone de celdas de seguridad para el depósito de los residuos hospitalarios generados en Machachi y todas sus parroquias.

Como parte de las acciones realizadas para la implementación del proyecto, se realizó el procedimiento de Licenciamiento Ambiental como componente principal del Relleno Sanitario del GAD Municipal del Cantón Mejía, mediante la Licencia Ambiental No, 162 otorgada el 26 de julio del 2009. El relleno sanitario empezó su fase de construcción en abril del 2010 y entra en operación el 11 de agosto del 2010.

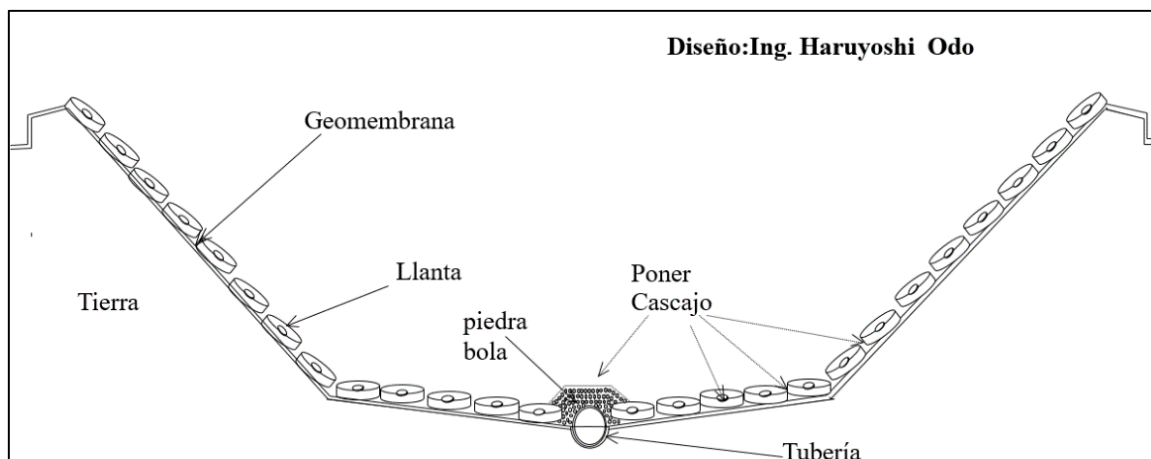


Imagen N° 7. PRIMER DISEÑO DEL CUBETO DEL RESIDUOS SOLIDOS DEL CANTÓN MEJÍA
 Elaborado por: Ing. Haruyoshi Odo, GIZ
 Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

GENERACIÓN

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) informa que cada habitante del Ecuador produce en promedio alrededor de 0,58 kilogramos de residuos sólidos, en el área urbana, según la Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, correspondiente al año 2016.

El valor registrado por cada ecuatoriano en el referido año fue similar al del 2015, mientras que en el 2014, de 0,57 kg; es decir, no se observan diferencias significativas de la Producción per Cápita de residuos sólidos, en el sector urbano (Gráfico N°3).

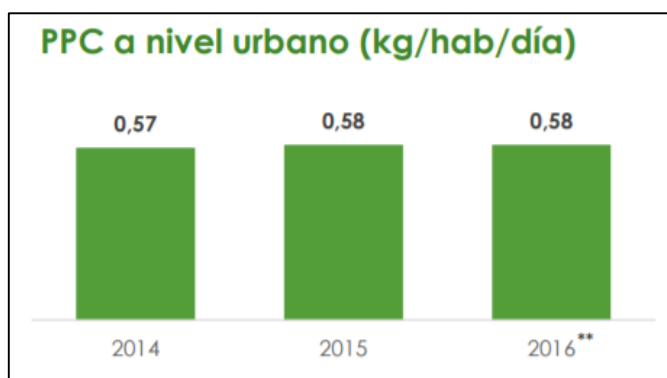


Gráfico N° 3. REGISTRÓ DE GENERACIÓN A NIVEL NACIONAL
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: AME – INEC (2016)

La recolección de residuos sólidos en promedio fue de 12.897,98 Ton/ año, mientras que la cobertura del servicio de barrido alcanzó 88,7% en el 2016 y comprendió un área de 14.344,8 kilómetros. En el 2015, este tipo de prestación fue de 92.8% y en el 2014, del 84,9% (*Gráfico N°4*).

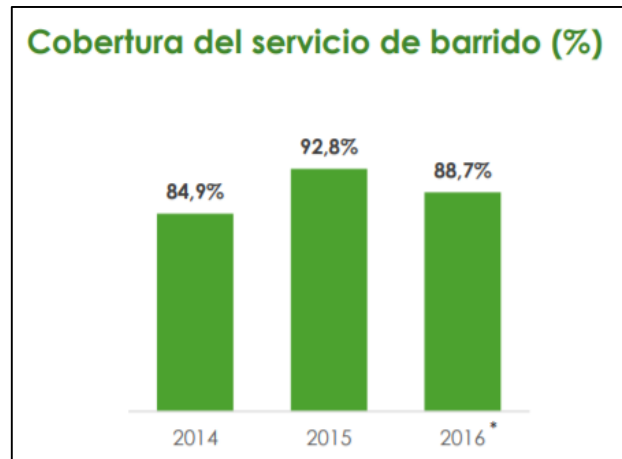


Gráfico N° 4. REGISTRO DE BARRIDO A NIVEL NACIONAL
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: AME – INEC (2016)

Un 37,1% de gobiernos municipales (un total de 82) cuenta con procesos de separación en la fuente (*Gráfico N°5*); es decir, diferencian los materiales orgánicos e inorgánicos (cartón, papel, plástico, vidrio, madera, metal, chatarra, caucho, textil, focos, pilas y desechos sanitarios no peligrosos, entre otros). En la región Insular, la totalidad de sus municipios implementaron dichos procesos.

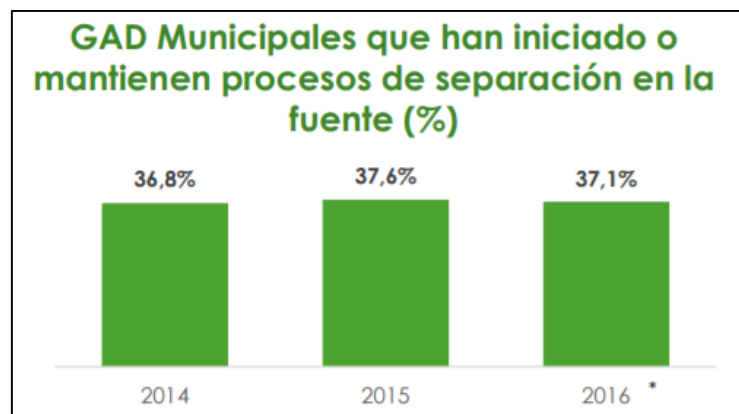


Gráfico N° 5. REGISTRO DE SEPARACIÓN EN LA FUENTE
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: AME – INEC (2016)

Algo que se debe tener muy en cuenta, es que NO todas las poblaciones generan la misma cantidad ni tipología de residuos, factores como el nivel socio económico, el tamaño de la población o la época del año tienen mucho que ver en la generación de residuos.

En el Cantón Mejía no es la excepción dentro de su jurisdicción se genera un aproximado de 60 Ton/día de residuos sólidos según registros del GAD Municipal de Mejía y que para una población proyectada según el INEC que es de 108.168 habitantes se ha estimado que su generación PPC es de 0.60 kg/hab/día para el año 2020.

BARRIDO

La Dirección de Servicios Públicos e Higiene tiene a su cargo el servicio de barrido este servicio está organizado en 16 rutas, 7 de ellas rutas fijas y diarias (*Cuadro N°8*), repartidas en dos turnos, en la madrugada (04:00 am a 12:00 pm) y en el medio día (12:00 pm a 20:00 pm) que cubre el centro de la Cabecera Cantonal Machachi y las principales plazas y parques; las otras 9 rutas adicionales que cubren áreas deportivas y calles secundarias, con una frecuencia de tres veces por semana (*Cuadro N°9*).

Para realizar esta etapa de la Gestión Integral se cuenta con un personal operativo de 15 barrenderos, a los cuales se les ha dotado de herramientas menores, implementos básicos de seguridad industrial y una adecuada ropa de trabajo, además de coches para la recolección de los residuos provenientes del barrido (*Fotografías N°1 y 2*).

El rendimiento de acuerdo a los datos facilitados es de aproximadamente 3.2 km/barrendero/día. A continuación se muestra las rutas que actualmente se ejecuta y las longitudes de barrido en el Cantón Mejía.

NUMERO DE RUTA	RUTAS FIJAS Y DIARIAS LUNES A DOMINGO	LONGITUD km
1	Cristóbal Colon desde la calle Caras, avenida Pablo Guarderas hasta la Panamericana. Cristóbal Colon desde la calle Caras hasta El Hogar.	2

2	Avenida Amazonas desde Cristóbal Colón hasta la Panamericana. Avenida Amazonas desde Cristóbal Colón hasta la Av. Kennedy, puerta de la Iglesia y 10 de agosto.	1,6
3	Calle Gonzáles Suárez desde la calle Barriga hasta la calle Primera Longitudinal. Calle Luis Cordero desde la calle Panzaleo hasta la calle Primera Longitudinal	2,1
4	Calle Simón Bolívar desde la calle Panzaleo hasta la calle El Hogar. Calle Sucre desde la calle Panzaleo hasta la calle El Hogar. Calle Nueva España desde la calle Caras hasta la calle Colombia. Calle Venezuela desde la calle García Moreno hasta la calle Colombia y Parque la Salud.	2,2
5	Calle Barriga desde la calle Kennedy hasta la calle Jorge Molina Parque Los Álamos. Calle Panzaleo desde el Mercado Mayorista hasta la calle Jorge Molina. Calle 10 de agosto desde la calle Antonio Benítez hasta la calle Nueva España.	2,1
6	Calle José Mejía desde la calle Rafael Arroba hasta la calle Bolívar. Calle Pérez Pareja desde la calle Rafael Arroba hasta la calle Bolívar. Calle Colombia desde la calle Antonio Benítez hasta la calle Bolívar. Calle Atahualpa desde la calle Luis Cordero hasta la calle Bolívar. Calle El Hogar desde la calle González Suárez hasta la calle Nueva España.	2,6
7	Calle García Moreno desde la calle Cristóbal Colón hasta la calle Rumiñahui. Calle José Mejía desde la calle Bolívar hasta la calle Rumiñahui Calle Pérez Pareja desde la calle Bolívar hasta la calle Rumiñahui Calle Colombia desde la calle Bolívar hasta la calle Venezuela	2,1

Cuadro N° 8. RUTAS FIJAS Y DIARIAS DE BARRIDO

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: DIRECCIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS

RUTAS ADICIONALES DE BARRIDO DE LA CIUDAD DE MACHACHI	LONGITUD Km
Ruta Mariana de Jesús - La Forestal - Los Andes- El Camal:	
Calle Colombia desde la Gonzáles Suárez hasta la calle Rafael Arroba, calle Antonio Benítez desde la Pérez Pareja hasta la Colombia, Calle 11 de Noviembre desde la Pérez Pareja hasta la calle El Hogar, calle Luis Cordero desde la calle Colombia hasta la Transversal 1, calle Gonzáles Suárez desde la calle Colombia hasta la Transversal 1.	4,2
Ruta Hno. Miguel y final Av. Amazonas:	
Calle José Mejía desde la calle Rafael Arroba hasta calle s/n, calle Pérez Pareja hasta calle s/n, Av. Amazonas desde el Estadio hasta Panamericana Sur.	2,4
Ruta Juan Pablo II calle Barriga, Sector la Primavera:	
Calle Kennedy desde Av. Amazonas hasta calle Barriga, calle César Calvache desde la Av. Amazonas hasta la calle Barriga, calle Barriga desde la calle Kennedy hasta la Panamericana Sur.	3,5
Ruta Ocasional Barrio la Primavera:	
Calle B hasta calle Barriga hasta calle 1, calle C desde calle Barriga hasta calle 1, calle D desde calle Barriga hasta calle 1, calle E desde calle Barriga hasta calle 1.	2,5
Ruta Coliseo y Polideportivo:	
Calle Nueva España desde calle El Hogar hasta Trans. II, alrededores del Complejo Deportivo, gallera, juegos infantiles, alrededores del Coliseo, calle a Tahuachi desde la Av. Pablo Guarderas hasta Fuente de la Juventud SPA.	1,1
Ruta Complejo Deportivo, transversales y longitudinales.	
Longitudinal A desde calle a Tahuachi hasta Transversal 1, calle longitudinal B desde calle a Tahuachi hasta Transversal 1, calle Transversal 1 hasta longitudinal B, Transv. VI desde Av. Pablo Guarderas hasta calle longitudinal C, Transversal V desde Av. Pablo Guarderas hasta longitudinal C, Transversal IV desde Av. Pablo Guarderas hasta longitudinal C, Transversal III desde Av. Pablo Guarderas hasta longitudinal C, Transversal II desde Av. Pablo Guarderas hasta longitudinal C, Transversal I desde Av. Pablo Guarderas hasta longitudinal B. Nota: Cuando se cuenta con personal (2) terminan la ruta, cuando realiza una sola persona la ruta se la cubre en dos días (1 día transversales y otro día longitudinales).	5,5
Ruta final Av. Pablo Guarderas, transversales y longitudinales:	1,1

Av. Pablo Guarderas desde calle a Tahuachi hasta Transversal 9, calle longitudinal B desde calle a Tahuachi hasta Transversal 9, Transversal 9 desde Av. Pablo Guarderas hasta longitudinal C, Transversal 8 desde Av. Pablo Guarderas hasta longitudinal C, Transversal 7 desde Av. Pablo Guarderas hasta longitudinal C.	
Ruta Barrio los Ilinizas	
Transversal I desde Av. Pablo Guarderas hasta Pan. Sur, Transversal II desde Av. Pablo Guarderas hasta calle Luis Cordero, calle al Tambo desde Av. Pablo Guarderas hasta Pan. Sur, calle 11 de Noviembre desde Transversal I hasta calle al Tambo, calle Manuel German desde Transversal I hasta calle Albuja, calle Albuja desde Manuel German hasta calle 11 de Noviembre.	4,3
Ruta Plaza de Ganado:	
Calle Colombia desde calle Venezuela hasta Av. Circunvalación, calle Venezuela desde calle Colombia hasta calle El Hogar, calle Atahualpa desde calle Venezuela hasta calle Sucre, calle Sucre desde calle Atahualpa hasta calle El Hogar, calle El Hogar desde calle Cristóbal Colón	3,2

Cuadro N° 9. RUTAS ADICIONALES DE BARRIDO

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: DIRECCIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS



Fotografía N° 1. Personal de Barrido en una Ruta Fija



Fotografía N° 2. Personal de Barrido en una Ruta Adicional

RECOLECCIÓN

El Cantón Mejía cuenta con una flota de 10 recolectores los cuales luego de la recolección trasladan los desechos a la planta de reciclaje y tratamiento en Romerillos, actualmente ingresan aproximadamente 60 toneladas diarias de desechos, recolectados en todas la parroquias con una cobertura aproximada del 90 % en el área urbana, y con una cobertura de alrededor del 60% en el área rural, según información del GAD de Mejía.



Fotografía N° 3. Personal de Recolección

Según los datos del último Censo, el 87% de la población cuenta con el servicio de eliminación de basura mediante carro recolector (*Cuadro N°10*) y (*Fotografía N°3*), si bien ese es un porcentaje importante, el saldo restante significa un problema ambiental aún por resolver.

ELIMINACIÓN DE LA BASURA CANTONAL		
Eliminación de la basura	Número de casos	%
Por carro recolector	18133	86,64
La arrojan en terreno baldío o quebrada	461	2,20
La queman	1878	8,97
La entierran	274	1,31
La arrojan al río, acequia o canal	86	0,41
De otra forma	96	0,46
TOTAL	20928	100

Cuadro N° 10. ELIMINACIÓN DE BASURA CANTONAL

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: PDOT GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

A continuación se realiza una descripción por parroquias en la cual El Chaupi y Manuel Cornejo Astorga tienen los porcentajes más bajos de recolección de basura, lo que hace pensar que este es un problema adicional para la contaminación ambiental (*Cuadro N°11* y *N°12*). Un problema importante para la recolección de basura es la dispersión de los asentamientos y el mal estado de las vías, esto encarece el servicio al tener que realizar recorridos más extensos y en vehículos pequeños.

ELIMINACIÓN DE LA BASURA PARROQUIAL					
Parroquia	Número de casos	Por carro recolector		Otro	
		Número	%	Número	%
Machachi	7251	6747	93,05	504	6,95
Alóag	2303	1837	79,77	466	20,23
Aloasí	2499	2207	88,32	292	11,68

Manuel Cornejo Astorga	971	399	41,09	572	58,91
Cutuglagua	4143	3705	89,43	438	10,57
El Chaupi	369	199	53,93	170	46,07
Tambillo	2167	1964	90,63	203	9,37

Cuadro N° 11. ELIMINACIÓN DE BASURA PARROQUIAL

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: PDOT GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

ELIMINACIÓN DE LA BASURA CANTONAL DIFERENCIADA						
Categoría	Cantón		Urbano		Rural	
Eliminación de la basura	N° de casos	%	N° de casos	%	N° de casos	%
Por carro recolector	18133	86,64	4 331	98,77	13 802	83,43
La arrojan en terreno baldío o quebrada	461	2,20	8	0,18	453	2,74
La queman	1878	8,97	27	0,62	1 851	11,19
La entierran	274	1,31	2	0,05	272	1,64
La arrojan al río, acequia o canal	86	0,41	1	0,02	85	0,51
De otra forma	96	0,46	16	0,36	80	0,48
TOTAL	20928	100	4 385	100	16 543	100

Cuadro N° 12. ELIMINACIÓN DE BASURA CANTONAL DIFERENCIADA

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: PDOT GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

Según la Dirección de Servicios Públicos el incremento de residuos debido al crecimiento poblacional y aumento de calles aptas para el rodaje de recolectores ha obligado a realizar una ampliación de rutas para brindar un mejor servicio a la población en un 4% en las zonas urbanas y 8% en las zonas rurales, pero teniendo en cuenta que la capacidad de recolección con los vehículos actuales es de aproximadamente 45 a 50 Ton con 4 recolectores marca HINO del año 2008, 2 recolectores marca Internacional del año 2004, 2 recolectores marca HINO del año 2014, 1 recolector marca HINO del año 2017 y 1 recolector marca HINO del año 2019, es decir las 20 a 25 Ton restantes son cubiertas con doble turno o doble viaje y sobrepasa la capacidad de carga de los recolectores debido a las distancias (tiempos y movimientos diarios), (*Fotografía N°4 y 5*).

También se debe considerar que debe haber una ampliación de rutas de recolección en zonas rurales y urbanas para incrementar el porcentaje de cobertura en estos lugares, equiparando el mejoramiento de capas de rodadura.



Fotografía N° 4. Recolección a Pie de vereda



Fotografía N° 5. Carro recolector del GAD Municipal de Mejía

A continuación se detalla las rutas de recolección que se ejecutan en el Cantón Mejía, esta fase de la GIRS está a cargo de la Dirección de Servicios Públicos, la cual planifica y ejecuta este proceso.

➤ **RUTAS DIFERENCIADAS**

Centro Oriental y Centro Occidental de la ciudad de Machachi cubiertas con dos recolectores los días lunes, miércoles y viernes, la capacidad de cada recolector es de 5-6 Ton, recolectando un promedio de 14.5 Ton de residuos inorgánicos, los días martes y jueves se recolecta con un vehículo 13 Ton las dos rutas establecidas en doble turno, liberando un vehículo recolector para cubrir el día martes la parroquia de Manuel Cornejo Astorga y el día jueves el Pedregal una semana y otra semana la ruta (Av. Simón Bolívar, Cutuglagua y Pasochoa (Curiquingue), siendo la frecuencia de estos lugares quincenal (*Fotografía N°6*).

Sur Oriental la capacidad del recolector es de 5 Ton, recolectando un promedio de 7-8 Ton, se cubre actualmente esta ruta las tardes en doble turno, la ruta establecida es camino viejo, lugares no diferenciados de la ciudad de Machachi, Cutuglagua, la fontana, Panzaleo, Guitig, con rutas inter diarias.

Hacinamientos la capacidad del recolector es de 5 Ton, recolectando un promedio de 8 TON (mercados, espacios públicos y urbanizaciones no diferenciados de la parroquia de Machachi)



Fotografía N° 6. Ruta Diferenciada

➤ **RUTAS INTER-DIARIAS**

Aloasí la capacidad del recolector es de 5 Ton, recolectando un promedio de 8 Ton cubre zonas consolidadas y no consolidadas, Centro de Aloasí, la Carretera, el

Chaupi, la Unión, rutas inter diarias (*Fotografía N°7*).

Alóag la capacidad del recolector es de 5 Ton, recolectando un promedio de 8 Ton, cubre zonas consolidadas y no consolidadas con rutas inter diarias.

Tambillo (recolector dañado) la capacidad del recolector es de 5 Ton, recolectando un promedio de 9 Ton, cubre zonas consolidadas y no consolidadas con rutas inter diarias.

Uyumbicho la capacidad del recolector es de 5 Ton, recolectando un promedio de 8-9 Ton, cubre zonas consolidadas y no consolidadas de la parroquia y ruta de Cutuglagua con rutas inter diarias.

Cutuglagua esta ruta no tiene recolector por este motivo se realiza la recolección en la tarde con doble ruta de los recolectores del sistema diferenciado de la ciudad de Machachi la capacidad del recolector es de 5-6 Ton, recolectando un promedio de 9.5 Ton, cubre zonas consolidadas y no consolidadas de la parroquia.



Fotografía N° 7. Ruta Interdiaria

➤ **RUTAS FINES DE SEMANA**

Tandapi: debido a la generación de residuos que no puede ser cubierta con un solo turno los días sábados se realiza la recolección en el Tandapi, Pampas Argentinas, Nuevo Machachi.

Turno fin de Semana: Recolección Mercados y hacinamientos (Panzaleo y la Fontana quincenalmente) en turnos (sábado en la madrugada y en la noche y domingo en la madrugada), (*Fotografía N°8*).

Recolección Diurna y Nocturna de Mercados: se realiza el día domingo, liberando 11 Ton para el recolector de hacinamientos y una volqueta con ayuda de maquinaria pesada (mercados, playón y plaza de animales menores y centro de la ciudad), (Fotografía N°9).



Fotografía N° 8. Ruta fin de semana en mercados



Fotografía N° 9. Recolección con ayuda de maquinaria pesada en mercados

TRATAMIENTO Y RECICLAJE

En esta fase de la GIRS el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía ha implementado la fase de aprovechamiento mediante la recuperación del material inorgánico en el **ÁREA DE SEPARACIÓN Y RECICLAJE** y la recuperación de material orgánico en el **ÁREA DE TRATAMIENTO DE ORGÁNICOS**

➤ ÁREA DE SEPARACIÓN Y RECICLAJE

El GAD Municipal del Cantón Mejía con la finalidad de mejorar el tratamiento de los residuos sólidos en su cantón, en el año 2006 inicio con la campaña de separación en la fuente de los residuos sólidos en la zona urbana de la ciudad de Machachi, separando los mismos en dos porciones: orgánicos e inorgánicos.

En este galpón de 505 m² se ubican a más de la planta mecanizada de separación, la oficina de administración del Centro, bodegas de almacenamiento de reciclados.

Los días lunes, miércoles y viernes se realiza la recolección de los residuos inorgánicos para así facilitar el proceso de clasificación.

En el área de separación se realiza la recuperación de materiales reciclables, a través de un sistema mecanizado que consiste de los siguientes componentes:

- Zona de descarga y tolva de descarga
- Tromel
- Banda transportadora
- Carritos de reciclados
- Carrito para transporte de desechos no recuperados a descarga

Adicionalmente a los componentes indicados, se debe indicar la presencia de una prensa hidráulica, para la compactación y enfardado de los reciclables, lavadora de plásticos, sierra cinta y molino de plástico.

En la zona de descarga el recolector con residuos inorgánicos descarga los residuos recolectados los mismos que a través de la tolva de descarga ingresan al tromel (*Fotografía N°10*).

En el tromel o criba conforme rota los componentes finos presentes en los residuos caen y son recolectados en recipientes que se ubican bajo esta unidad, así mismo dispone de puntas en su interior para romper las fundas plásticas existentes.

Los residuos caen en la banda transportadora, donde a cada lado se ubican los recicladores de las diferentes Asociaciones, que realizan las actividades de separación y ponen los materiales en los carritos, que contienen los reciclados agrupados por tipo de material. Posteriormente, los materiales reciclados son agrupados en las bodegas perimetrales, para ser finalmente compactadas y enfardadas para la comercialización.

En el gráfico siguiente se esquematiza el funcionamiento de esta unidad (*Imagen N°8*).

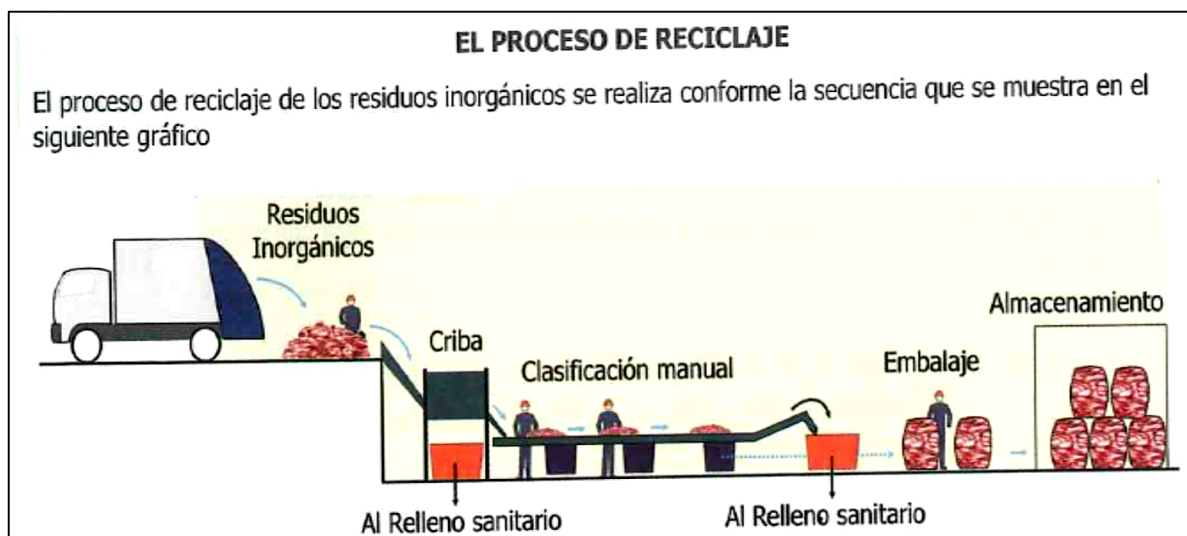


Imagen N° 8 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL CENTRO DE RECICLAJE
Elaborado por: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA
Fuente: Consultoría GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

Un aspecto que presenta debilidad en el sistema es las continuas paradas de la banda transportadora, debido a que el carrito ubicado al final de la banda transportadora se llena continuamente y tiene que ser conducido hasta la rampa de descarga.

En este punto, también se observa otro aspecto que debe ser mejorado, dado que por la rampa se descargan los desechos directamente sobre el suelo en la parte baja, formando un montón, el mismo que es retirado con la mini cargadora hacia la volqueta para ser llevados los residuos al relleno sanitario.



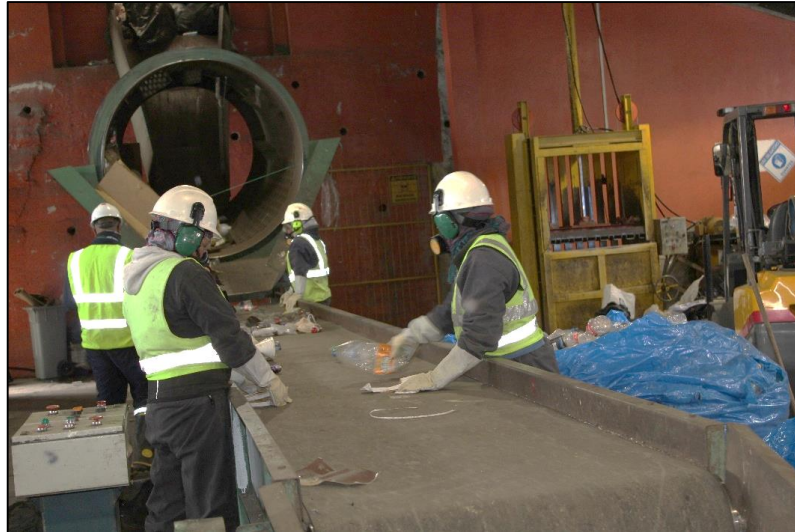
Fotografía N° 10. Área de recepción de material para reciclaje

Los materiales recuperados son: papel; cartón; plásticos en sus diferentes categorías, zapatillas, caucho, botellas de vidrio; botellas PET y chatarra, otros (Fotografía N°11).



Fotografía N° 11. Materiales reciclados recuperados

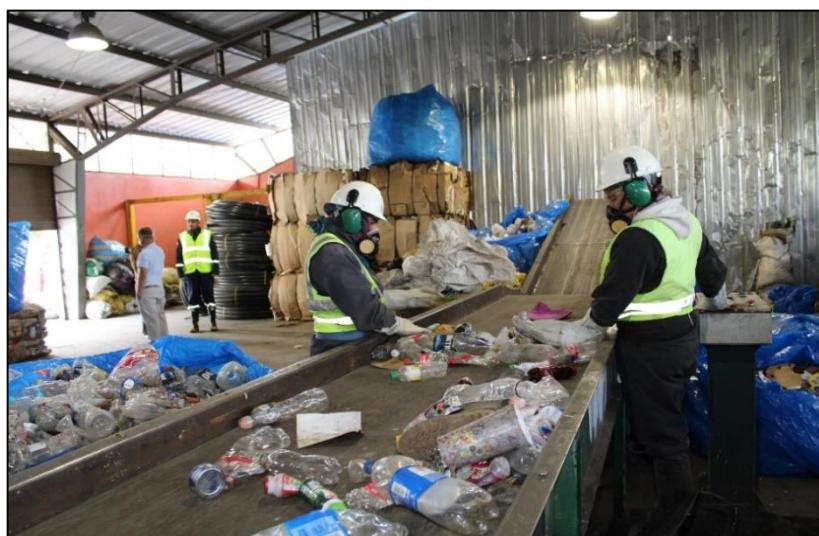
Se debe mencionar que los miembros de las Asociaciones de Recicladores, ACERECIME (Asociación de Recicladores Creciendo Por Ti Mejía) y Asociación de reciclaje ROMERILLOS, no son empleados municipales, sino una microempresa que trabaja en convenio con la municipalidad en las actividades de reciclaje (*Fotografía N°12*).



Fotografía N° 12. Área de Separación y Reciclaje

Los materiales que son recuperados son luego embalados en pacas y almacenados para su entrega al gestor ambiental autorizado por el MAE (*Fotografía N°13*).

Los residuos de menor tamaño que han pasado por la criba y los que son desechados en la clasificación manual son acumulados al exterior de la planta, e inmediatamente conducidos al relleno sanitario para su disposición final.



Fotografía N° 13. Separación de Residuos de acuerdo al tipo de material

Entre los equipos de protección individual (EP) los recicladores hacen uso de botas, guantes, mascarillas, mandiles, overoles, gorras que la municipalidad les provee como equipos de protección (*Fotografía N°14*).



Fotografía N° 14. Entrega de EPP a los Recicladores del Centro de Reciclaje Romerillos

A continuación se detalla los registros de los pesos de los diferentes materiales reciclados recuperados por las asociaciones de recicladores en los años 2016, 2017, 2018, 2019 estos datos se recopilamos de los registros de la báscula del Relleno Sanitario Romerillos. De acuerdo a los datos registrados, se tiene un promedio mensual de 28,67 Ton recuperadas, en el año 2017; y un promedio mensual de 21,57 toneladas recuperadas, en el año 2018; los valores registrados son (*Cuadro N°13*):

REGISTRO DE MATERIALES INORGANICOS RECUPERADOS				
MESES	AÑO 2016 (Ton)	AÑO 2017 (Ton)	AÑO 2018 (Ton)	AÑO 2019 (Ton)
ENERO	-----	48,78	25,80	-----
FEBRERO	-----	30,17	25,73	-----
MARZO	-----	45,67	27,11	-----
ABRIL	-----	13,93	29,90	12,74
MAYO	56,96	48,99	28,83	19,83

JUNIO	37,50	38,47	22,31	16,00
JULIO	49,11	21,01	9,15	20,54
AGOSTO	46,19	25,65	16,25	18,48
SEPTIEMBRE	54,53	22,12	17,72	15,19
OCTUBRE	44,98	29,02	22,05	20,55
NOVIEMBRE	34,17	24,15	12,42	10,85
DICIEMBRE	40,81	19,94	23,48	15,47
PROMEDIO TON/MES	45,53	30,66	21,73	16,63

Cuadro N° 13. REGISTRO DE MATERIALES RECUPERADOS

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

De acuerdo a la información de la consultoría realizada en el Centro de Reciclaje se obtuvo el porcentaje en peso de los materiales recuperados se muestra en el cuadro y gráfico siguiente (*Cuadro N°14 y Gráfico N°6*):

CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES RECUPERADOS	
MATERIAL RECUPERADO	PORCENTAJE EN PESO
Plástico de baja densidad	25 %
Plástico de alta densidad	13 %
Botellas de vidrio	23 %
Botellas PET	16 %
Cartón	12 %
Botas de caucho	1 %
Zapatillas de plástico	1 %
Papel	3%
Chatarra	6 %
TOTAL	100%

Cuadro N° 14. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES RECUPERADOS

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: CONSULTORÍA GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

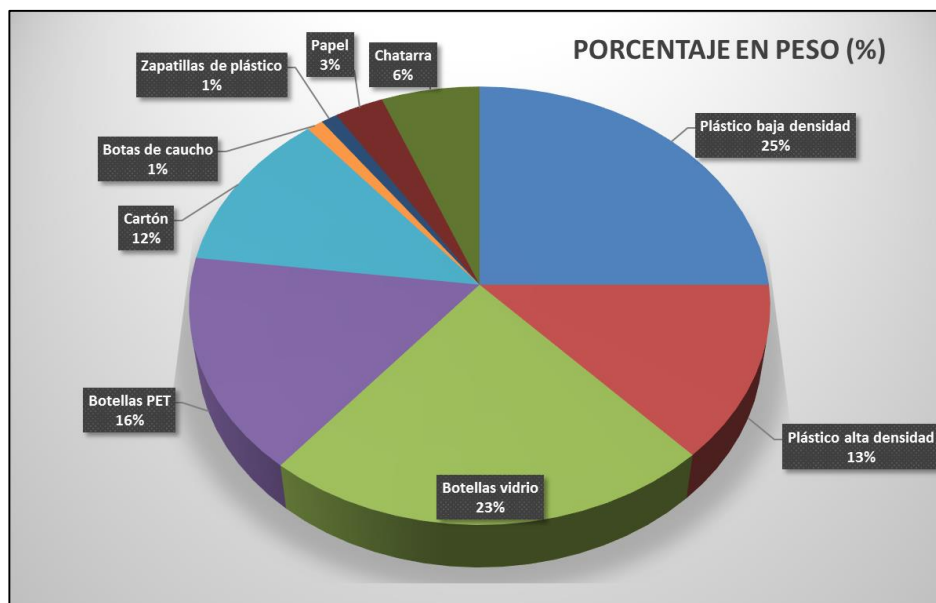


Gráfico N° 6. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES RECUPERADOS

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: CONSULTORÍA GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

➤ **ÁREA DE TRATAMIENTO DE ORGÁNICOS**

Los días martes y jueves se realiza la recolección de los residuos orgánicos, además se hace una recolección diferenciada los días domingos luego de culminar la feria de fin de semana (*Fotografía N°15*). De estos 12,5 Ton/mes, son conducidos a la planta de compostaje, donde el producto final obtenido es de 4.17 Ton/mes de Bokashi que es un tipo de compost.



Fotografía N° 15. Recolección Diferenciada de Residuos Orgánicos en el Mercado Mayorista

Para su elaboración es necesario combinar compuestos orgánicos con alta y baja relación de carbono/nitrógeno. En el siguiente cuadro se presenta la relación carbono/nitrógeno de algunos compuestos orgánicos (*Cuadro N°15*):

RELACIÓN CARBONO / NITRÓGENO	
ALTA	BAJA
<ul style="list-style-type: none"> • Cáscara de papa • Cáscara de plátano • Hojas secas de árboles • Restos de caña de azúcar • Papel • Paja • Ramas pequeñas • Residuos de algodón • Fibras de coco • Cáscara de maní 	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos de comida • Plantas frescas • Vísceras de pollo y pescado • Sangre deshidratada • Residuos de leche o productos lácteos • Residuos de alcohol y cerveza • Vísceras de res • Algas marinas

Cuadro N° 15. RELACIÓN CARBONO – NITRÓGENO

Elaborado Por: Elaboración Propia

Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

Una mezcla adecuada de residuos orgánicos debe tener una relación inicial de carbono/nitrógeno de 30 a 40.

La preparación del compost se puede realizar en condiciones aerobias o anaerobias, es decir con la presencia o no de oxígeno.

La vía anaerobia, es la más común y preferida debido a que permite un incremento espontáneo de temperatura que favorece la descomposición de la materia orgánica, elimina organismos patógenos y no libera malos olores.

La vía aerobia genera malos olores y su temperatura no alcanza los valores necesarios para la eliminación de organismos patógenos.

El proceso de preparación de compost, normalmente sigue los siguientes pasos:

1. Recolección y separación de la materia orgánica
2. Trituración y homogenización
3. Compostaje
4. Tamizado y limpieza
5. Ensacado y almacenamiento
6. Aplicación

Durante la elaboración del compost, es necesario controlar los siguientes parámetros:

- Humedad
- Aireación
- pH
- Temperatura

El control de la humedad se logra añadiendo agua a la materia orgánica hasta que ya no libere líquidos o tenga la apariencia de tierra húmeda. La aireación se logra volteando la materia orgánica o colocando pequeñas chimeneas en su interior. En cuanto al pH, éste se controla agregando un poco de cal o ceniza durante el acondicionamiento inicial de la materia orgánica. Y finalmente la temperatura se controla principalmente para una adecuada eliminación de organismos patógenos y debe estar entre 65 y 70 °C.

Para el proceso productivo del Bokashi se cuenta con un galpón cubierto de 502,2 m² (27m de largo por 18,60 de ancho con una altura de 4 m), de los cuales 36 m² se encuentran pavimentados, donde es el área de ingreso de los materiales y se ubican

las picadoras, con el fin de triturar el material y facilitar el proceso de degradación (Fotografía N°16).



Fotografía N° 16. Área de Compostaje del GAD Municipal de Mejía

Así mismo se utiliza la técnica denominada Bokashi, que consiste en agregar un compuesto líquido con bacterias (microorganismos eficientes) para acelerar el proceso de degradación, mismo que dura aproximadamente 2 meses (Fotografía N°17).



Fotografía N° 17. Colocación de Microorganismos Eficientes

La utilización del invernadero permite controlar en algo el clima de la zona, ya que en Romerillos se tienen bajas temperaturas y durante el proceso de degradación la temperatura al interior de las pilas de Bokashi asciende a temperaturas de hasta 60° a 70°, donde se produce la destrucción de las bacterias patógenas, así como la estabilización de la materia orgánica. Con la ayuda de la mini cargadora se realiza el proceso de aireación semanalmente, en el lapso de cuatro semanas se obtienen el producto listo para su utilización en la recuperación de espacios verdes y agricultura de la zona (*Fotografía N°18*).



Fotografía N° 18. Volteos continuos con la mini cargadora

En el siguiente cuadro, se muestra los valores de material orgánico utilizado para la elaboración de Bokashi, en los primeros meses del año 2020, con un promedio de 12,5 Ton/mes de los cuales luego del proceso de fermentación se obtiene 4,17 toneladas de Bokashi al mes (*Cuadro N°16*).

MATERIAL ORGÁNICO QUE INGRESA AL ÁREA DE COMPOSTAJE	
MES	TONELADAS
ENERO 2020	10,64
FEBRERO 2020	13,49
MARZO 2020	13,37
TOTAL	37,50
PROMEDIO (TON/MES)	12,5
TOTAL BOKASHI PRODUCIDO (TON/MES)	4,17

Cuadro N° 16. INGRESO DE MATERIAL ORGÁNICO

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD Municipal del Cantón Mejía

El promedio de Bokashi obtenido luego del proceso de 8 semanas, es de 4,2 Ton/mes, mismo que es utilizada en la siembra de plantas y adecentamiento de áreas verdes, el exceso de abono es comercializado a un costo de 3\$ el saco con un peso de 45 kg. En el cuadro siguiente, se detalla las acciones seguidas en el proceso de maduración del Bokashi (*Cuadro N°17*).

TIEMPO DEL PROCESO DE BOKASHI						
SEMANA	DIA	FECHA	HORA	TEMPERATURA	HUMEDAD	ACTIVIDADES
1ª SEMANA	MARTES	31/01/2012	12:00	15	55%	Aplicación de bacterias
	JUEVES	02/02/2012	10:50	17		
2ª SEMANA	MARTES	07/02/2012	12:00	24	50%	Aplicación de bacterias
	JUEVES	09/02/2012	11:30	29		
3ª SEMANA	MARTES	14/02/2012	10:30	35	47%	Aplicación de bacterias
	JUEVES	16/02/2012	12:00	39		
4ª SEMANA	MARTES	21/02/2012	11:00	45	45%	Aplicación de bacterias
	JUEVES	23/02/2012	10:30	50		
5ª SEMANA	MARTES	28/02/2012	11:45	36	20%	Fase de maduración
	JUEVES	01/03/2012	10:30	32		
6ª SEMANA	MARTES	06/03/2012	10:00	28	10%	Fase de maduración
	JUEVES	08/03/2012	11:00	24		
7ª SEMANA	MARTES	13/03/2012	10:45	25	7%	Fase de secado
	JUEVES	15/03/2012	11:15	21		
8ª SEMANA	MARTES	20/03/2012	11:00	17	5%	Fase de secado
	JUEVES	22/03/2012	12:00	14		

Cuadro N° 17. TIEMPO DE ELABORACIÓN DEL BOKASHI

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: CONSULTORÍA GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

DISPOSICIÓN FINAL

➤ UBICACIÓN

El relleno sanitario del cantón Mejía, forma parte del Complejo Ambiental Romerillos, está ubicado en la parroquia Aloasí, aproximadamente a 11 Km desde la cabecera cantonal Machachi, en dirección sur en el costado derecho de la Panamericana Sur (Troncal de la Sierra E35), viajando en sentido norte – sur (*Imagen N°9*).

El Complejo Ambiental se halla ubicado junto al antiguo botadero del cantón (*Cuadro N°18*), ya cerrado, y limita al sur con la quebrada la Unión, que es límite entre la Provincia de Pichincha y Cotopaxi (*Imagen N°10*).

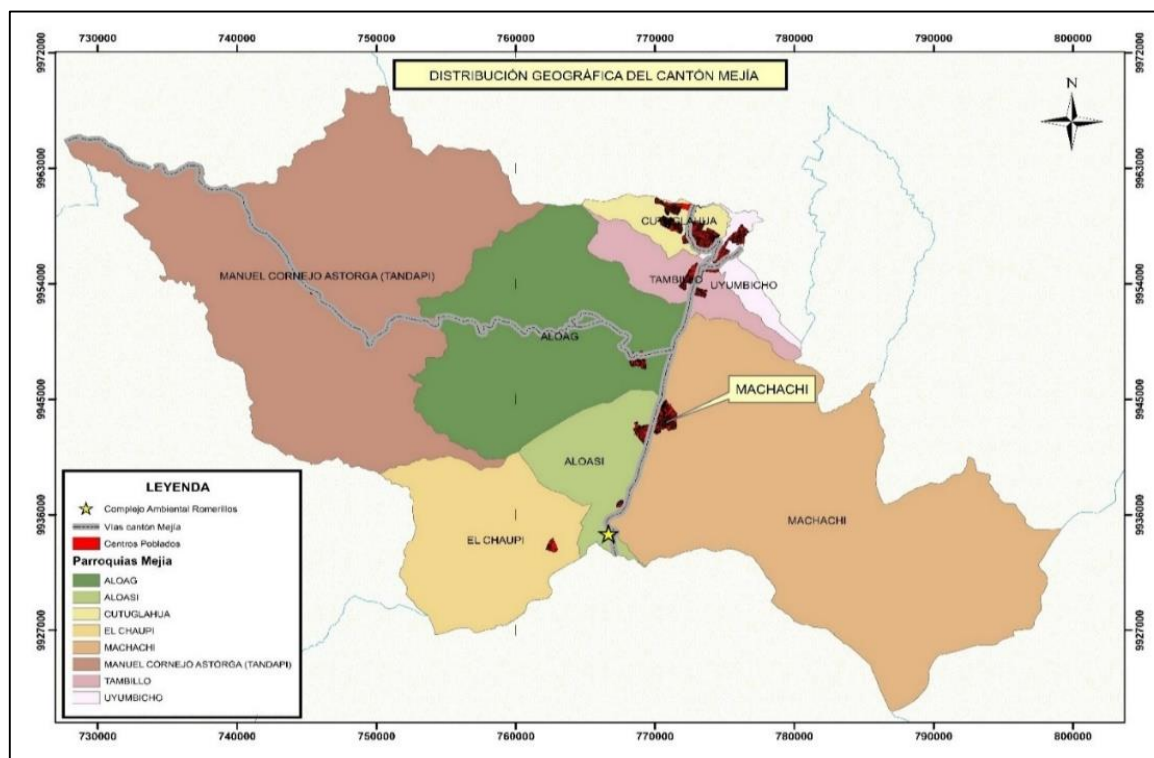


Imagen N° 9. UBICACIÓN DEL RELLENO SANITARIO DE ROMERILLOS

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

COORDENADAS DEL CENTRO DE RECICLAJE			
N.	X	Y	msnm
AA MEJIA 1	766829	9933567	3365
AA MEJIA 2	766961	9933534	3380
AA MEJIA 3	766980	9933278	3396
AA MEJIA 4	767011	9933150	3405
AA MEJIA 5	767065	9932908	3408
AA MEJIA 6	766751	9933150	3366

Cuadro N° 18. COORDENADAS DEL CENTRO DE RECICLAJE ROMERILLOS

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: AUDITORÍA GAD MUNICIPAL DE MEJÍA



Imagen N° 10. CENTRO DE RECICLAJE Y RELLENO SANITARIO DE ROMERILLOS

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GOOGLE EARTH

➤ DESCRIPCIÓN DE PROCESOS

En el flujograma siguiente se muestran los procesos que se llevan a cabo dentro del complejo ambiental del GAD Municipal del Cantón Mejía (*Gráfico N°7*).

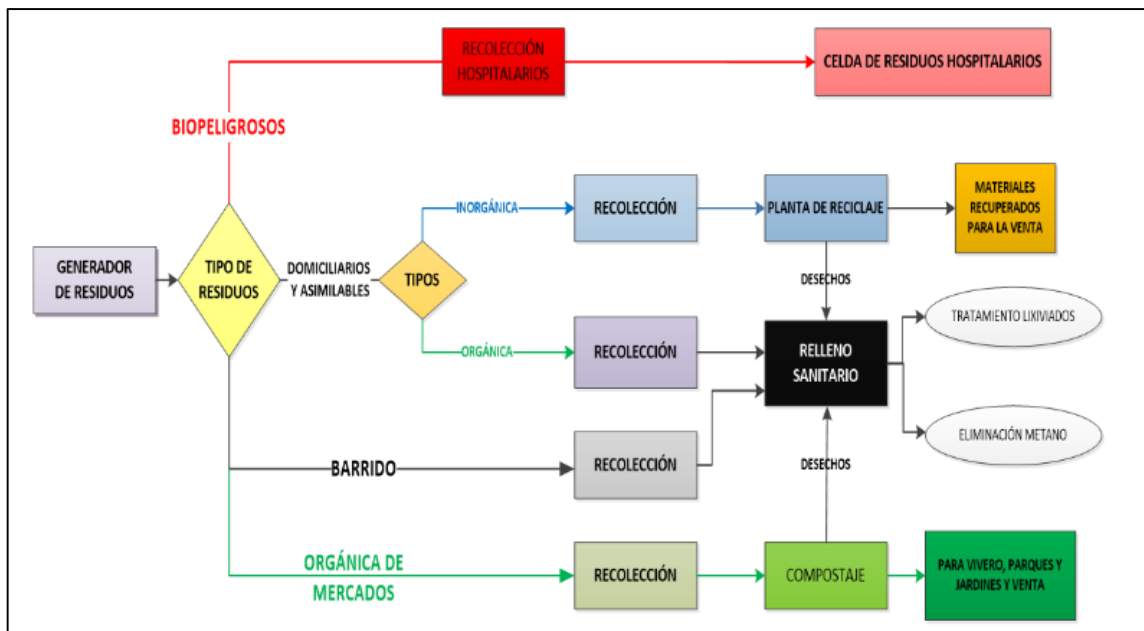


Gráfico N° 7. FLUJOGRAMA DE PROCESOS DEL CENTRO DE RECICLAJE ROMERILLOS

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: AUDITORÍA GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

Los diferentes tipos de residuos sólidos: domiciliarios orgánicos o inorgánicos, son recolectados de manera diferenciada en base al sistema de separación en la fuente. Los residuos inorgánicos, son conducidos a la planta de separación y reciclaje, donde se separa material reciclable como: papel, plásticos, PET, etc., los desechos que no pueden ser reciclados por encontrarse contaminados o alguna otra razón son conducidos y dispuestos en el relleno sanitario. Los materiales recuperados por los miembros de la asociación son comercializados.

Los residuos orgánicos recolectados en plazas y mercados, son conducidos a la planta de compostaje donde procesan y transforman en abono, el mismo que es usado para fertilizar las plantas del vivero municipal, de parques y jardines de la ciudad; el volumen restante es comercializado.

Los residuos peligrosos son recolectados en un furgón adecuado específicamente para este fin y conducidos a la celda de desechos hospitalarios, donde son confinados una vez completa la capacidad de la misma.

➤ DESCRIPCIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS

• ÁREA ADMINISTRATIVA

En esta área funciona la oficina de la Administración del Complejo Ambiental. En esta se planifica, se mantienen y almacenan los registros de pesaje y demás documentación referente a los trabajos de disposición final de residuos sólidos y demás áreas (*Fotografía N°19*). Además se cuenta con una sala para capacitaciones, bodega, vestidores para el personal y baterías sanitarias generales.



Fotografía N° 19. Área Administrativa

En esta área se dispone de extintores y un botiquín de primeros auxilios que cuenta con insumos y medicamentos básicos para enfrentar cualquier emergencia o herida leve en los miembros de las asociaciones de recicladores o trabajadores del Centro de Reciclaje Romerillos

• ÁREA DEL RELLENO SANITARIO

El relleno sanitario del cantón Mejía es de tipo mixto, es decir combina los rellenos tipo trinchera y de área (*Imagen N°11*). Para su implementación se utilizó los datos del estudio de diseño definitivo del año 2007 en base a los cuales se obtuvo la Licencia Ambiental y el diseño del Plan Masa del relleno sanitario, elaborado por la GIZ en el año 2011.

Estos cubetos constan de un sistema de impermeabilización con geomembrana, sistema de drenaje de lixiviados hacia la piscina de almacenamiento, el relleno sanitario está compuesto por las siguientes fases (*Cuadro N°19*).

FASES DEL RELLENO SANITARIO DEL CANTÓN MEJÍA			
AREA	COMPONENTE	ESTADO	OPERACIÓN
FASE 1	Celda 1 y 2	CERRADO	Agosto de 2010 a Abril de 2013
FASE 2	Cubeto 1	CERRADO	Mayo 2013 a Junio 2015
FASE 3	Cubeto 2	CERRADO	Julio 2015 a Enero 2018
FASE 4	Cubeto 3	OPERACIÓN	Enero 2017 a Marzo 2020
FASE 5	Cubeto 4	CONSTRUCCIÓN	Febrero 2020

Cuadro N° 19. FASES DEL RELLENO SANITARIO ROMERILLOS
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA



Imagen N° 11. FASES DEL RELLENO SANITARIO ROMERILLOS
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: GOOGLE EARTH

El Centro de Reciclaje opera según el Plan Masa (*Imagen N°12*), que representa la forma de ocupación del terreno según los volúmenes calculados de residuos que recibirá el Relleno Sanitario en los próximos 20 años, el cual se muestra en la siguiente imagen.

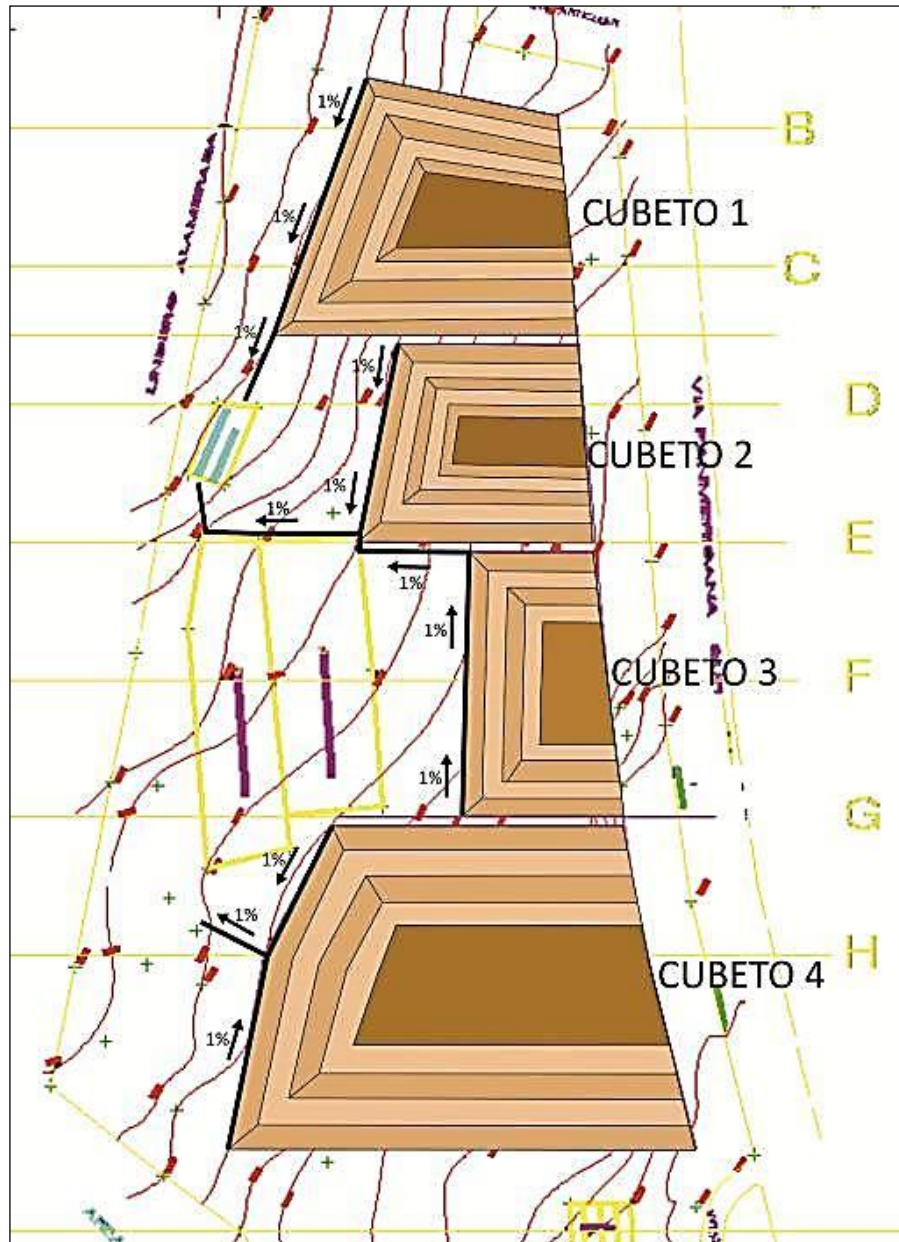


Imagen N° 12. PLAN MASA DEL RELLENO SANITARIO EN SUS DIFERENTES ETAPAS
Elaborado por: GAD MEJÍA
Fuente: Estudio Plan Masa GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

Los principales aspectos considerados en el planteamiento de operaciones según el Plan Masa se mencionan a continuación.

El dimensionamiento y vida útil del relleno sanitario se muestra en el siguiente cuadro (*Cuadro N°20*).

DATOS GENERALES				
DENSIDAD COMPACTADA DE LOS RESIDUOS EN EL RELLENO (Kg/m ³):				700
AREA UTIL TOTAL DEL TERRENO (Ha):				4,4
ALTURA DE RELLENO (m):				12
AÑO	TOTAL AL RELLENO TON/DIA	TOTAL AL RELLENO TON/AÑO	M3/AÑO EN RELLENO	M3 ACUMULADOS
2001				
2002				
2003				
2004				
2005				
2006				
2007				
2008				
2009				
2010				
2011	46,75	17.063	24.376	24.376
2012	47,40	17.302	24.717	49.093
2013	48,07	17.544	25.063	74.157
2014	48,74	17.790	25.414	99.571
2015	49,42	18.039	25.770	125.341
2016	50,11	18.292	26.131	151.472
2017	50,82	18.548	26.497	177.968
2018	51,53	18.807	26.868	204.836
2019	52,25	19.071	27.244	232.080
2020	52,98	19.338	27.625	259.705
2021	53,72	19.608	28.012	287.717
2022	54,47	19.883	28.404	316.121
2023	55,24	20.161	28.802	344.923
2024	56,01	20.443	29.205	374.127
2025	56,79	20.730	29.614	403.741
2026	57,59	21.020	30.028	433.770
2027	58,40	21.314	30.449	464.219
2028	59,21	21.612	30.875	495.094
2029	60,04	21.915	31.307	526.401
2030	60,88	22.222	31.746	558.147
2031	61,73	22.533	32.190	590.337

Cuadro N° 20. PROYECCIÓN DEL TONELAJE Y VOLÚMENES A DEPOSITARSE EN EL RELLENO

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: Estudio Plan Masa GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

Cabe mencionar que estos datos son estimados y pueden variar por los factores descritos en la etapa de generación y como se observa se estima una vida útil para las diferentes fases del relleno sanitario en 20 años.

Luego de las celdas iniciales 1 y 2 se tiene previsto la construcción de los cubetos 1 a 4, conforme la planificación establecida en el Plan Masa del relleno sanitario (*Imagen N°13*).

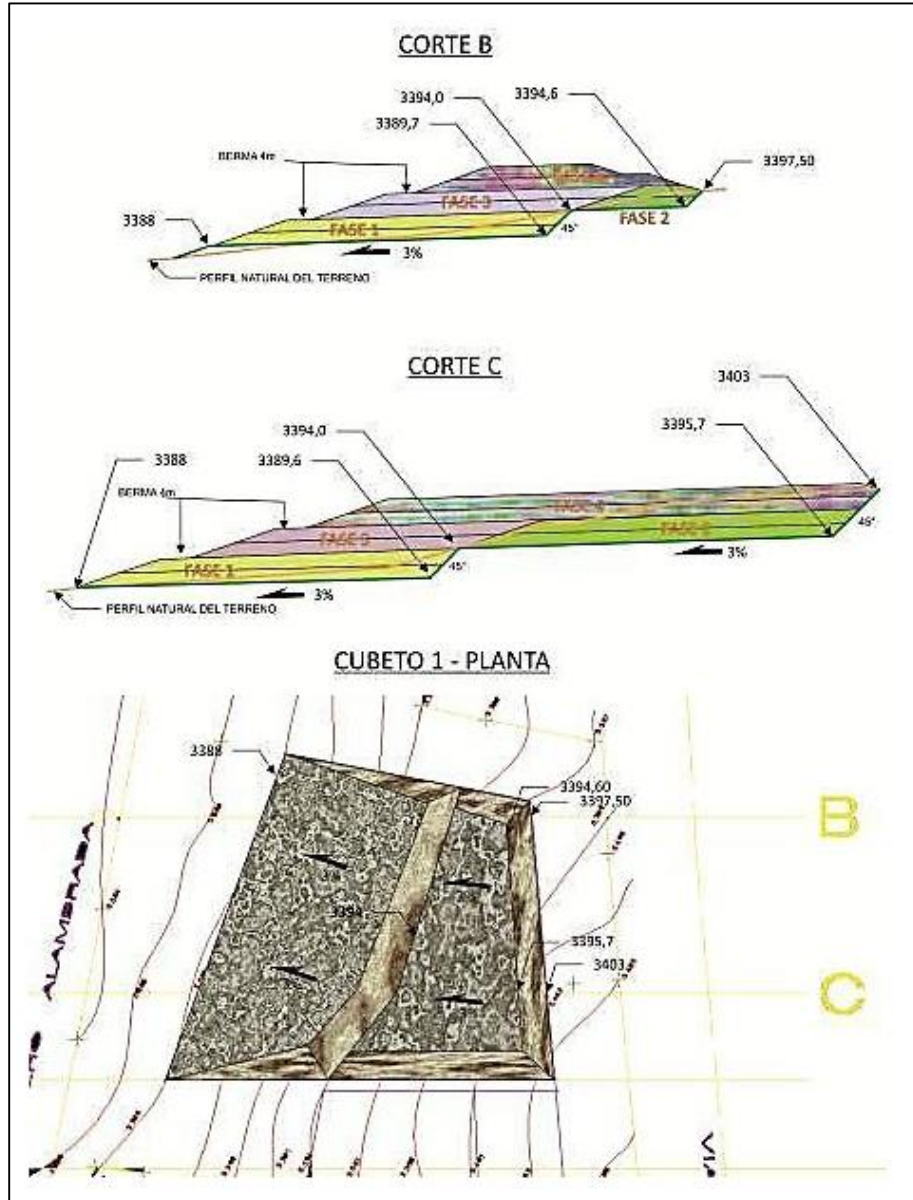


Imagen N° 13. DETALLES DEL DISEÑO DE LOS CUBETOS EN OPERACIÓN
 Elaborado por: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA
 Fuente: Estudio Plan Masa GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

A continuación se detalla en términos generales los criterios técnicos para los diseños de los cubetos para disposición de residuos sólidos.

- La cota base, permitirá instalar una tubería de PVC de 300 mm para captación y desalojo de lixiviados hacia las piscinas de almacenamiento de lixiviados. La pendiente mínima del drenaje principal es del 1% (*Fotografía N°20*).



Fotografía N° 20. Sistema de Drenaje e Impermeabilización

- Se ha pretendido minimizar los cortes del terreno para máximo aprovechamiento, tomando en cuenta cortes a 45° y con altura máxima de 8 m (*Fotografía N°21*).



Fotografía N° 21. Taludes de Estabilización

- Por la maquinaria que dispone la municipalidad, una mini cargadora, un tractor de oruga (*Fotografía N°22*), y una excavadora, para la operación del relleno sanitario se ha considerado celdas de alturas de 2 m y plataformas de hasta 4 m, para prevenir cualquier tipo de deslizamiento.



Fotografía N° 22. Maquinaria Pesada del Relleno Sanitario

- Cada plataforma del relleno será de dos celdas, esto es, de 4 m de altura, así mismo luego de cada plataforma se ha contemplado una berma de 4 m de ancho, tanto para fines de acceso como para garantizar la estabilidad, reduciendo el riesgo de deslizamientos (*Fotografía N°23*).



Fotografía N° 23. Operación del Relleno Sanitario

- Para establecer el borde superior del relleno se ha contemplado una distancia de 20 m desde el borde del terreno, esta zona será para acceso y siembra de especies vegetales para aislamiento visual del relleno.
- El sistema propuesto tiene una concepción dual que permite inicialmente la protección de la geomembrana como base del relleno el momento que ingresen los vehículos de recolección y la mini cargadora para conformar y compactar la celda diaria y la segunda es facilitar el descenso de los lixiviados hasta la base del relleno donde pueda ser conducida a través de los drenajes de lixiviados hacia el tratamiento. Un corte del sistema de impermeabilización se muestra a continuación (*Imagen N°14*):



Imagen N° 14. SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN
 Elaborado por: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA
 Fuente: Estudio Plan Masa GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

Correspondiente al Plan Masa General del Relleno Sanitario, se estima una vida útil de por lo menos 10 años adicionales al tiempo actual de operación, situación que variará conforme se incremente la generación de residuos, la separación de residuos inorgánicos, así como el compostaje de orgánicos. A continuación se detalla la cantidad de residuos que ingresan al Relleno Sanitario en los últimos cuatro años (*Cuadro N°21*).

REGISTRO DE PESOS DE INGRESO DE RESIDUOS SÓLIDOS AL CENTRO DE RECICLAJE ROMERILLOS			
AÑO	INGRESO ANUAL (Ton)	INGRESO MENSUAL (Ton/mes)	INGRESO DIARIO (Ton/día)
2016	11961.68	996.81	49.84
2017	12342.70	1028.55	51.43
2018	13231.79	1102.65	55.13
2019	13986.85	1165.57	58.28

Cuadro N° 21. REGISTRÓ DE PESOS DE INGRESO DE RESIDUOS SÓLIDOS
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: ESTACIÓN DE BÁSCULA

- **PLANTA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS**

Con el fin de cumplir con la normativa ambiental vigente, se ha implementado en el relleno sanitario un sistema de tratamiento de lixiviados. De acuerdo a las estimaciones realizadas en el estudio del Plan Masa del Relleno, se tiene un promedio de generación de 10 l/min, una vez que se implementen todas las etapas del relleno sanitario.



Fotografía N° 24. Piscina de descarga de lixiviados

El sistema de tratamiento de lixiviados, tiene tres fases fundamentales, una primaria, secundaria y terciaria o de pulimento.

La fase primaria, se da en la piscina de almacenamiento de lixiviados (*Fotografía N°24*), donde se da un proceso físico de sedimentación de sólidos sedimentables. Así mismo se agrega en la piscina un coagulante. Adicionalmente, se da un proceso de aireación por el bombeo del lixiviado a un sistema de charolas, donde se da un proceso de oxigenación del líquido.

El lixiviado mezclado con el coagulante, se bombea al sistema secundario, donde se da un proceso de mezcla lenta y un sedimentador, se cuenta también en esta fase con un sistema de charolas para una segunda aireación, producto de esta fase se obtiene lixiviado clarificado y lodos sedimentados (*Fotografía N°25*).

Finalmente, se tiene un proceso de tratamiento biológico, por medio de un pantano seco artificial como medio de pulido previa a la descarga de los efluentes tratados de la parte clarificada.

El exceso de lixiviados y los lodos sedimentados se recirculan hacia los rellenos cerrados hasta que se pueda descargar los efluentes tratados.

Se cuenta con un sistema de válvulas y tuberías para la extracción de lodos, que son depositados en la celda en operación en el relleno sanitario. Así mismo se cuenta con un pequeño laboratorio, donde se realizarían las pruebas de jarras para determinar la dosificación de coagulante al lixiviado en la piscina de almacenamiento de lixiviados.



Fotografía N° 25. Planta de Tratamiento de Lixiviados

- **ÁREA DE CELDAS DE DESECHOS BIOPELIGROSOS**

Se ha conformado el comité cantonal de desechos hospitalarios, mismo que está constituido por integrantes de los distintas áreas (Ministerio de Salud, Municipalidad, generadores, Hospitales, etc.).

El comité realiza las capacitaciones y evaluaciones a los generadores de este tipo de desechos. Los días lunes y miércoles de cada semana se realiza la recolección de desechos hospitalarios por parte de la municipalidad en un furgón especial (*Fotografía N°26*).

Los generadores de este tipo de desechos tienen la obligación de entregar tratados y debidamente identificados en fundas de color rojo, la municipalidad realiza la recolección y disposición final en la celda acondicionada para este fin, se cuenta con un registro de control en donde se detalla si algún generador no está cumpliendo con la norma de salud y se lleva también el registro del peso de los desechos recolectados.



Fotografía N° 26. Furgón de Residuos Biopeligrosos

La municipalidad del Cantón Mejía al momento no dispone de un sistema de autoclave ni incineración para la eliminación de los patógenos de los residuos hospitalarios, por los altos costos que esta tecnología requiere, por lo que ha optado por la técnica de una celda para el confinamiento de los mismos. Las características y operación que se dan en la celda son las siguientes:

- a. El criterio técnico básico de la celda de seguridad es el confinamiento de los residuos hospitalarios, esto es que tanto los residuos como sus subproductos no entren en contacto con el suelo y agua del sitio del relleno. Por esta razón la celda de hospitalarios cuenta con doble capa de geomembrana, cubierta metálica y cunetas perimetrales para evitar el ingreso de aguas lluvias y de escorrentía.
- b. Los residuos son ubicados en la fosa sin compactación para mantener la integridad de las fundas plásticas que lo contienen, una vez ubicados de manera cuidadosa en la fosa de hospitalarios, se realiza una cobertura de cal sobre las fundas colocadas (*Fotografía N°27*).



Fotografía N° 27. Tratamiento de Residuos Biopeligrosos

- c. Cuando la fosa está por concluir su vida útil, se realiza la impermeabilización superior de la fosa y se coloca una capa de tierra de 30 a 40 cm (*Fotografía N°28*).



Fotografía N° 28. Cobertura de los Desechos Biopeligrosos

- d. La celda de hospitalarios tiene una capacidad, para un año de generación de residuos biopeligrosos, con una capacidad de almacenamiento de 326 m³ (19,4 x 4 x 4,20 m) con un promedio de ingreso entre 2 a 3,5 Ton/mes (Cuadro N°22).

Actualmente se encuentra operando la sexta celda de seguridad para residuos biopeligrosos y se está pensando en cambiar el tratamiento que se da a estos desechos.

REGISTRO DE PESOS DE INGRESO DE RESIDUOS BIOPELIGROSOS AL CENTRO DE RECICLAJE		
AÑO	INGRESO ANUAL (Ton)	INGRESO MENSUAL (Ton/mes)
2016	22.68	1.89
2017	24.60	2.05
2018	31.32	2.61
2019	35.16	2.93
2020	10.50	3.50

Cuadro N° 22. REGISTRO DE INGRESOS DE RESIDUOS BIOPELIGROSOS
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: DIRECCIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

La cantidad de instituciones de salud atendidas por este servicio se detalla en el siguiente cuadro (*Cuadro N°23*):

INSTITUCIONES DE SALUD ATENDIDAS CON EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE BIOPELIGROSOS	
INSTITUCIONES ATENDIDAS	NUMERO DE USUARIOS
AREA DE SALUD N° 16	7
CONSULTORIOS MÉDICOS	49
CLÍNICAS PARTICULARES	9
CONSULTORIOS ODONTOLÓGICOS	23
LABORATORIOS CLÍNICOS	8
CONSULTORIOS VETERINARIOS	7

Cuadro N° 23. GENERADORES DE RESIDUOS BIOPELIGROSOS
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: DIRECCIÓN DE SERVICIOS PUBLICOS GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

- **PARQUE AUTOMOTOR**

En la actualidad el ingreso de desechos sólidos es de aproximadamente 60 ton/día los cuales deben ser llevados a disposición final diariamente, previa clasificación por parte de las Asociaciones de Recicladores Romerillos y Creciendo Por Ti Mejía.

Para poder ejecutar de manera eficiente y eficaz la disposición de residuos sólidos en el Relleno Sanitario, es necesario disponer del parque automotor en óptimas condiciones de operación. A continuación se detalla el parque automotor de maquinaria pesada con el que cuenta el Centro de Reciclaje Romerillos (*Cuadro N°24*).

MAQUINARIA PESADA DEL CENTRO DE RECICLAJE ROMERILLOS			
MAQUINARIA	AÑO	ESTADO	FUNCIÓN
Tractor de oruga CATERPILLAR D4D	1963	DAÑADA	Empuje y compactación de los desechos sólidos que ingresan a diario así como el arreglo de vías del Centro de Reciclaje
Excavadora JCB JS-220	2008	OPERATIVA	Cobertura desechos y peinado de taludes, movimiento de tierras y compactación de desechos en el Relleno Sanitario.
Volqueta HINO FF	1994	DAÑADA	Trasladar tierra para la cobertura diaria de desechos y material de la excavación de cubetos, traslado de lastre para mejora de vías y traslado de piedra y ripio para liquidación de chimeneas. Traslado de material reciclado desde la fuente a la planta de tratamiento.
Mini cargadora JCB 180	2008	DAÑADA	Recuperación de materia orgánica de la fuente, acopio de orgánico, volteos y tamizado de abonos así como la limpieza de las vías de ingreso.
Cargadora Frontal INTERNACIONAL 510	1978	DAÑADA	Desbanque de tierra en la excavación de los cubetos, trabajos de disposición final y movimiento de tierras en el relleno, movimiento de material reciclado desde la fuente a la planta.
Tractor de oruga KOMATSU D61-EX	2018	OPERATIVA	Empuje y compactación de los desechos sólidos que ingresan a diario, movimiento de tierras, así como el arreglo de vías y construcción del nuevo cubeto del Centro de Reciclaje.

Cuadro N° 24. MAQUINARIA PESADA DEL CENTRO DE RECICLAJE

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA, AIRE, SUELO, RUIDO Y LIXIVIADOS RELACIONADOS A LOS RESIDUOS SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL CANTÓN MEJÍA

El GAD Municipal del Cantón Mejía considerando la importancia de un manejo integral de los residuos sólidos, en función del bienestar de la comunidad y el medio ambiente está en la obligación de realizar monitoreos anuales en los parámetros de agua, aire, suelo, ruido, lixiviados y lodos.

Como parte del cumplimiento de las obligaciones dentro de la Licencia Ambiental 162 otorgada por el MAE, el Municipio del Cantón Mejía, en diciembre de 2019, contrató los servicios de un Laboratorio Acreditado ante el Sistema de Acreditación Ecuatoriano (SAE), para realizar los monitoreos ambientales contemplados dentro del Plan de Manejo Ambiental del Centro de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Romerillos cuyos resultados nos arrojaran el cumplimiento o no de los parámetros establecidos en la normativa ambiental vigente.

AGUA

Descripción del Monitoreo

El proceso de monitoreo se realizó el 11 de diciembre de 2019 en el Centro de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Romerillos, durante el desarrollo de esta actividad se contó con la presencia del personal responsable del Centro mencionado y del laboratorio ambiental LABCESTTA. Los puntos evaluados se encuentran definidos dentro del Plan de Manejo Ambiental aprobado.

Las coordenadas del punto de monitoreo fueron tomadas con un GPS DATUM WGS84, y se las detalla en el siguiente cuadro (*Cuadro N°25*):

CODIGO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS	
		UTM WGS 84 ZONA 17S	
		ESTE	NORTE
A-1	Ojo de agua lindero propiedad Sr. Alberto Jesús	766834	9933594
A-2	Vertiente de agua Panamericana - Romerillos	767033	9933220

Cuadro N° 25. COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE MONITOREO AGUA

Elaborado por: Kuusa Soluciones Ambientales, diciembre 2019

Fuente: Laboratorio LABCESTTA, diciembre 2019

La muestra de agua A-1 se tomó en una llave ubicada en el lindero de la propiedad del Sr. Alberto Jesús, de acuerdo con el laboratorio el agua proviene de un ojo de agua (*Fotografía N°29*).



Fotografía N° 29. Punto A-1 de muestreo Propiedad del señor Alberto Jesús

La muestra de agua A-2 se tomó en una vertiente ubicada junto a la vía panamericana, frente al Centro de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Romerillos (*Fotografía N°30*).



Fotografía N° 30. Punto A-2 de muestreo Panamericana Sur

Resultados

A continuación, se presentan los resultados del monitoreo de calidad de agua (*Cuadro N°26 y 27*). Los valores obtenidos se comparan con los criterios que definen la calidad del agua establecidos en las Tablas 1, 2 y 3 del TULSMA de acuerdo con su uso.

PARÁMETRO MONITOREADO	UNIDAD	VALOR MONITOREO	ANEXO 1 / A.M. 097-A DEL MAE CRITERIOS DE CALIDAD DEL AGUA		
			TABLA 1 CONSUMO HUMANO O DOMÉSTICO	TABLA 2 PRESERVACIÓN DE VIDA ACUTICA AGUA DULCE	TABLA 3 RIEGO AGRICOLA
DBO (5días)	mg/l	<2	<2	20	N/E
DQO	mg/l	<27	<4	40	N/E
Oxígeno disuelto	mg/l	6,7	N/E	>80	3
Potencial Hidrógeno	Unidades de PH	7,33	6-9	6,5-9	6-9
Sólidos Totales	mg/l	200	N/E	N/E	N/E
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	138	N/E	N/E	N/E
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	<52	N/E	Max incremento de 10% de la condición natural	N/E

PARÁMETRO MONITOREADO	UNIDAD	VALOR MONITOREO	ANEXO 1 / A.M. 097-A DEL MAE CRITERIOS DE CALIDAD DEL AGUA		
			TABLA 1 CONSUMO HUMANO O DOMÉSTICO	TABLA 2 PRESERVACIÓN DE VIDA ACUTICA AGUA DULCE	TABLA 3 RIEGO AGRICOLA
Tensoactivos	mg/l	<0,05	N/E	0,5	N/E
Coliformes Fecales	NMP/100ml	<1,8	1000	N/E	1000
Coliformes Totales	NMP/100ml	110	N/E	N/E	N/E
Cadmio	mg/l	<0,004	0,02	0,001	0,05
Níquel	mg/l	<0,05	N/E	0,025	0,02
Plomo	mg/l	<0,01	0,01	0,001	5
Mercurio	mg/l	<0,001	0,006	0,0002	0,001
Zinc	mg/l	<0,25	N/E	0,03	2
Temperatura	°C	13,2	N/E	N/E	N/E

N/E: No especifica la norma

Cuadro N° 26. RESULTADOS DEL MONITOREO DEL PUNTO A-1

Elaborado por: Kuusa Soluciones Ambientales, diciembre 2019

Fuente: Laboratorio LABCESTTA, diciembre 2019

PARÁMETRO MONITOREADO	UNIDAD	VALOR MONITOREO	ANEXO 1 / A.M. 097-A DEL MAE CRITERIOS DE CALIDAD DEL AGUA		
			TABLA 1 CONSUMO HUMANO O DOMÉSTICO	TABLA 2 PRESERVACIÓN DE VIDA ACUTICA AGUA DULCE	TABLA 3 RIEGO AGRICOLA
DBO (5días)	mg/l	2	<2	20	N/E
DQO	mg/l	35	<4	40	N/E
Oxígeno disuelto	mg/l	6,4	N/E	>80	3
Potencial Hidrógeno	Unidades de PH	7,41	6-9	6,5-9	6-9
Sólidos Totales	mg/l	196	N/E	N/E	N/E
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	136	N/E	N/E	N/E
Sólidos Suspendedos Totales	mg/l	<52	N/E	Max incremento de 10% de la condición natural	N/E
Tensoactivos	mg/l	<0,05	N/E	0,5	N/E
Coliformes Fecales	NMP/100ml	<1,8	1000	N/E	1000
Coliformes Totales	NMP/100ml	630	N/E	N/E	N/E
Cadmio	mg/l	<0,004	0,02	0,001	0,05
Níquel	mg/l	<0,05	N/E	0,025	0,02
Plomo	mg/l	<0,01	0,01	0,001	5
Mercurio	mg/l	<0,001	0,006	0,0002	0,001
Zinc	mg/l	<0,25	N/E	0,03	2
Temperatura	°C	13	N/E	N/E	N/E

N/E: No especifica la norma

Cuadro N° 27. RESULTADOS DEL MONITOREO DEL PUNTO A-2

Fuente: Laboratorio LABCESTTA, diciembre 2019

Elaborado por: Kuusa Soluciones Ambientales, diciembre 2019

- Con base en los resultados obtenidos del monitoreo de calidad de agua se determina que los parámetros evaluados en el punto A-1 y A-2 cumplen con el criterio de calidad para el consumo humano o doméstico establecido en la Tabla 1 del A.M. 097-A del MAE. con la excepción de los parámetros DQO y DBO del punto A-2 que se encuentran sobre los valores de referencia establecidos en el criterio antes mencionado.
- En cuanto al criterio de calidad del agua para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces se determina que los parámetros evaluados cumplen con este criterio de calidad de aguas.
- Finalmente, todos los parámetros evaluados cumplen con el criterio de calidad de aguas para riego agrícola.

AIRE

Descripción del Monitoreo

El proceso de monitoreo se realizó el 23 de diciembre de 2019 en el Centro de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Romerillos, durante el desarrollo de esta actividad se contó con la presencia del personal responsable del Centro y del laboratorio ambiental LABCESTTA. El punto evaluado se encuentra definido dentro del Plan de Manejo Ambiental aprobado.

Las coordenadas del punto de monitoreo fueron tomadas con un GPS DATUM WGS84 y se las detalla a continuación (*Cuadro N°28*):

CODIGO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS	
		UTM WGS 84 - ZONA 17S	
		ESTE	NORTE
CA-1	Garita de ingreso al Centro de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Romerillos.	766990	9933109

Cuadro N° 28. COORDENADAS DEL PUNTO DE MONITOREO AIRE

Fuente: Laboratorio LABCESTTA, diciembre 2019

Elaborado por: Kuusa Soluciones Ambientales, diciembre 2019

La vía Panamericana en la cual circulan fuentes móviles de combustión se encuentra a una distancia aproximada de 36 m del punto evaluado.

En las siguientes fotografías se observa la instalación del equipo de monitoreo de Calidad de Aire (*Fotografía N°31*):



Fotografía N° 31. Instalación de la estación de monitoreo de Calidad de Aire.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados del proceso de monitoreo de Calidad de Aire Ambiental (*Cuadro N°29*). Los valores obtenidos corresponden al valor promedio de datos recolectados durante el monitoreo continuo de 1, 8 y 24 horas, respectivamente, en el punto monitoreado:

ÁREA DE MONITOREO:	CA-1. Garita de Ingreso	FECHA DE INICIO:	23/12/2019
		FECHA FINAL:	24/12/2019

PARÁMETRO	TIEMPO DE MEDICIÓN	UNIDAD	VALOR MONITOREO	VALOR LMP
Monóxido de Carbono	(8 horas)	ug/m3	231,77	10000
Ozono	(8 horas)	ug/m3	<20	100
Óxidos de Nitrógeno	(1 hora)	ug/m3	<5	200
Dióxido de Azufre	(24 horas)	ug/m3	<11	125
Material Particulado PM 10	(24 horas)	ug/m3	10,56	100
Material Particulado PM 2,5	(24 horas)	ug/m3	8,64	50

Cuadro N° 29. RESULTADOS DEL PROCESO DE MONITOREO AIRE

Elaborado por: Kuusa Soluciones Ambientales, diciembre 2019

Fuente: Laboratorio LABCESTTA, diciembre 2019

Como se observa en la todos los parámetros evaluados están bajo los límites máximos permisibles establecidos en el Numeral 4.1.2, del Anexo 4, del A.M. 097-A del Ministerio del Ambiente.

SUELO

Descripción del Monitoreo

El proceso de monitoreo se realizó el 11 de diciembre de 2019 en el Centro de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Romerillos, durante el desarrollo de esta actividad se contó con la presencia del personal responsable del Centro mencionado y del laboratorio ambiental LABCESTTA. El punto evaluado se encuentra definido dentro del Plan de Manejo Ambiental aprobado.

Las coordenadas del punto de monitoreo fueron tomadas con un GPS DATUM WGS84, y se detallan a continuación (*Cuadro N°30*):

CODIGO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE MUESTRA	COORDENADAS	
			DATUM WGS 84 ZONA 17S	
			ESTE	NORTE
S-2	Área de Compostaje	SUELO	766893	9933044

Cuadro N° 30. COORDENADAS DEL PUNTO DE MONITOREO SUELO

Elaborado por: Kuusa Soluciones Ambientales, diciembre 2019

Fuente: Laboratorio LABCESTTA, diciembre 2019

El muestreo de suelo se realizó en el área de compostaje, tal como se puede observar (*Fotografía N°32*):



Fotografía N° 32. Muestreo en el Área de Compostaje

Resultados

A continuación, se presentan los resultados del proceso de monitoreo de suelo (*Cuadro N°31*). Los valores obtenidos se comparan con los LMP's establecidos en la Tabla 1, del Anexo 2, del A.M. 097-A del Ministerio del Ambiente.

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR MONITOREO	CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO TABLA 1 – ANEXO 2 TULSMA
Calcio	(mg/Kg)	14345,10	N/E
Potasio	(mg/Kg)	6954,53	N/E
Magnesio	(mg/Kg)	2548,44	N/E
Zinc	(mg/Kg)	93,64	60
Hierro	(mg/Kg)	4523,8	N/E
Molibdeno	(mg/Kg)	0,57	5
Manganeso	(mg/Kg)	102,9	N/E
Boro	(mg/Kg)	21,41	1
Potencial Hidrogeno	Unidades de pH	6,49	6-8
Nitrógeno Total	%	<100	N/E
Fósforo Total	(mg/Kg)	4065,32	N/E
Azufre	(mg/Kg)	<10,20	250
Cloro	(mg/Kg)	0,16	N/E

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR MONITOREO	CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO TABLA 1 – ANEXO 2 TULSMA
N/E: No especifica la norma			

Cuadro N° 31. RESULTADOS DEL MONITOREO DEL PUNTO S-2 - SUELO

Fuente: Laboratorio LABCESTTA, diciembre 2019

Elaborado por: Kuusa Soluciones Ambientales, diciembre 2019

Con base en los resultados obtenidos del monitoreo de suelo del punto S-2 se determina que los parámetros evaluados cumplen con el criterio de calidad del suelo establecido en la Tabla 1, del Anexo 2, del A.M. 097-A del MAE; con la excepción de los parámetros Zinc y Boro, los cuales superan los valores de referencia del criterio de calidad de suelo antes mencionado.

RUIDO

Descripción del Monitoreo

El proceso de monitoreo se realizó el 23 y 30 de diciembre de 2019 en el Centro de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Romerillos, durante el desarrollo de esta actividad se contó con la presencia de personal técnico del proyecto y del laboratorio ambiental LABCESTTA. Los puntos evaluados se encuentran definidos dentro del Plan de Manejo Ambiental aprobado.

Las coordenadas de los puntos de monitoreo fueron tomadas con un GPS DATUM WGS84, y se detallan a continuación (*Cuadro N°32*):

CODIGO	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MUESTREO	COORDENADAS	
			DATUM WGS 84 ZONA 17S	
			ESTE	NORTE
RA-1	Parte Posterior de la Planta de Reciclaje	23-12-2019	766968	9932982
RA-2	Área de Disposición Final de Desechos	23-12-2019	766848	9933294
RA-1	Área de Disposición Final de Desechos (fase cuatro)	30-12-2019	766839	9933299

RA-2	Centro de Remediación Romerillos. Antiguo Botadero Quebrada La Unión	30-12-2019	766967	9932982
------	----------------------------------------------------------------------	------------	--------	---------

Cuadro N° 32. COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE MONITOREO RUIDO

Elaborado por: Kuusa Soluciones Ambientales, enero 2019

Fuente: Laboratorio LABCESTTA, diciembre 2019

La medición de Ruido Ambiental se realizó en la parte posterior de la planta de reciclaje, en el área de disposición final de desechos, en el área de disposición final de desechos (fase cuatro), y en la parte posterior de la planta de reciclaje tal como se puede observar a continuación (*Fotografía N°33*):



Fotografía N° 33. Muestreo de Medición de Ruido

Resultados

A continuación, se presentan los resultados del proceso de monitoreo de Ruido Ambiental (*Cuadro N°33*). Los valores obtenidos se comparan con los LMP's establecidos en la Tabla 1, del Anexo 5, del A.M. 097-A del Ministerio del Ambiente:

CÓD.	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MUESTREO	VALOR MONITOREO (dB)	LMP TULSMA Uso de Suelo Industrial (ID3 / ID4)
RA-1	Parte Posterior de la Planta de Reciclaje	23/12/2019	53,3	70
RA-2	Área de Disposición Final de Desechos	23/12/2019	65,7	
RA-1	Parte Posterior de la Planta de Reciclaje	30/12/2019	62,9	70

RA-2	Área de Disposición Final de Desechos	30/12/2019	51,5	
------	---------------------------------------	------------	------	--

Cuadro N° 33. RESULTADOS DEL PROCESO DE MONITOREO DE RUIDO

Elaborado por: Kuusa Soluciones Ambientales, diciembre 2019

Fuente: Laboratorio LABCESTTA, diciembre 2019

Con base en los resultados obtenidos del monitoreo de Ruido Ambiental se determina que el nivel de ruido de los puntos evaluados está bajo el LMP establecido en la Tabla 1, del Anexo 5, del A.M.097-A del Ministerio del Ambiente.

LIXIVIADOS

Descripción del Monitoreo

El proceso de monitoreo se realizó el 11 de diciembre de 2019 en el Centro de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Romerillos, durante el desarrollo de esta actividad se contó con la presencia de personal técnico del proyecto y del laboratorio ambiental LABCESTTA. Los puntos evaluados se encuentran definidos dentro del Plan de Manejo Ambiental aprobado

Las coordenadas de los puntos de monitoreo fueron tomadas con un GPS DATUM WGS84, y se detallan a continuación (*Cuadro N°34*):

CODIGO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS	
		DATUM WGS 84 ZONA 17S	
		ESTE	NORTE
L-1	Planta de tratamiento de lixiviados	766778	9933246
L-2	Piscina de lixiviados 1	766819	9933410
LX-1	Piscina de lixiviados	766807	9933399
LX-2	Planta de tratamiento de lixiviados	766782	9933246

Cuadro N° 34. COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE MONITOREO LIXIVIADOS

Fuente: Laboratorio LABCESTTA, diciembre 2019

Elaborado por: Kuusa Soluciones Ambientales, enero 2019

Es importante mencionar que, los lixiviados generados en el proyecto pasan por un proceso de tratamiento y luego son descargados a un pantano seco, el cual cuenta

con impermeabilización en la base y es el sitio donde finalmente son consumidos por las plantas.

En la planta de tratamiento de lixiviados se tomó la primera muestra compuesta, tal como se puede observar en las siguientes fotografías (*Fotografía N°34*).



Fotografía N° 34. Muestreo de Lixiviados en la Planta de Tratamiento

En la piscina de lixiviados se tomó la segunda muestra compuesta, tal como se puede observar en la siguiente fotografía (*Fotografía N°35*).



Fotografía N° 35. Muestreo de Lixiviados en la Piscina de Captación

Resultados

A continuación, se presentan los resultados del proceso de monitoreo de lixiviados

(Cuadro N°35 y 36). Los valores del monitoreo se evalúan con los LMP's establecidos en las Tablas 1, 2 y 3 del Anexo 1, del A.M. 097-A, del Ministerio del Ambiente, solo con fines comparativos, pues como ya se mencionó, los lixiviados no se descargan a un cuerpo receptor, se descargan hacia un pantano, que cuenta con impermeabilización en la base y el exceso se recircula hacia el relleno sanitario.

PARÁMETRO MONITOREO	UNIDAD	VALOR MONITOREO L-1	VALOR MONITOREO L-2	ANEXO 1 / A.M. 097-A DEL MAE CRITERIOS DE CALIDAD DEL AGUA		
				TABLA 1 CONSUMO HUMANO O DOMÉSTICO	TABLA 2 PRESERVACIÓN DE VIDA ACUTICA AGUA DULCE	TABLA 3 RIEGO AGRICOLA
DBO (5días)	mg/l	100	280	<2	20	N/E
DQO	mg/l	1860	3600	<4	40	N/E
Oxígeno disuelto	mg/l	1,5	0,7	N/E	>80	3
Potencial Hidrógeno	Unidades de PH	7,25	8,45	6-9	6,5-9	6-9
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	9508	14528	N/E	N/E	N/E
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	32	62	N/E	Max incremento de 10% de la condición natural	N/E
Sólidos Totales	mg/l	14100	21600	N/E	N/E	N/E
Tensoactivos	mg/l	2,10	1,50	N/E	0,5	N/E
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	<1,8	<1,8	1000	N/E	1000
Coliformes Totales	NMP/100 ml	1600000	11000000	N/E	N/E	N/E
Cadmio	mg/l	<0,004	<0,004	0,02	0,001	0,05
Níquel	mg/l	<0,05	0,19	N/E	0,025	0,02
Plomo	mg/l	0,02	<0,01	0,01	0,001	5
Zinc	mg/l	<0,25	0,38	N/E	0,03	2
Mercurio	mg/l	<0,001	<0,001	0,006	0,0002	0,001
Temperatura	°C	13,3	16,6	N/E	N/E	N/E

N/E: No Especifica la norma

Cuadro N° 35. RESULTADOS DEL PROCESO DE MONITOREO DE LIXIVIADOS 1

Elaborado por: Kuusa Soluciones Ambientales, diciembre 2019

Fuente: Laboratorio LABCESTTA, diciembre 2019

PARÁMETRO MONITOREO	UNIDAD	VALOR MONITOREO L-1	VALOR MONITOREO L-2	ANEXO 1 / A.M. 097-A DEL MAE CRITERIOS DE CALIDAD DEL AGUA		
				TABLA 1 CONSUMO HUMANO O DOMÉSTICO	TABLA 2 PRESERVACIÓN DE VIDA ACUTICA AGUA DULCE	TABLA 3 RIEGO AGRICOLA
DBO (5días)	mg/l	450	300	<2	20	N/E
DQO	mg/l	4080	3920	<4	40	N/E
Oxígeno disuelto	mg/l	0,7	0,5	N/E	>80	3

PARÁMETRO MONITOREO	UNIDAD	VALOR MONITOREO L-1	VALOR MONITOREO L-2	ANEXO 1 / A.M. 097-A DEL MAE CRITERIOS DE CALIDAD DEL AGUA		
				TABLA 1 CONSUMO HUMANO O DOMÉSTICO	TABLA 2 PRESERVACIÓN DE VIDA ACUTICA AGUA DULCE	TABLA 3 RIEGO AGRICOLA
Potencial Hidrógeno	Unidades de PH	8,42	8,43	6-9	6,5-9	6-9
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	13208	14552	N/E	N/E	N/E
Sólidos Suspendedos Totales	mg/l	8	36	N/E	Max incremento de 10% de la condición natural	N/E
Sólidos Totales	mg/l	13218	14590	N/E	N/E	N/E
Tensoactivos	mg/l	0,042	0,046	N/E	0,5	N/E
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	<1,8	<1,8	1000	N/E	1000
Coliformes Totales	NMP/100 ml	14000	<1,8	N/E	N/E	N/E
Cadmio	mg/l	<0,004	<0,004	0,02	0,001	0,05
Níquel	mg/l	0,18	0,19	N/E	0,025	0,02
Plomo	mg/l	<0,01	0,0115	0,01	0,001	5
Zinc	mg/l	<0,25	0,32	N/E	0,03	2
Mercurio	mg/l	<0,001	<0,001	0,006	0,0002	0,001
Temperatura	°C	17,0	16,8	N/E	N/E	N/E

N/E: No Especifica la norma

Cuadro N° 36. RESULTADOS DEL PROCESO DE MONITOREO DE LIXIVIADOS 2

Elaborado por: Kuusa Soluciones Ambientales, diciembre 2019

Fuente: Laboratorio LABCESTTA, diciembre 2019

Con base en los resultados obtenidos del monitoreo de lixiviados de la muestra L-1 se determina que los parámetros evaluados cumplen con los diferentes criterios de calidad establecidos en el Anexo 1 del A.M. 097-A; con la excepción de los parámetros DQO, DBO, oxígeno disuelto y tensoactivos, los cuales registran una desviación con respecto de los valores de referencia establecidos en al menos 1 de los criterios de la normativa mencionada.

De igual manera, en el punto L-2 se determina que los parámetros evaluados cumplen con los diferentes criterios de calidad establecidos en el Anexo 1 del A.M. 097-A; con la excepción de los parámetros DQO, DBO, oxígeno disuelto, níquel y tensoactivos, los cuales registran una desviación con respecto de los valores de referencia establecidos en al menos 1 de los criterios de la normativa mencionada.

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN MEJÍA

Una vez que se realizó un diagnóstico a toda la **GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS** del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía se pudo identificar los puntos críticos dentro de las etapas operativas y conocer varias falencias y problemas existentes, muchos de estos debido a la estructura organizacional en la que actualmente se maneja el Municipio y otros por temas técnicos, económicos y administrativos.

A continuación se describirá los problemas detectados en cada una de las etapas y se planteará una propuesta metodológica para mejorar los procesos de la GIRS en el Cantón Mejía

PROPUESTA METODOLÓGICA DE MEJORA PARA LA ETAPA DE GENERACIÓN

➤ PROBLEMAS IDENTIFICADOS

En esta etapa se detectó que los datos proporcionados por el GAD MUNICIPAL DE MEJÍA no se encuentran actualizados en los parámetros fundamentales como son la, proyección poblacional, generación per cápita de residuos, cantidad de residuos a recolectar y caracterización de residuos.

Se detectó que la báscula del Centro de Reciclaje Romerillos, área donde se registra la generación diaria de residuos del Cantón Mejía, funciona únicamente de lunes a viernes mientras que el sistema de recolección labora de lunes a domingo con lo que se detectó una fuga de datos los fines de semana.

➤ PROPUESTA DE MEJORA

Calculo de Proyección Poblacional

Para la proyección de la población se utilizó el método geométrico según la siguiente ecuación (Tchobanoglous et al., 1994; citado por Lucero y Viñamagua, 2016).

$$Pf = Pa(1 + r)n$$

Dónde:

Pf= población futura

Pa= población actual

n= periodo de diseño (económico)

r= crecimiento o factor de crecimiento de 1.95% para el Cantón Mejía (INEC, 2010)

A continuación se presenta la proyección poblacional para el Cantón Mejía desde el año 2010 hasta el año 2030 (*Cuadro N°37*).

PROYECCIÓN POBLACIONAL 2010 – 2030 DEL CANTÓN MEJÍA			
AÑO	POBLACIÓN	AÑO	POBLACIÓN
2010	84.011	2021	110.719
2011	86.299	2022	113.293
2012	88.623	2023	115.889
2013	90.974	2024	118.508
2014	93.353	2025	121.146
2015	95.759	2026	123.801
2016	98.193	2027	126.474
2017	100.650	2028	129.165
2018	103.132	2029	131.868
2019	105.637	2030	134.587
2020	108.167		

Cuadro N° 37. PROYECCIÓN POBLACIONAL 2010 - 2030
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: INEC 2010

Cálculo de Generación Per cápita

Para el cálculo de la proyección per cápita se utilizó según la siguiente ecuación (NMX-AA-61, 1985; citado en Castillo, 2012).

$$PPC = \frac{Pw}{Np}$$

Donde:

PPC= producción per cápita (kg/hb*día)

Pw = peso diario de residuos (kg/día)

Np = número de población (hab)

A continuación se presenta la proyección de la generación per cápita del Cantón Mejía desde el año 2016 hasta el año 2020 (*Cuadro N°38*).

GENERACIÓN PER CÁPITA DE RESIDUOS SÓLIDOS, CANTÓN MEJÍA			
AÑO	Pw (ton/día)	Np (hab)	PPC (kg/hab/día)
2016	49,84	98.193	0,51
2017	51,43	100.650	0,51
2018	55,13	103.132	0,53
2019	58,28	105.637	0,55
2020	61,95	108.167	0,57

Cuadro N° 38. GENERACIÓN PER CÁPITA
Elaborado por: Elaboración Propia
Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

Cantidad de residuos a recolectar

Para calcular la cantidad de residuos que se debe recolectar utilizaremos la siguiente formula y lo proyectaremos para la semana, mes y año. (Sakurai, 1983; citado en Sandoval, 2004)

$$Qr = \frac{Np * PPC * \%Cobertura}{1000}$$

Donde:

Qr = cantidad de residuos a recolectar (Ton/día)

Np = número de población (hab)

PPC = producción per cápita (kg/hb*día)

$\% Cobertura$ = porcentaje de cobertura del sistema de recolección (%)

$$Qr = \frac{108.167 * 0,57 * 0.9}{1000}$$

$$Qr = 55,49 \text{ Ton/día}$$

- Cantidad de residuos a recolectar por semana:

$$Qrs = Qr \times 7 \text{ días}$$

$$Qrs = 55,49 * 7$$

$$Qrs = 388,43 \text{ Ton/semana}$$

- Cantidad de residuos a recolectar por mes:

$$Qrm = Qrs \times 4 \text{ semanas}$$

$$Qrm = 388,43 * 4$$

$$Qrm = 1553,72 \text{ Ton/mes}$$

- Cantidad de residuos a recolectar por año:

$$Qra = Qrm \times 12 \text{ meses}$$

$$Qra = 1553,72 * 12$$

$$Qra = 18644,64 \text{ Ton/año}$$

Caracterización de Residuos

Para la caracterización de residuos se empleó la metodología de pesaje total (Castillo y Torsten, 2014), realizando una diferencia entre el peso de entrada y el peso de salida de cada camión recolector, proceso que se llevó a cabo diariamente durante un mes, desde el 13 de mayo al 13 de junio del 2019, considerando los días laborables (de lunes a viernes) y los horarios de 8H00 – 16H00 horas, se empleó la báscula ubicada al ingreso del relleno sanitario, Marca Metler Toledo, modelo IHD810, serie 0134824-6MJ con una precisión de $\pm 0,5$ Kg y capacidad de 80 toneladas.

En este rango de tiempo también se registraron los pesos diarios de la materia orgánica e inorgánica aprovechada en Centro de Reciclaje Romerillos.

En este rango de tiempo se tomó una muestra representativa de 1 camión/día por 5 días del 3 al 7 de junio del 2019. Se siguió la metodología del Dr. Kinutoshi Sakurai (CEPIS-OPS, 2004) que se describe a continuación:

- a) Se localiza un área amplia, limpia y despejada que sea de fácil acceso para que el camión recolector proceda a la descarga de los residuos.
- b) Una vez realizada la descarga se realiza la homogenización de los residuos, que consiste en abrir todas las fundas de basura y esparcir su contenido.
- c) Posteriormente se inicia con el proceso de cuarteo, considerando la norma (SECOFI, 1985), se realizó un total de cuatro cuarteos con la ayuda de maquinaria pesada, excavadora JCB JS200 del Centro de Reciclaje, hasta obtener una muestra cercana a 50 Kg.
- d) Se realiza la clasificación de los subproductos de la muestra representativa, de acuerdo a las siguientes clasificaciones, SAKURAI (*Cuadro N°39*) y SPI-NTE INEN (*Cuadro N°40*).

N°	Clasificación de Materiales
1	Papel y cartón
2	Textiles
3	Madera y Follaje
4	Restos Alimenticios
5	Plástico, Caucho y Cuero
6	Metales
7	Vidrios
8	Otros

Cuadro N° 39. CATEGORÍAS DE CLASIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS
Elaborado por: Elaboración Propia
Fuente: SAKURAI, 1982

N°	Clasificación de Plásticos
1	HDPE
2	PS
3	LDPE
4	PVC
5	PP
6	PET
7	Otros

Cuadro N° 40. CATEGORÍAS DE CLASIFICACIÓN DE PLÁSTICOS
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: SPI-NTE INEN 2634, 2012

e) Se procede al pesaje y registro de cada uno los subproductos mediante la balanza electrónica Marca Toro Rey, serie AX022 y una precisión de \pm 420 g y capacidad 500 Kg.

f) Se calcula el porcentaje de participación de cada subproducto en la muestra, mediante la ecuación de cálculo del porcentaje de participación de cada subproducto (SECOFI, 1985).

$$\%Subproducto = \frac{\text{peso del subproducto considerado}}{\text{peso total de la muestra}} * 100$$

g) Las muestras representativas de cada camión de basura que participó en la caracterización fueron de un peso promedio de 55 ± 10 Kg y los resultados de la composición de residuos de estas muestras se detalla en los siguientes cuadros resumen (*Cuadros N°41, 42, 43, 44 y 45*) y (*Grafico N°8 y 9*).

Materiales clasificados (Sakurai, 1982)	Cantidad (kg)	%
Papel y cartón	6,90	10,73
Textiles	1,50	2,33
Madera y Follaje	0,35	0,54
Restos Alimenticios	33,60	52,26
Plástico, Caucho y Cuero	13,65	21,23
Metales	0,35	0,54
Vidrios	2,65	4,12
Otros	5,30	8,24
TOTAL	64,30	100,00

Cuadro N° 41. CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS (SAKURAI, 1982)

Elaborado por: Elaboración Propia
Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

Tipo de residuo	Cantidad (kg)	%
Papel	2,10	3,27
Cartón	4,80	7,47
TOTAL	6,90	10,73

Cuadro N° 42. CARACTERIZACIÓN ESPECIFICA 1

Elaborado por: Elaboración Propia
Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

Tipos de plásticos clasificados (SPI - NTE INEN 2634, 2012)		Cantidad (kg)	%
Fundas de leche	HDPE	2,30	3,58
Tarrinas	PS	1,30	2,02
Fundas plásticas comunes y envolturas	LDPE	6,25	9,72
botellas PP	PP	0,45	0,70
botellas PET	PET	1,82	2,83
Plástico común	OTROS	0,00	0,00
TOTAL		12,12	18,85

Cuadro N° 43. CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS (SPI - NTE INEN 2634, 2012)

Elaborado por: Elaboración Propia
Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

Material Clasificado	Cantidad (kg)	%
Plástico	12,12	18,85
Caucho y Cuero	1,53	2,38
TOTAL	13,65	21,23

Cuadro N° 44. CARACTERIZACIÓN ESPECIFICA 2

Elaborado por: Elaboración Propia
Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

Tipo de Residuo	Cantidad (Kg)	Cantidad (%)
Orgánico	33,95	52,80
Inorgánico	30,35	47,20
TOTAL	64,30	100

Cuadro N° 45. CARACTERIZACIÓN GENERAL DE RESIDUOS

Elaborado por: Elaboración Propia
Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

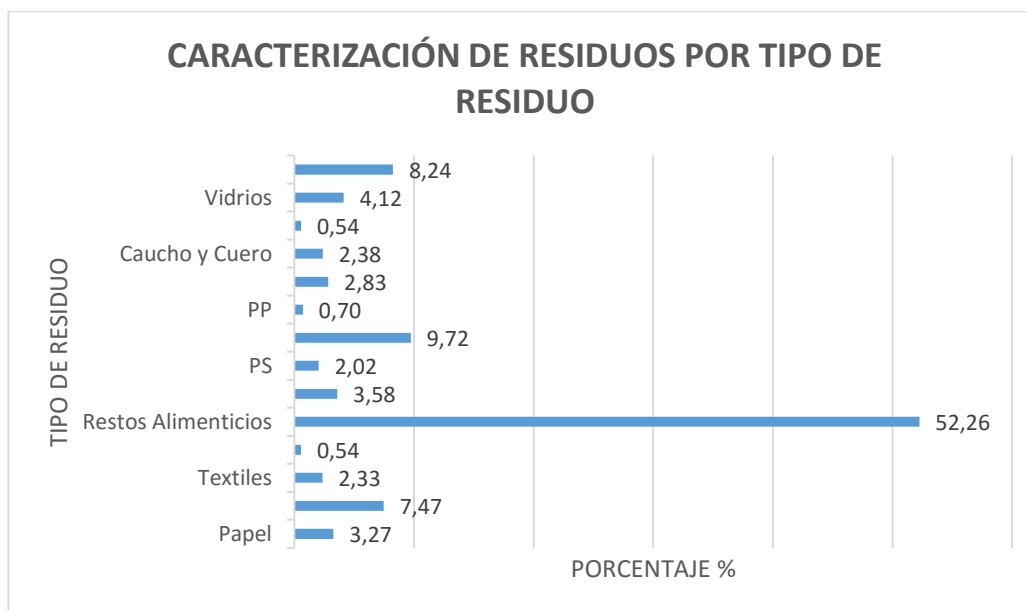


Gráfico N° 8. CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS POR TIPO DE RESIDUO

Elaborado por: Elaboración Propia
Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

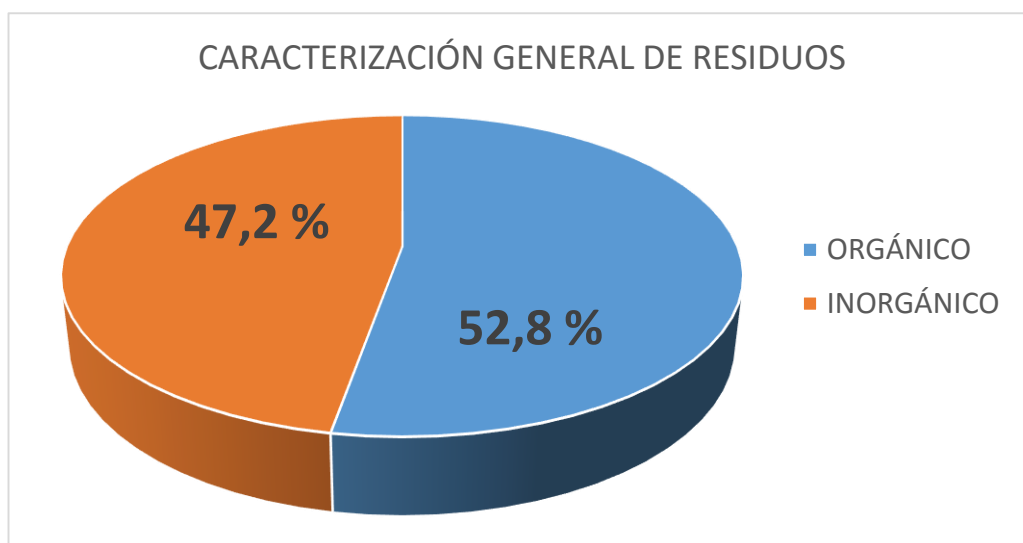


Gráfico N° 9. CARACTERIZACIÓN GENERAL DE RESIDUOS
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

PROPUESTA METODOLÓGICA DE MEJORA PARA LA ETAPA DE ALMACENAMIENTO

➤ **PROBLEMAS IDENTIFICADOS**

Dentro de los problemas detectados se pudo evidenciar que la gente no dispone de tachos adecuados para el almacenamiento de los residuos, ni tampoco realiza una adecuada separación de los mismos en la clasificación más básica que sería orgánicos e inorgánicos lo que dificulta las tareas de recolección, tratamiento y reciclaje.

Se identificó también que la gente no respeta los horarios de recolección y saca la basura fuera de los mismos, lo que ocasiona que los perros callejeros y minadores informales boten los tachos y rompan las fundas provocando una dispersión de los residuos y por ende se produzca un foco de contaminación.

➤ **PROPUESTA DE MEJORA**

Calculo de volumen almacenamiento temporal domiciliario

Para calcular el volumen necesario para el almacenamiento temporal de residuos domiciliarios se aplicó la siguiente ecuación (SEDESOL, 2001).

$$V = \frac{G * n}{PV} * fr * 1000$$

Dónde:

V= Volumen del recipiente (L)

G= Generación de residuos por habitante (kg/hab*día)

n= Número de habitantes en el domicilio.

PV= Peso Volumétrico de los residuos (Kg/m³), (Cuadro N°46).

ETAPA	PESO VOLUMETRICO (Kg/m ³)
Basura suelta en el recipiente	200
Basura compactada en el camión recolector	500
Basura suelta descargada en el relleno	400
Basura recién rellenada y compactada	600
Basura estabilizada en el relleno 2 años después	900

Cuadro N° 46. PESO VOLUMETRICO DE LA BASURA

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: SEDESOL, 2001

fr= Factor de frecuencia de recolección, el factor de frecuencia se determinó de acuerdo al siguiente cuadro (Cuadro N°47).

Frecuencia de Recolección	Factor (fr)
Diaria	1
Cada tercer día	2
Tres veces por semana	3
Dos veces por semana	4
Una vez a la semana	7

Cuadro N° 47. FACTOR DE FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: SEDESOL, 2001

$$V = \frac{0.57 * 4}{200} * 2 * 1000$$

$$V = 22,8 L$$

El almacenamiento temporal domiciliario consistirá en la utilización de dos tachos plásticos para el almacenamiento diferenciado de residuos orgánicos de color verde e inorgánico de color negro respectivamente (*Fotografía N°36*).



Fotografía N° 36. Tachos de 25 L para recolección diferenciada

Los costos de adquisición de los recipientes de almacenamiento temporal domiciliario serán asumidos por la población, por lo cual se procedió a definir los siguientes parámetros:

- **Volumen:** se determinó el volumen requerido de los tachos plásticos usando los datos correspondientes a generación por habitante diaria y peso volumétrico domicilio, obteniéndose un volumen de 22,8 L por tacho.
- **Costo:** en cuanto a costos de los tachos plásticos se han establecido de acuerdo a los disponibles en el mercado para 25 L de capacidad, encontrándose en el rango de 10,50 USD a 12,50 USD.
- **Tiempo de vida útil:** se ha previsto un tiempo de vida útil de 5 años.

PROPUESTA METODOLÓGICA DE MEJORA PARA LA ETAPA DE BARRIDO

➤ PROBLEMAS IDENTIFICADOS

En esta etapa se identificó que gran parte del personal de barrido se encuentra realizando un trabajo sobredimensionado, pues las rutas que deben desarrollar están

entre 1.1 km y 5,5 km y según los encargados de esta etapa de gestión el rendimiento de los barrenderos es de 3.2 km/barrendero/día que es muy superior a lo que recomienda la Organización Panamericana de la Salud (OPS) que es de 1 a 2 km/barrendero/día.

Además, se pudo identificar que a pesar de que el GAD Municipal del Cantón Mejía dota de todos los equipos básicos de protección personal y ropa de trabajo a los barrenderos, estos no le dan un uso adecuado lo que causa una mala imagen a la Institución.

➤ **PROPUESTA DE MEJORA**

Según el documento “Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe”, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) menciona que en la mayoría de las ciudades latinoamericanas el rendimiento del personal de barrido manual es de 1.0 a 2.0 km/barrendero/día de calle (y de 2.0 a 4.0 km de cuneta), se recogen de 30 a 90 kg de basura por kilómetro barrido y se requieren entre 0.4 y 0.8 barrenderos por cada 1 000 habitantes, dependiendo del apoyo del barrido mecánico, de la proporción de calles pavimentadas y no pavimentadas, del grado de dificultad del barrido y de la educación y cooperación de la comunidad.

Frecuencia y rutas adecuadas de Barrido

Como lo establece el COA, los gobiernos autónomos municipales y metropolitanos, deberán garantizar la prestación del servicio de barrido y limpieza de residuos y desechos sólidos no peligrosos en áreas y vías públicas, considerando la alternativa óptima de acuerdo a las características del cantón, incluyendo, pero no limitado a coberturas, rutas, frecuencias, horarios y tecnología.

Se recomienda tomar en cuenta los parámetros del siguiente cuadro para una reestructuración de rutas y horarios, pues como se encuentra el sistema actualmente en el GAD Municipal de Mejía en la etapa de barrido existe personal que realiza sobrecarga laboral y a futuro puede traer consecuencias en la salud de los barrenderos (*Cuadro N°47*).

Sector de la Población	Barrido óptimo	Barrido mínimo
Calles comerciales, zona central y mercados	5 Veces	1
Calles principales, zona central	2 Veces/día	1
Calles comerciales sub-urbana	2 Veces/día	1
Calles secundarias y zona central	1 Vez/día	1
Calles principales suburbanas	1 Vez/día	1
Calles residenciales, zona de bajos ingresos	3 Veces/Semana	2
Calles residenciales, zona de altos ingresos	1 Vez/Semana	1

Cuadro N° 48. FRECUENCIA DE BARRIDO

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: Organización Panamericana de la Salud, OPS

Cálculo de rendimientos y propuesta de Barrido

A continuación, se muestran las longitudes de barrido y personal asignado a cada ruta que realiza este servicio en rutas fijas (*Cuadro N°49*) y adicionales (*Cuadro N°50*).

RUTAS FIJAS Y DIARIAS	LONGITUD (km/día)	PERSONAL ASIGNADO (barrendero)
1	2	1
2	1,6	1
3	2,1	1
4	2,2	1
5	2,1	1
6	2,6	1
7	2,1	1
TOTAL	14,7	7
RENDIMIENTO	2.1 km/barrendero/día	

Cuadro N° 49. RENDIMIENTO DE BARRIDO EN RUTAS FIJAS

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

RUTAS ADICIONALES	LONGITUD (km/día)	PERSONAL ASIGNADO (barrendero)
Ruta Mariana de Jesús - La Forestal - Los Andes- El Camal	4,2	1
Ruta Hno. Miguel y final Av. Amazonas	2,4	1
Ruta Juan Pablo II calle Barriga, Sector la Primavera	3,5	1
Ruta Ocasional Barrio la Primavera	2,5	1
Ruta Coliseo y Polideportivo	1,1*	0,5
Ruta Complejo Deportivo, transversales y longitudinales	5,5	1
Ruta final Av. Pablo Guarderas, transversales y longitudinales	1,1*	0,5
Ruta Barrio los Ilinizas	4,3	1
Ruta Plaza de Ganado	3,2	1
TOTAL	27,8	8
RENDIMIENTO	3,5 km/barrendero/día	
*ruta realizada por la misma persona		

Cuadro N° 50. RENDIMIENTO DE BARRIDO EN RUTAS ADICIONALES
Elaborado por: Elaboración Propia
Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

Actualmente bajo el sistema que funciona se realiza un barrido de 14,7 km con 7 barrenderos en RUTA DIARIA y 27,8 km con 8 barrenderos en RUTA ADICIONAL, lo que corresponde a que se está barriendo un total de 42,5 km con 15 personas que equivale a un rendimiento de 2,8 km/barrendero/día.

Para cubrir el total de barrido que es de 42,5 km y para cumplir con las recomendaciones de la OPS necesitaríamos contratar a 6 nuevos barrenderos o redistribuir y reajustar las rutas para que estas sean equitativas en longitud y tiempo, y para los horarios de barrido se debería considerar las horas picos de tránsito peatonal y zonas de afluencia.

Para el tema del uso adecuado de los EPP y ropa de trabajo se recomienda que los encargados de barrido realicen una supervisión permanente a los trabajadores para mejorar la imagen de la institución y lograr que los rendimientos y metas se cumplan a cabalidad.

PROPUESTA METODOLÓGICA DE MEJORA PARA LA ETAPA DE RECOLECCIÓN

➤ PROBLEMAS IDENTIFICADOS

Se identificó que las rutas establecidas en el Cantón Mejía no se pueden cubrir en su totalidad con el actual parque automotor que cuenta la Dirección de Servicios Públicos, pues no cuentan con el número suficiente de vehículos para satisfacer la demanda y muchos de los que se encuentran operativos ya cumplieron su vida útil.

Además, se pudo detectar que el actual diseño de las rutas de recolección, no se enmarcan en un principio de macro rutas y micro rutas, que establecen los sistemas de recolección modernos, los cuales son manejados de una forma técnica para llegar al objetivo de optimizar costos y brindar un mejor servicio a la comunidad.

➤ PROPUESTA DE MEJORA

Cambio de recolectores por cumplir su vida útil

Según el Reglamento de Administración y Control de Bienes del Sector Público No. 041-CG-2017 emitido por la Contraloría General del Estado se menciona que la vida útil para Maquinaria y Equipo Pesado es de 10 años.

A continuación se detalla el estado actual del parque automotor del sistema de recolección del GAD Municipal del Cantón Mejía (*Cuadro N°51*).

ESTADO DE LA FLOTA DE RECOLECTORES					
NÚMERO	MARCA	AÑO	ESTADO	VIDA ÚTIL	RECOMENDACIÓN
2	INTERNACIONAL	2004	MALO	16 AÑOS	CAMBIO
4	HINO	2008	REGULAR	12 AÑOS	CAMBIO
2	HINO	2014	BUENO	6 AÑOS	MANTENIMIENTOS

1	HINO	2017	BUENO	3 AÑOS	MANTENIMIENTOS
1	HINO	2019	BUENO	1 AÑO	MANTENIMIENTOS

Cuadro N° 51. ESTADO DE LA FLOTA DE RECOLECTORES

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: DIRECCIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

De los 10 vehículos recolectores que forman parte de la flota de recolección, únicamente 4 se encuentran en buenas condiciones a los cuales se les debe dotar de un plan integral de mantenimientos preventivos y correctivos, los otros 6 se encuentran en regular y mal estado, se recomienda realizar un cambio de unidades para poder ejecutar los trabajos de acuerdo a una planificación establecida, ya que muchos de ellos sufren de daños mecánicos constantes, debido a que cumplieron su vida útil y que impiden un adecuado servicio de recolección de desechos y causan molestias a la comunidad.

Calculo del número ideal de recolectores y modelamiento de recolección

Para realizar el cálculo del número ideal de recolectores para el Cantón Mejía se utilizó el software HIGIENE URBANA (<https://higieneurbana.com>), en el cual se procedió a ingresar todas las variables solicitadas, estas fueron calculadas o consultadas previamente en las Direcciones respectivas.

MODELAMIENTO DE RECOLECCIÓN A PIE DE VEREDA CON EL SOFTWARE HIGIENE URBANA

- Ingresamos los datos solicitados población y PPC como se observa en la siguiente imagen (*Imagen N°15*).

INGRESO DE DATOS

Población (hab)

PPC (Kg*hab/día)

Imagen N° 15. INGRESO DE DATOS
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: HIGIENE URBANA

- Añadimos la variables % cobertura y % de rutas en horario diurno o nocturno (*Imagen N°16*).

RESULTADO DIMENSIONAMIENTO


Parámetro	Valor	Unidad
Población	108.167	hab
PPC	0,57	kg*hab/día
Jornada *	8	h
Cobertura	90	%
Contenerizado	0	%
Rutas diurnas	100	%
Volumen recolector	Recolector de carga posterior, eje simple: 20Yd3 (15,29m3)	
Capacidad de compactación *	550	Kg/m3
Capacidad de carga	8.4	t

Imagen N° 16. RESULTADO DIMENSIONAMIENTO, Variables.
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: HIGIENE URBANA

- Consideramos los días laborables de recolección (*Imagen N°17*).

Turno	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb
☀ Diurno (t/turno)	83	83	55	55	55	55
🌙 Nocturno (t/turno)	0	0	0	0	0	0
🗑 Total (t/día)	83	83	55	55	55	55

Para el cálculo se considera frecuencias interdiarias: 1) Lun - Mié - Vier y 2) Mar - Jue - Sáb; en dos horarios: diurno y nocturno.

Imagen N° 17. RESULTADO DIMENSIONAMIENTO, Recolección por día.
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: HIGIENE URBANA

- Añadimos el número de viajes por ruta (*Imagen N°18*).

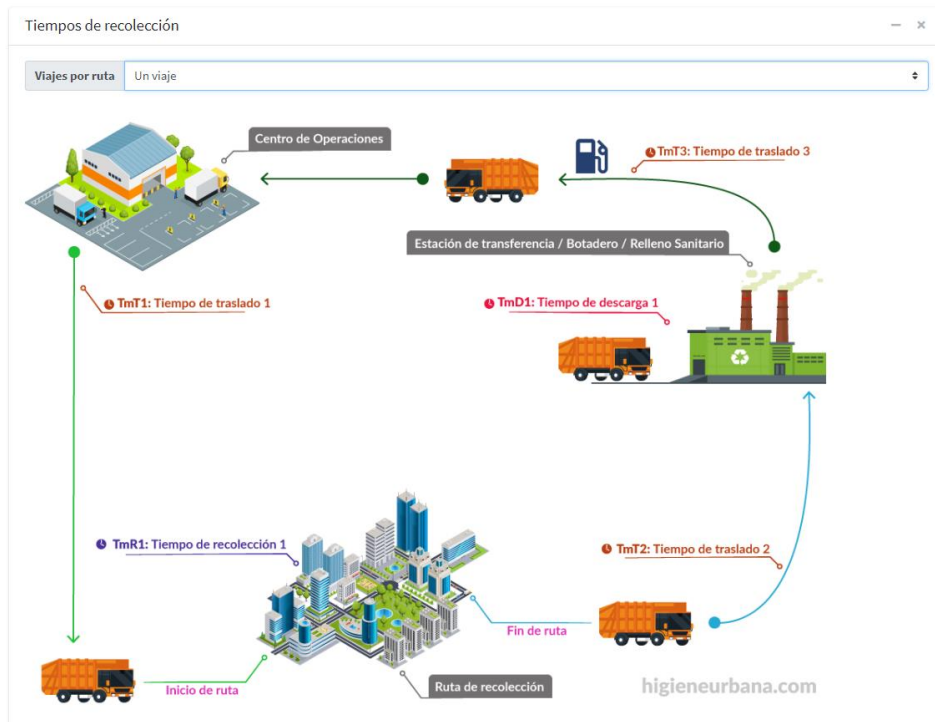


Imagen N° 18. RESULTADO DIMENSIONAMIENTO, Viaje por ruta.
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: HIGIENE URBANA

- Colocamos los tiempos del proceso de recolección (*Imagen N°19*).

Descripción	Tiempo promedio (minutos)
a) ⌚ TmT1: Tiempo de traslado 1 * Es el tiempo transcurrido desde que la unidad sale del centro de operaciones hasta el inicio de la ruta o primer viaje.	50
b) ⌚ TmR1: Tiempo de recolección 1 ** Corresponde al tiempo requerido para llenar la unidad a su capacidad nominal.	194
c) ⌚ TmT2: Tiempo de traslado 2 * Es el tiempo desde que le toma al recolector llegar a la estación de transferencia, botadero o relleno sanitario, para descargar los residuos recolectados en el primer viaje.	30
d) ⌚ TmD1: Tiempo de descarga 1 * Es el tiempo utilizado para la descarga de los residuos recolectados del primer viaje.	12
e) ⌚ TmT3: Tiempo de traslado 3 * Es el tiempo transcurrido desde que la unidad sale de la última descarga hacia el centro de operaciones, en este tiempo se incluye el tiempo de carga de combustible.	60
⚠ Tiempo total: Traslados (140 min) + Recolección (194 min) + Descarga (12 min) + Tiempo muerto (134 min)	480

** Tiempos calculados para rutas de un viaje, con recolector de carga posterior de eje simple

Imagen N° 19. RESULTADO DIMENSIONAMIENTO, Tiempo de recolección.

Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: HIGIENE URBANA

- El software nos emite la cantidad de toneladas por viaje y el número de rutas (*Imagen N°20*).

Recolección por viaje	Peso (t)
🗑️ Primer viaje	8.4
🗑️ Segundo viaje	0.0
🗑️ Recolección total por ruta	8.4

Rutas	Cantidad
☀️ Rutas diurnas	10
🌙 Rutas nocturnas	0
🗑️ Total rutas	10

Cantidad de rutas calculadas al 100% en turno diurno

Imagen N° 20. RESULTADOS, Rutas.

Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: HIGIENE URBANA

- El programa entrega como resultado el número de recolectores necesarios, personal operativo necesario y costos de operación (*Imagen N°21*).

Recursos	
Maquinaria	Cantidad
% Factor de seguridad * <small>Al contar con maquinaria de reserva en caso de vehículos en: reparación, mantenimiento o siniestros; permite cumplir con la atención oportuna de las rutas en los horarios y frecuencias programados.</small>	10
Recolectores de carga posterior de eje simple	11
Personal operativo	Cantidad
Conductores	10
# Cantidad de ayudantes por recolector *	3
Ayudantes de recolección	30

Costos operativos	
Detalle	Valor
Costo por tonelada (\$/t) <small>Incluye costo de maquinaria 23.46 \$/t (31.4%), mantenimiento 29.33 \$/t (39.3%), y personal operativo 21.90 \$/t (29.3%), basado en una vida útil de 5 años.</small>	74.69

Imagen N° 21. RESULTADOS, Recursos y Costos operativos.
Elaborado por: Elaboración Propia
Fuente: HIGIENE URBANA

Propuesta de diseño de rutas de recolección

La recolección y transporte de los residuos debe analizarse desde dos puntos de vista:

- **MACRO RUTEO**, consiste en dividir la ciudad en áreas de recolección homogéneas, para lo cual se utiliza un plano de la misma (*Imagen N°22*).



Imagen N° 22. ESQUEMA DE MACRO RUTEO
Elaborado por: Consultoría GAD MUNICIPAL DE MEJÍA
Fuente: OPS

A continuación se presenta una propuesta de Macro Rutas de recolección para el Cantón Mejía (*Cuadro N°52*).

MACRO RUTAS PROPUESTAS DE RECOLECCIÓN PARA EL CANTÓN MEJÍA				
MACRO RUTAS			FRECUENCIA	TIPO DE RECOLECCIÓN
MACHACHI	CENTRO ORIENTAL	1	INTER DIARIA	DIFERENCIADA
	CENTRO OCCIDENTAL	2	INTER DIARIA	DIFERENCIADA
	SUR ORIENTAL	3	INTER DIARIA	NO DIFERENCIADA
	RUTA ALTERNA		INTER DIARIA	NO DIFERENCIADA
ALOASÍ		4	DIARIA	NO DIFERENCIADA
UYUMBICHO		5	DIARIA	NO DIFERENCIADA
ALOAG		6	DIARIA	NO DIFERENCIADA
TAMBILLO		7	DIARIA	NO DIFERENCIADA
EL CHAUPI		8	DIARIA	NO DIFERENCIADA
CUTUGLAGUA		9	DIARIA	NO DIFERENCIADA
MANUEL CORNEJO ASTORGA	TANDAPI	10	2 VECES POR SEMANA	NO DIFERENCIADA
	HACINAMIENTOS Y MERCADOS		INTER DIARIA	NO DIFERENCIADA

Cuadro N° 52. MACRO RUTAS PROPUESTAS DE RECOLECCIÓN

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

- **MICRO RUTEO**, que se refiere a la trayectoria que debe seguir el vehículo de recolección dentro del área de recolección, para lo cual se utiliza un plano de la misma (*Imagen N°23*).

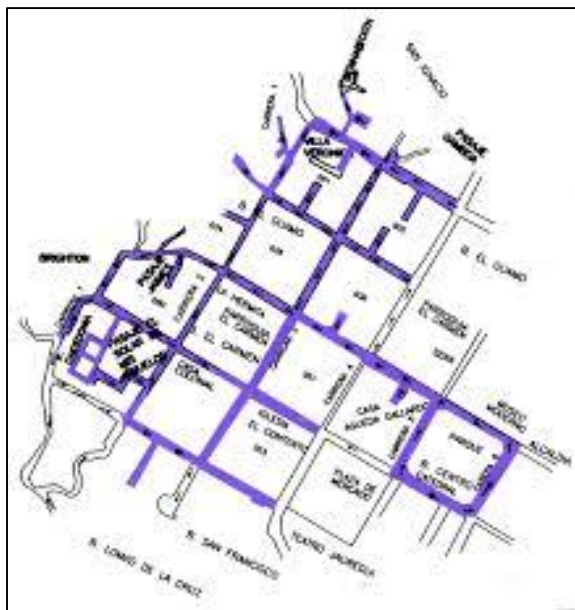


Imagen N° 23. ESQUEMA DE MICRO RUTEO
 Elaborado por: Consultoría GAD MUNICIPAL DE MEJÍA
 Fuente: OPS

Para realizar el micro ruteo para un sistema de recolección se requiere de mayor detalle y una serie de variables como se detalla a continuación (*Cuadro N°53*).

VARIABLES A CONSIDERAR PARA EL SISTEMA DE MICRORUTEO	
CARACTERÍSTICAS POBACIONALES	Población y Proyecciones
	Cobertura de recolección actual
	Densidad poblacional
CARACTERÍSTICAS DE LA CIUDAD	Vialidad
	Características topográficas
	Tráfico vehicular
	Zonificación
	Climatología
CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS	Producción
	Densidad Específico
	Composición
CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO	Frecuencia
	Rendimiento
	Cobertura

	Cuadrillas
	Horarios
	Sistema de almacenamiento
	Presentación de desechos
	Jornada de trabajo
	Punto de disposición
EQUIPO DISPONIBLE	Cantidad por tipo y capacidad
	Operación del equipo

Cuadro N° 53. VARIABLES A CONSIDERAR PARA EL SISTEMA DE MICRORUTEO
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: OPS

Para el diseño de micro rutas se recomienda coordinar con los presidentes de las juntas parroquiales, presidentes barriales y moradores, para diseñar y actualizar los puntos de generación ya que ellos son los principales actores en territorio y el propósito de este diseño es llegar al mayor porcentaje de cobertura de recolección de desechos.

A continuación (*Cuadro N°54*), se presenta un ejemplo de micro ruta para la macro ruta **N° 2 MACHACHI CENTRO OCCIDENTAL**

DIRECCIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS							
RUTA INTER DIARIA DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS							
VEHÍCULO ASIGNADO	RECOLECTOR N° 14						
MARCA	HINO GH	PLACA	PMA-2232	COLOR	BLANCO	AÑO	2008
CONDUCTOR	Sr. Fabián Velásquez						
RUTA	Centro Occidental de Machachi						
TIPO	Carga Posterior	HORARIO	7h00 a 15h00	FRECUENCIA	5 días x semana		
CAPACIDAD	15291 m ³	Lunes, Miércoles y Viernes		Desechos Inorgánicos			
COMPACTADOR	SI	Martes y Jueves		Desechos Orgánicos			
NOTA: RECOLECTOR DE RUTA DIFERENCIADA							

DISTANCIA RECORRIDA km	47	Nº viajes/día	1 viaje	TOTAL RECOLECTADO Ton/ruta	8 Ton/ruta
SECTORES					
LUNES recolección de basura en los siguientes sectores: INORGANICOS Barrios: Los Ilinizas, calle Barriga, El Chan; Nuevo Terminal; calle González Suárez; Parque central; Av. Amazonas; calle Manuel German, Pérez Pareja, Antonio Benítez; Rafael Arroba; ciudadela Hno. Miguel; El timbo Av. Amazonas; Av. Kennedy; calle sin nombre; Av. Amazonas, 11 de Noviembre; calle Colombia; Luis Cordero; Pérez Pareja; González Suárez; Luis Cordero, ciudadela Los Álamos, González Suárez; José Mejía, Colombia. Cristóbal Colón, 10 de Agosto y Antonio Benítez, Cooperativa Mariana de Jesús, Hospital de Machachi					
MARTES recolección de basura en los siguientes sectores: ORGANICOS Barrios: Los Ilinizas, calle Barriga, El Chan; Nuevo Terminal; calle González Suárez; Parque central; Av. Amazonas; calle Manuel German, Pérez Pareja, Antonio Benítez; Rafael Arroba; ciudadela Hno. Miguel; El timbo Av. Amazonas; Av. Kennedy; calle sin nombre; Av. Amazonas, 11 de Noviembre; calle Colombia; Luis Cordero; Pérez Pareja; González Suárez; Luis Cordero, ciudadela Los Álamos, González Suárez; José Mejía, Colombia. Cristóbal Colón, 10 de Agosto y Antonio Benítez, Cooperativa Mariana de Jesús, Hospital de Machachi Cada martes a Tandapi					
MIERCOLES Recolección de basura en: INORGANICOS Los Ilinizas, calle Barriga, El Chan; Nuevo Terminal; calle González Suárez; Parque central; Av. Amazonas; calle Manuel German, Pérez Pareja, Antonio Benítez; Rafael Arroba; ciudadela Hno. Miguel; El timbo Av. Amazonas; Av. Kennedy; calle sin nombre; Av. Amazonas, 11 de Noviembre; calle Colombia; Luis Cordero; Pérez Pareja; González Suárez; Luis Cordero, ciudadela Los Álamos, González Suárez; José Mejía, Colombia. Cristóbal Colón, 10 de Agosto y Antonio Benítez, Cooperativa Mariana de Jesús, Hospital de Machachi					
JUEVES recolección de basura en los siguientes sectores: ORGANICOS Los Ilinizas, calle Barriga, El Chan; Nuevo Terminal; calle González Suárez; Parque central; Av. Amazonas; calle Manuel German, Pérez Pareja, Antonio Benítez; Rafael Arroba; ciudadela Hno. Miguel; El timbo Av. Amazonas; Av. Kennedy; calle sin nombre; Av. Amazonas, 11 de Noviembre; calle Colombia; Luis Cordero; Pérez Pareja; González Suárez; Luis Cordero, ciudadela Los Álamos, González Suárez; José Mejía, Colombia. Cristóbal Colón, 10 de Agosto y Antonio Benítez, Cooperativa Mariana de Jesús, Hospital de Machachi Cada 15 días el Pedregal, Loreto del Pedregal					
VIERNES recolección de basura en los siguientes sectores: INORGANICOS Los Ilinizas ,calle Barriga, El Chan; Nuevo Terminal; calle González Suárez; Parque central; Av. Amazonas; calle Manuel German, Pérez Pareja, Antonio Benítez; Rafael Arroba; ciudadela Hno. Miguel; El timbo Av. Amazonas; Av. Kennedy; calle sin nombre; Av. Amazonas, 11 de Noviembre; calle Colombia; Luis Cordero;					

Pérez Pareja; González Suárez; Luis Cordero, ciudadela Los Álamos, González Suárez; José Mejía, Colombia.
Cristóbal Colón, 10 de Agosto y Antonio Benítez, Cooperativa Mariana de Jesús, Hospital de Machachi

Cuadro N° 54. PROPUESTA DE MICRO RUTEO MACHACHI CENTRO OCCIDENTAL
Elaborado por: Elaboración Propia
Fuente: GAD Municipal de Mejía

En la siguiente imagen se muestra el esquema de la micro ruta propuesta (*Imagen N°24*), en la que se muestra en color verde el recorrido que realiza el vehículo recolector en el área definida.

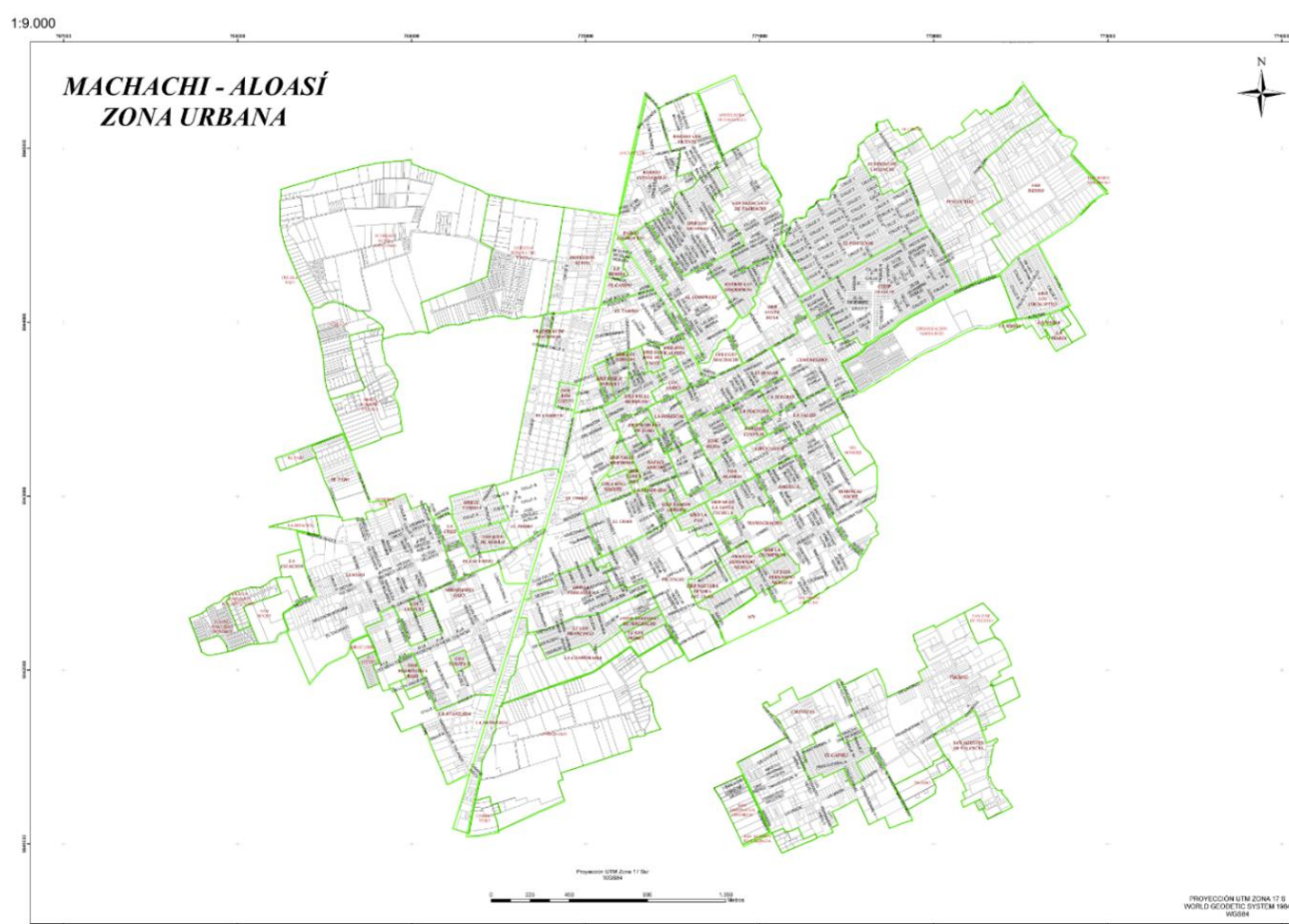


Imagen N° 24. ESQUEMA DE PROPUESTA DE MICRO RUTEO MACHACHI CENTRO OCCIDENTAL
Elaborado por: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA
Fuente: OPS

Se recomienda realizar un rediseño de micro rutas, tomando como punto de partida las macro rutas propuestas, utilizando la base de datos existente en la municipalidad

los cuales servirían como una línea base para llegar al objetivo de mejorar el porcentaje de recolección.

Mediante esta propuesta para el sistema de recolección se espera adherirnos a los objetivos planteados por la Asociación de Municipios del Ecuador que propone que debe iniciarse con la recolección diferenciada en al menos el 20% de la población y para el año 2040 alcanzar el 60 % de la población en el Ecuador (*Imagen N°25*).

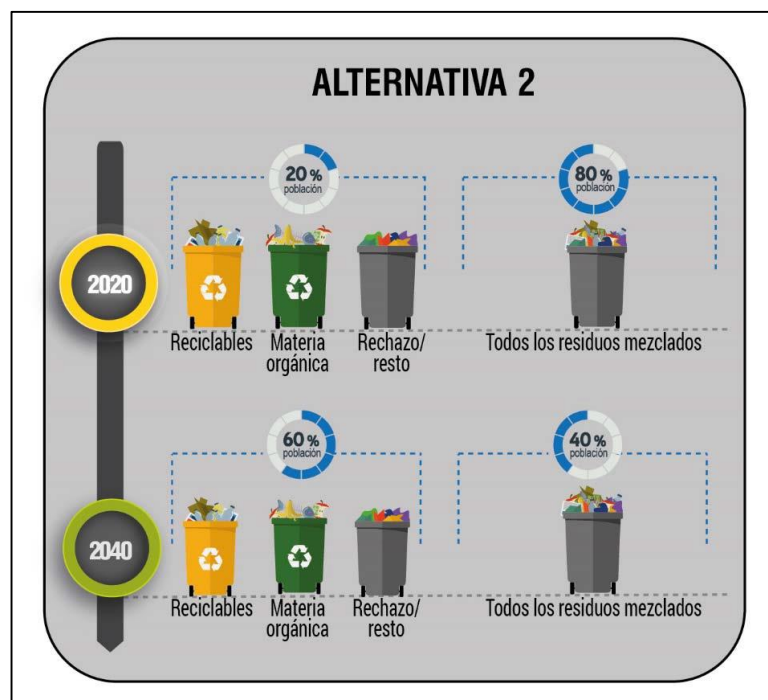


Imagen N° 25. PROPUESTA DE RECOLECCIÓN DIFERENCIADA PARA LOS MUNICIPIOS
Elaborado por: AME
Fuente: AME

PROPUESTA METODOLÓGICA DE MEJORA PARA LA ETAPA DE TRATAMIENTO Y RECICLAJE

➤ PROBLEMAS IDENTIFICADOS

En la recuperación de inorgánicos; se identificó que el porcentaje de recuperación de material por parte de las asociaciones de recicladores ha disminuido en los últimos años, lo que ha ocasionado que muchos de los recicladores que laboran en el Centro de Reciclaje Romerillos deserten de esta actividad al no poder cubrir sus expectativas económicas.

Además, se pudo evidenciar que la forma y el lugar donde se recupera el material reciclado no es el adecuado ni brinda las condiciones necesarias para realizar este trabajo.

El aumento de recicladores de base o de vereda en los centros poblados ha ocasionado que gran parte del material reciclado se quede en la ciudad y no llegue a la Planta de Tratamiento.

En la recuperación de orgánicos; se evidencia que el material no llega en adecuadas condiciones de pureza (el material llega con mezclado con inorgánicos) en los recolectores de diferenciado, lo que dificulta el rescate y traslado hacia el sitio de elaboración de compostaje el cual tampoco presenta una infraestructura adecuada.

En la recuperación de orgánicos en el Mercado Mayorista, se evidencio la falta de colaboración de los comerciantes, debido a que no realizan una adecuada separación de desechos (orgánicos e inorgánicos) y retrasan los tiempos de recolección diferenciada lo que provoca una reducción en el volumen de la materia prima.

En la elaboración del Bokashi se pudo determinar que al no contar con una mini cargadora permanente en el Centro de Reciclaje, los trabajos de elaboración y producción no se cumplen como establece en los manuales técnicos, lo que genera baja productividad y bajo porcentaje de recuperación de abonos orgánicos.

➤ **PROPUESTA DE MEJORA**

Estimación del porcentaje de recuperación de residuos orgánicos e inorgánicos

Para la estimación de los porcentajes de recuperación se partió de los datos de ingreso mensual de residuos y la caracterización de los mismos (*Cuadro N°55*).

PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS					
AÑO	INGRESO MENSUAL (Ton/mes)	ORGANICOS 52,8% (Ton/mes)	INORGANICOS 47,2% (Ton/mes)	% RECUPERACIÓN MENSUAL	
				O	I
2016	996,81	526,31	470,50	2,38 %	9,7 %
2017	1028,55	543,07	485,48	2,30 %	6,3 %
2018	1102,65	582,20	520,45	2,15 %	4,17 %
2019	1165,57	615,42	550,15	2,03 %	3,02 %
PROMEDIO DE RECUPERACIÓN MENSUAL				2,22 %	5,79 %

Cuadro N° 55. PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS

Elaborado por: Elaboración Propia
Fuente: GAD Municipal de Mejía

Para poder estimar los porcentajes de recuperación de materiales tanto orgánicos como inorgánicos se tuvo que tomar los datos históricos de la báscula del Centro de Reciclaje así como los reportes de recuperación de las asociaciones de recicladores, con estos datos se pudo determinar que el porcentaje de reciclaje se encuentra en el **5,79%** que se encuentra cercano al porcentaje de recuperación nacional de reciclaje que es del **7%** según el MAE y la Red Nacional de Recicladores (RENAREC).

Partiendo de estos datos se propone mejorar estos indicadores y los procesos de reciclaje mediante la adecuación de un área específica para los trabajos de recolección, de igual manera se plantea trabajar fuertemente en la recolección diferenciada que beneficiaría directamente a los recicladores.

Además se recomienda se realice un censo a los recicladores a pie de vereda que se encuentran en la Ciudad de Machachi, con el fin de asociarlos y que todo el material que reciclan sea trasladado al Centro de Reciclaje como sitio único de acopio, para posteriormente comercializarlos en grandes volúmenes, mediante las asociaciones de recicladores del Centro de Reciclaje Romerillos a gestores ambientales calificados con precios justos y competitivos.

Para la recuperación de orgánicos en el Mercado Mayorista de Machachi se recomienda en una primera fase socializar acerca de la separación diferenciada a los encargados de la administración de mercados, comerciantes y consumidores para poder lograr una mejor separación en la fuente y un mayor aprovechamiento de estos residuos, y en una segunda fase aplicar multas y sanciones según los reglamentos de administración de mercados y la ordenanza de residuos sólidos que se encuentra vigente.

Propuesta de Infraestructura adecuada para la separación en la fuente

Se propone realizar un Galpón (*Fotografía N°37*), para la descarga de residuos sólidos, en el cual se brinde las condiciones adecuadas para que los recicladores de las asociaciones puedan realizar su trabajo, esto permitirá maximizar la recuperación de material, aumentando el porcentaje de reciclaje, evitando que ese material vaya a parar en el relleno sanitario y de esta forma alargar la vida útil del mismo. Este galpón sería diseñado por la Dirección de Planificación u Obras Públicas (*Imagen N°26*).

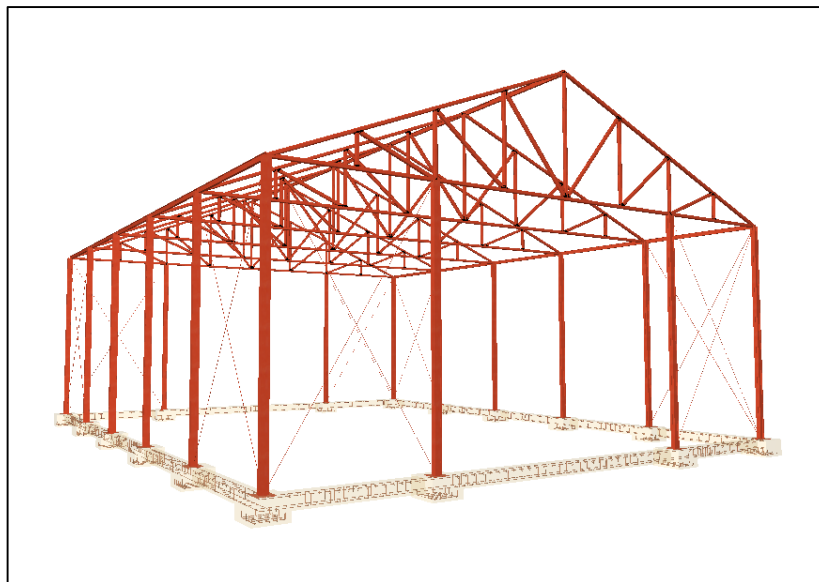


Imagen N° 26. MODELO DE GALPÓN PARA DESCARGA DE RESIDUOS

Elaborado por: Unidad de Proyectos

Fuente: GAD Municipal de Mejía



Fotografía N° 37. Galpón para descarga de Residuos Sólidos

Propuesta de Flujograma para la de Elaboración de Bokashi

Para la mejorar los procesos de elaboración de Bokashi (*Imagen N°27*), se debe partir por tener un adecuado flujograma de procesos, en el cual se considere todos los pasos metodológicos que se debe seguir en esta área además de conocer los insumos, entradas y salidas Imagen.

Con la información recopilada a continuación se presenta el siguiente flujograma que servirá como base para la elaboración del Bokashi (*Gráfico N°10*).

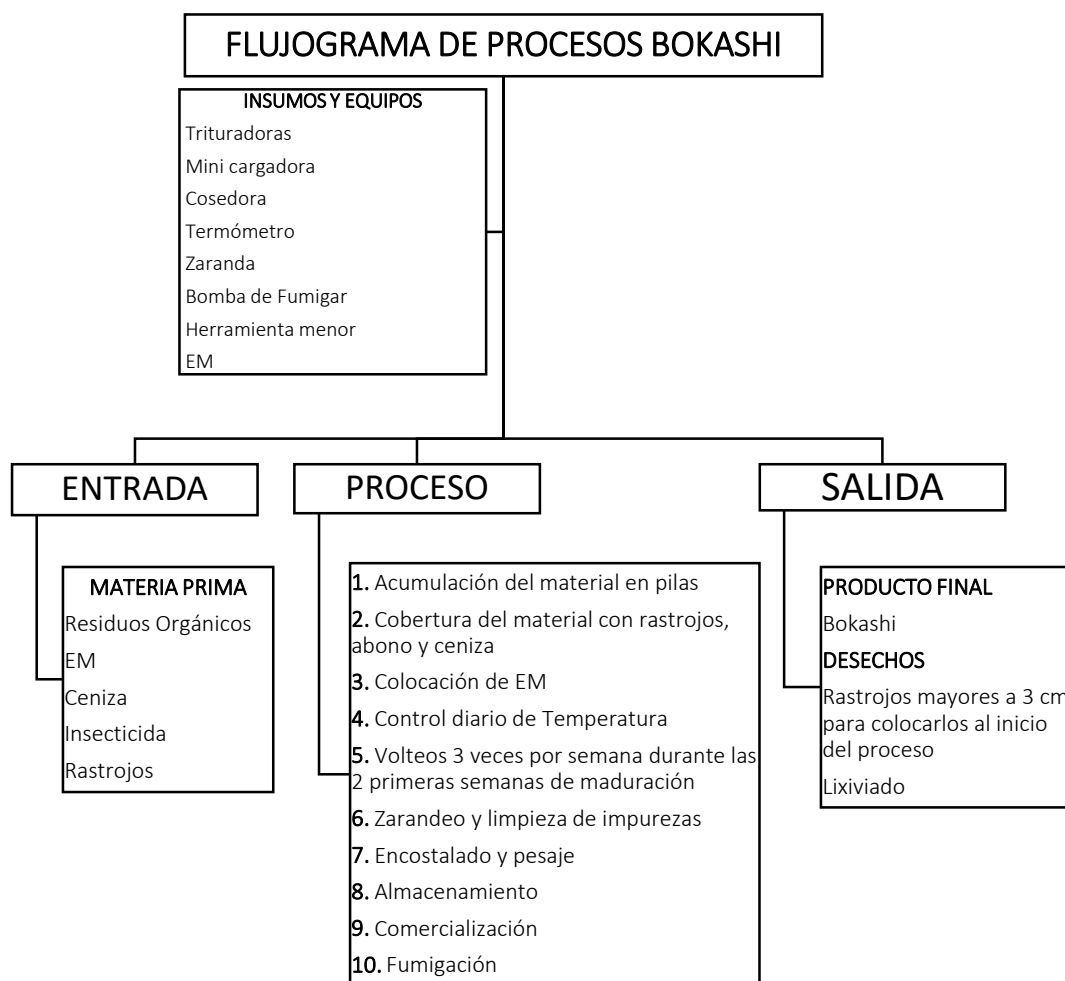


Gráfico N° 10. FLUJOGRAMA DE PROCESOS BOKASHI

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

Propuesta de Infraestructura adecuada para la elaboración de Bokashi

A continuación se presenta una propuesta para la construcción de una nueva cubierta para la elaboración de abono orgánico Bokashi, en la cual se contempla una cubierta de GALVALUMEN que tiene mayor resistencia que el PLÁSTICO DE INVERNADERO y que facilitara el proceso de elaboración de Bokashi (Imagen N°27).

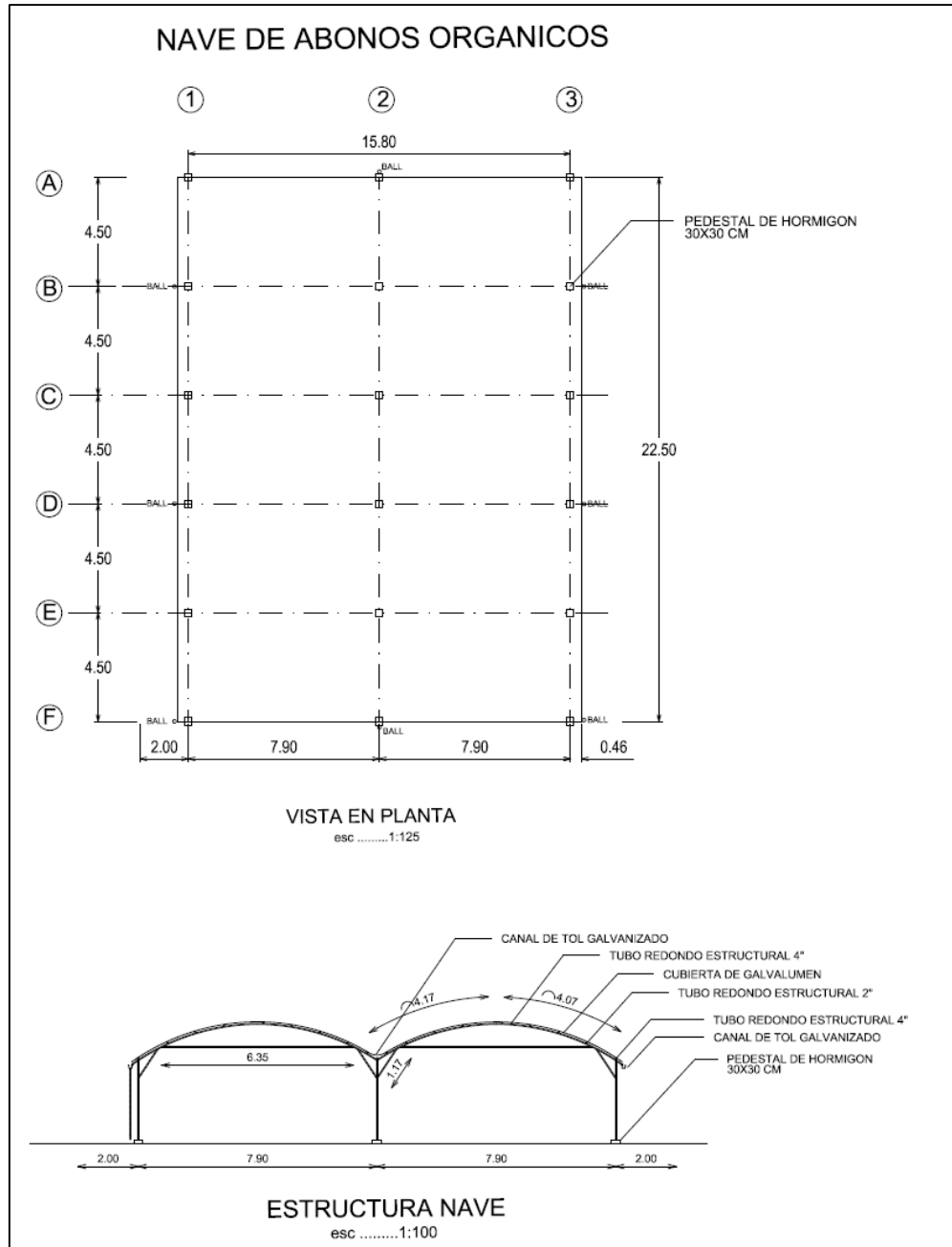


Imagen N° 27. MODELO DE NAVE PARA ABONOS ORGANICOS

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD Municipal de Mejía

Adquisición de una mini cargadora para el Área de Abonos

Uno de los problemas en la elaboración de Bokashi es la falta de maquinaria para realizar la recuperación del material orgánico, volteos permanentes, zarandeo y demás trabajos.

Existe dentro del parque automotor una mini cargadora JCB 180 del año 2008 la cual se encuentra dañada y ha cumplido su vida útil.

Se recomienda la adquisición de una mini cargadora, independiente de la marca, esta serviría no solo para los trabajos en el área de abonos, sino también como apoyo a los demás trabajos complementarios del Relleno Sanitario lo que maximizaría sus beneficios y rendimientos.

A continuación se presenta las características de una mini cargadora JCB 250 (*Fotografía N°38*), que reúne las características necesarias para realizar este tipo de trabajos (*Cuadro N°56*).



Fotografía N° 38. Mini Cargadora JCB 250

MINICARGADORA JCB MODELO 250 CON CABINA CERRADA

GENERALIDADES

- Procedencia EEUU
- Motor JCB DIESELMAX Tier III, potencia 74 HP turbo cargado
- Sistema de inyección mecánica
- Cilindrada 4,4 litros
- Peso operativo 8111 lb.

<p>SISTEMA HIDRÁULICO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caudal de la bomba hidráulica de alto flujo 87 lpm. - Presión del sistema hidráulico 3335 psi.
<p>RENDIMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acople rápido para fácil instalación de accesorios - Capacidad del cucharón 0,47 m3. - Capacidad de carga 2.500 lbs - Altura de levante al pin 3175mm. - Ancho del cucharón 1820mm.
<p>CABINA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cerrada con aire acondicionado con protección contra caída de objetos FOPS y protección contra volcaduras ROPS. - Abatible para facilidad en el acceso para mantenimientos - ACCESO LATERAL, mayor seguridad para el operador. - ASIENTO ERGONOMICO, con posiciones ajustables - CONTROLES TIPO JOYSTICS, para mayor control y seguridad de la máquina. - NEUMÁTICOS, 12 x 16,5
<p>PRECIO APROXIMADO: \$ 42.900 MAS I.V.A.</p>

Cuadro N° 56. MINICARGADORA JCB MODELO 250 CON CABINA CERRADA
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: AUTOMEKANO

PROPUESTA METODOLÓGICA DE MEJORA PARA LA ETAPA DE DISPOSICIÓN FINAL

➤ PROBLEMAS IDENTIFICADOS

En esta última etapa de la GIRS que realiza el GAD Municipal del Cantón Mejía se pudo identificar los siguientes problemas, la mayor parte de la maquinaria pesada del Centro de Reciclaje y Relleno Sanitario de Romerillos, lugar de disposición final de los residuos sólidos generados en el Cantón, ya han cumplido su vida útil.

Otro problema que se identificó, fue que al iniciarse la construcción de los cubetos de disposición final de residuos, no se siguió el Plan Masa, en el que se detalla el lugar, forma y secuencia de construcción de los cubetos para optimizar de mejor manera el espacio del Relleno Sanitario.

Se identificó además que la disposición final de residuos Biopeligrosos, con celdas de aislamiento ya no son las adecuadas, la normativa y tecnologías actuales apuntan

a un tratamiento con autoclave, además se pudo evidenciar que ya no existe espacio físico disponible para la construcción de nuevas celdas.

En la Planta de Tratamiento de Lixiviados, se evidencio que su capacidad de tratamiento es muy pequeña a comparación de su volumen de generación.

En el área de tratamiento de gases, se identificó que las chimeneas de PVC que actualmente se utilizan, no son las adecuadas para una correcta evacuación de gases.

Además se pudo identificar que no existe una estimación del costo de disposición final que es muy importante si se desea cambiar el modelo de gestión para una optimización de procesos.

➤ **PROPUESTA DE MEJORA**

Cambio de maquinaria pesada por cumplir su vida útil

Según el Reglamento de Administración y Control de Bienes del Sector Público No. 041-CG-2017 emitido por la Contraloría General del Estado se menciona que la vida útil para Maquinaria y Equipo Pesado es de 10 años.

A continuación se detalla el estado actual del parque automotor del sistema de disposición final del GAD Municipal del Cantón Mejía (*Cuadro N°57*).

ESTADO DE LA FLOTA DE MAQUINARÍA PESADA				
MAQUINARIA	AÑO	VIDA ÚTIL	ESTADO	RECOMENDACIÓN
Tractor de oruga CATERPILLAR D4D	1963	57 AÑOS	DAÑADA	CAMBIO
Excavadora JCB JS-220	2008	12 AÑOS	OPERATIVA	MANTENIMIENTOS / CAMBIO
Volqueta HINO FF	1994	26 AÑOS	DAÑADA	CAMBIO
Mini cargadora JCB 180	2008	12 AÑOS	DAÑADA	MANTENIMIENTOS / CAMBIO
Cargadora Frontal INTERNACIONAL 510	1978	42 AÑOS	DAÑADA	CAMBIO
Tractor de oruga KOMATSU D61-EX	2018	2 AÑOS	OPERATIVA	MANTENIMIENTOS

Cuadro N° 57. ESTADO DE LA FLOTA DE MAQUINARÍA PESADA
Elaborado por: Elaboración Propia
Fuente: GAD Municipal de Mejía

De los 6 equipos que conforman el parque automotor, únicamente 2 se encuentran en buenas condiciones a los cuales se les debe dotar de un plan integral de mantenimientos preventivos y correctivos, los otros 4 se encuentran en mal estado, se recomienda dar de baja a los que han cumplido su vida útil y realizar una adquisición de nuevo equipo pesado para poder ejecutar los trabajos de acuerdo a una planificación establecida, ya que sin maquinaria pesada y con la cantidad de desechos generados actualmente en el Cantón, no se puede realizar los trabajos de disposición final de residuos como dictamina la norma.

Rediseño del Plan Masa

Se recomienda realizar un rediseño de la distribución geométrica de los nuevos cubetos de disposición final (*Imagen N°28*), en la cual se tome como punto de partida el diseño original del Plan Masa (*Imagen N°29*), en el que se trata de optimizar la mayor cantidad de terreno para alargar la vida útil del Relleno Sanitario.

A continuación se presenta una propuesta de distribución de los nuevos cubetos de disposición final acoplados al Plan Masa (*Cuadro N°58*).

PROPUESTA DE LAS NUEVAS FASES DEL RELLENO SANITARIO DEL CANTÓN MEJÍA			
AREA	COMPONENTE	ESTADO	OPERACIÓN
FASE 1	Celda 1 y 2	CERRADO	Agosto de 2010 a Abril de 2013
FASE 2	Cubeto 1	CERRADO	Mayo 2013 a Junio 2015
FASE 3	Cubeto 2	CERRADO	Julio 2015 a Enero 2018
FASE 4	Cubeto 3	OPERACIÓN	Enero 2017 a Marzo 2020
FASE 5	Cubeto 4	CONSTRUCCIÓN	Febrero 2020
FASE 6	Cubeto 5	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	Año 2023 - 2024
FASE 7	Cubeto 6	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	Año 2024 - 2027
FASE 8	Cubeto 7	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	Año 2027 - 2030

Cuadro N° 58. PROPUESTA DE LAS NUEVAS FASES DEL RELLENO SANITARIO

Elaborado por: Elaboración Propia
Fuente: GAD Municipal de Mejía

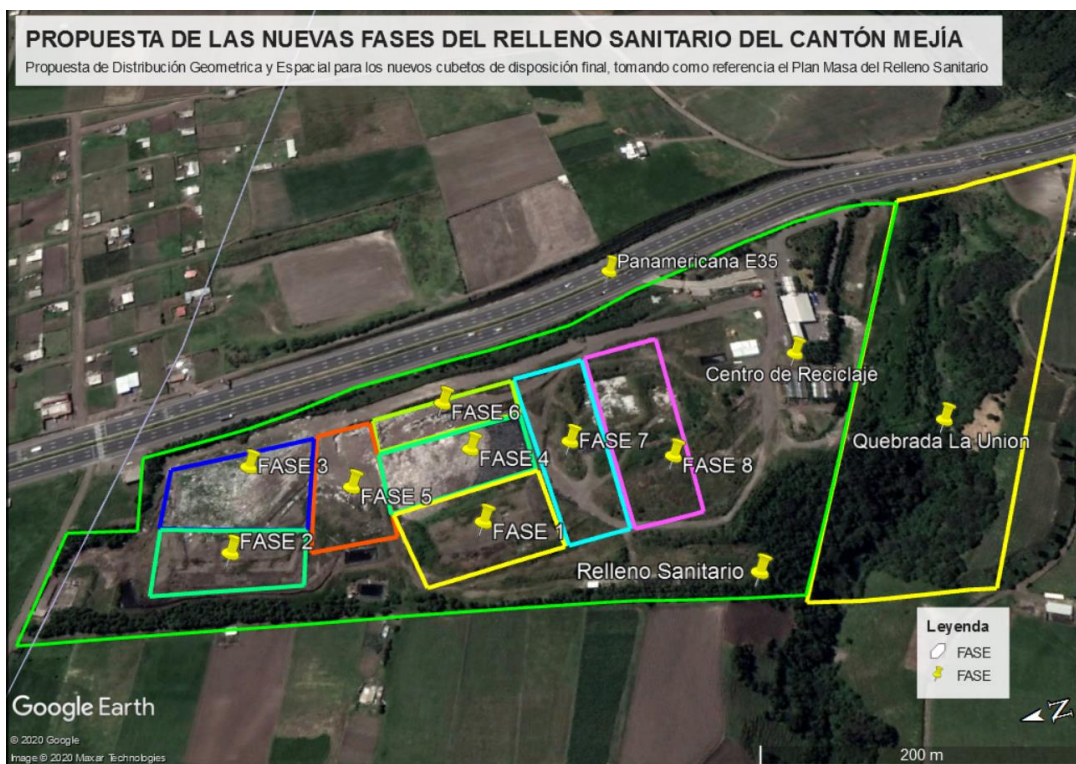


Imagen N° 28. PROPUESTA DE LAS NUEVAS FASES DEL RELLENO SANITARIO
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: Google Earth

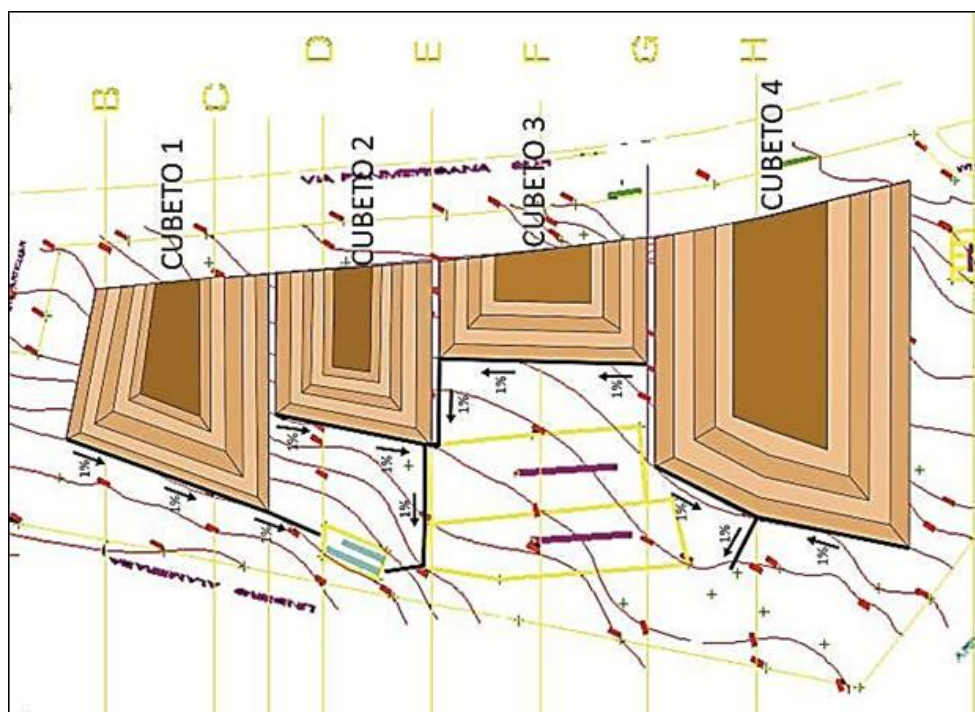


Imagen N° 29. PROPUESTA DE FASES DEL RELLENO SANITARIO SEGÚN PLAN MASA
 Elaborado por: Consultor GAD Municipal de Mejía
 Fuente: GAD Municipal de Mejía

Cambio de modelo de gestión para disposición de Desechos Biopeligrosos

Actualmente el modelo de gestión para la disposición final de desechos biopeligrosos es por administración directa del GAD Municipal del Cantón Mejía, el cual mediante la Dirección de Servicios Públicos retira estos desechos a los generadores en el Cantón sin costo alguno para luego ser transportados al Centro de Reciclaje Romerillos en el cual se da disposición final mediante celdas de bioseguridad.

Se propone cambiar el modelo de gestión a una empresa privada calificada como gestor ambiental por el MAE, mediante concesión por servicios de recolección y disposición final con autoclave o incineración. Cabe mencionar que el gestor se encargara de la recolección puerta a puerta de los generadores, los cuales pagaran las tarifas establecidas dentro del convenio recibiendo sus certificados de disposición de residuos, lo que implica ahorros económicos y técnicos sustanciales al municipio. Esta propuesta se fundamenta en el artículo 248 del COA que menciona lo siguiente:

“Art. 238.- Responsabilidades del generador. Toda persona natural o jurídica definida como generador de residuos y desechos peligrosos y especiales, es el titular y responsable del manejo ambiental de los mismos desde su generación hasta su eliminación o disposición final, de conformidad con el principio de jerarquización y las disposiciones de este Código.

Serán responsables solidariamente, junto con las personas naturales o jurídicas contratadas por ellos para efectuar la gestión de los residuos y desechos peligrosos y especiales, en el caso de incidentes que produzcan contaminación y daño ambiental.

También responderán solidariamente las personas que no realicen la verificación de la autorización administrativa y su vigencia, al momento de entregar o recibir residuos y desechos peligrosos y especiales, cuando corresponda, de conformidad con la normativa secundaria.”

A continuación (*Cuadro N°59*), se presenta una propuesta para el cambio de modelo de gestión de la Empresa EMGIRS que posee la licencia ambiental y el permiso

respectivo como gestor ambiental calificado por el MAE para la gestión de residuos biopeligrosos.

Propuesta de Gestión de Desechos Biopeligrosos por parte de Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos (EMGIRS-EP)	
RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE	<p>Para brindar el servicio de recolección y transporte de los desechos hospitalarios de riesgo biológico infecciosos desde los establecimientos de salud hacia la planta de tratamiento en el Relleno Sanitario el Inga, la EMGIRS-EP ha contratado los servicios de AV.CORP, empresa que a partir del 27 de mayo de 2013 se encuentra en operación dentro del DMQ y demás territorios en los que se brinda el servicio.</p>
TRATAMIENTO	<p>La Planta de Tratamiento ubicada en El Inga, cuenta actualmente con una capacidad operativa y el personal capacitado que permite el procesamiento de 1.000 kg/hora de desechos hospitalarios infecciosos; la planta opera en dos turnos continuos de ocho horas cada turno.</p> <p>El tratamiento de los desechos se basa en la eliminación del riesgo a través de un proceso de esterilización de los desechos hospitalarios infecciosos mediante la aplicación de alta temperatura y presión por un determinado tiempo. Para este efecto, se cuenta actualmente con tres equipos, denominados autoclaves, los cuales utilizan vapor para alcanzar elevadas temperaturas, que permiten la eliminación de los medios de vida de bacterias, gérmenes, virus, entre otros agentes infecciosos.</p>
DISPOSICIÓN FINAL	<p>Posterior al tratamiento de esterilización, los residuos hospitalarios inactivados son depositados en una celda asignada para este fin, en el relleno sanitario El Inga.</p>
COSTO	<p>El costo por el servicio es de \$ 1,50 (un dólar con cincuenta centavos de dólar) más IVA que equivale a \$ 1,68 (un dólar con sesenta y ocho centavos de dólar) por cada kilogramo de desecho hospitalario ya sea corto punzante, bioinfecciosos, especial, esto incluye lo que es recolección, transporte, tratamiento y disposición final.</p>
REQUISITOS	<ul style="list-style-type: none"> • Firma de un Convenio entre el GAD MUNICIPAL DEL CANTON MEJÍA y EMGIRS-EP • Calificación del Concejo Municipal a EMGIRS-EP como gestor calificado para la gestión de residuos biopeligrosos en la Jurisdicción del Cantón Mejía. • Reforma a la Ordenanza de Gestión Integral de Residuos Sólidos

Cuadro N° 59. PROPUESTA DE NUEVO MODELO DE GESTIÓN PARA RESIDUOS BIOPELIGROSOS
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: EMGIRS EP

Estimación del porcentaje de tratamiento de lixiviados y propuesta de repotenciación de la Planta de Lixiviados

Para proceder a la estimación del porcentaje de tratamientos de lixiviados se procedió a aforar los caudales de salida de las diversas fases de operación y cotejarlas con los registros de la planta del lixiviados para tener un estimado (*Cuadro N°60*).

A continuación en el siguiente gráfico se presenta el flujograma de los caudales estimados del proceso de tratamiento de lixiviados (*Gráfico N°11*).

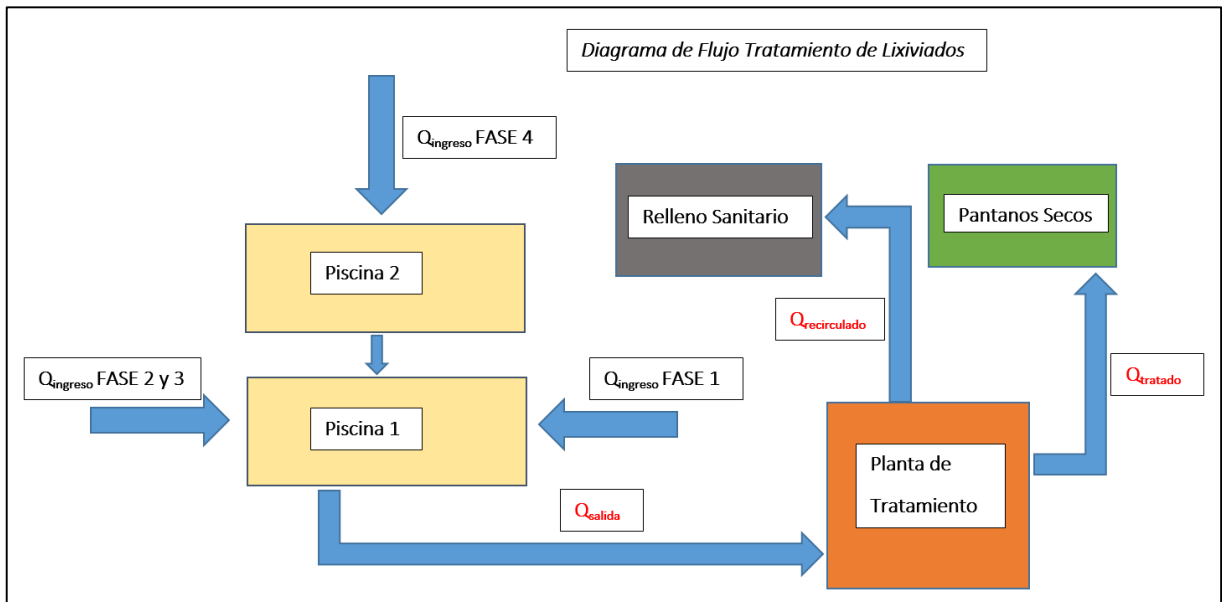


Gráfico N° 11. FLUJOGRAMA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS
Elaborado por: Elaboración Propia
Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE LIXIVIADOS		
CAUDALES DEL SISTEMA		AFORO PROMEDIO (litros/min)
Q_{ingreso}	$Q_{\text{ingreso FASE 1}}$	5,70
	$Q_{\text{ingreso FASE 2 Y 3}}$	0,84
	$Q_{\text{ingreso FASE 4}}$	3,72
Q_{salida}		94,32

Q tratado	0,60
Q reciclado	140,04

Cuadro N° 60. ESTIMACIÓN DE CAUDALES

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: Centro de Reciclaje Romerillos

Una vez obtenida la estimación de los caudales que conforman este sistema, se puede evidenciar que el caudal total de ingreso es de 10,26 l/min que representa el 100% de generación de lixiviados y que apenas se logra tratar 0,60 l/min que representa un 5,85% mientras que el restante 94,15% va a la fase de recirculación.

Además se evidencia que el caudal de recirculación es mayor que el caudal de salida lo que hace viable el método de recirculación pero que a la larga puede producir problemas de saturación en el relleno sanitario por lo cual se recomienda realizar un rediseño de la Planta de Lixiviados para ampliar el porcentaje de tratamiento puesto que la recirculación no es un método sostenible a largo tiempo.

Propuesta de nuevos materiales para las chimeneas de evacuación de gases

El actual sistema de evacuación de gases que funciona en el relleno sanitario, consiste en un Tubo perforado de PVC de 200 mm de diámetro en el cual se coloca neumáticos y se inserta piedra bola mayor a 5 pulgadas de diámetro (*Fotografía N°39*), la cual va creciendo conforme avanza la disposición final de residuos, una vez que llega a su altura máxima se coloca un capuchón metálico para quemar el gas metano que se produce producto de la descomposición de los residuos.



Fotografía N° 39. Chimeneas del Relleno Sanitario Romerillos

Este sistema ha venido funcionando desde inicio de operaciones del relleno sanitario, se propone realizar el cambio del sistema de evacuación de gases por un método más efectivo, el de drenaje pasivo de gases, este sistema presenta las siguientes características.

- Construcción durante la operación del relleno sanitario
- Se aprovecha la difusión horizontal de los gases
- El gas se difunde hacia las próximas chimeneas
- Alta permeabilidad para el gas

Para la construcción de las chimeneas de drenaje se pueden aplicar dos métodos:

1. Jaula de malla con 4 puntales de madera, llenada con piedra bola o grava, (Imagen N°30).

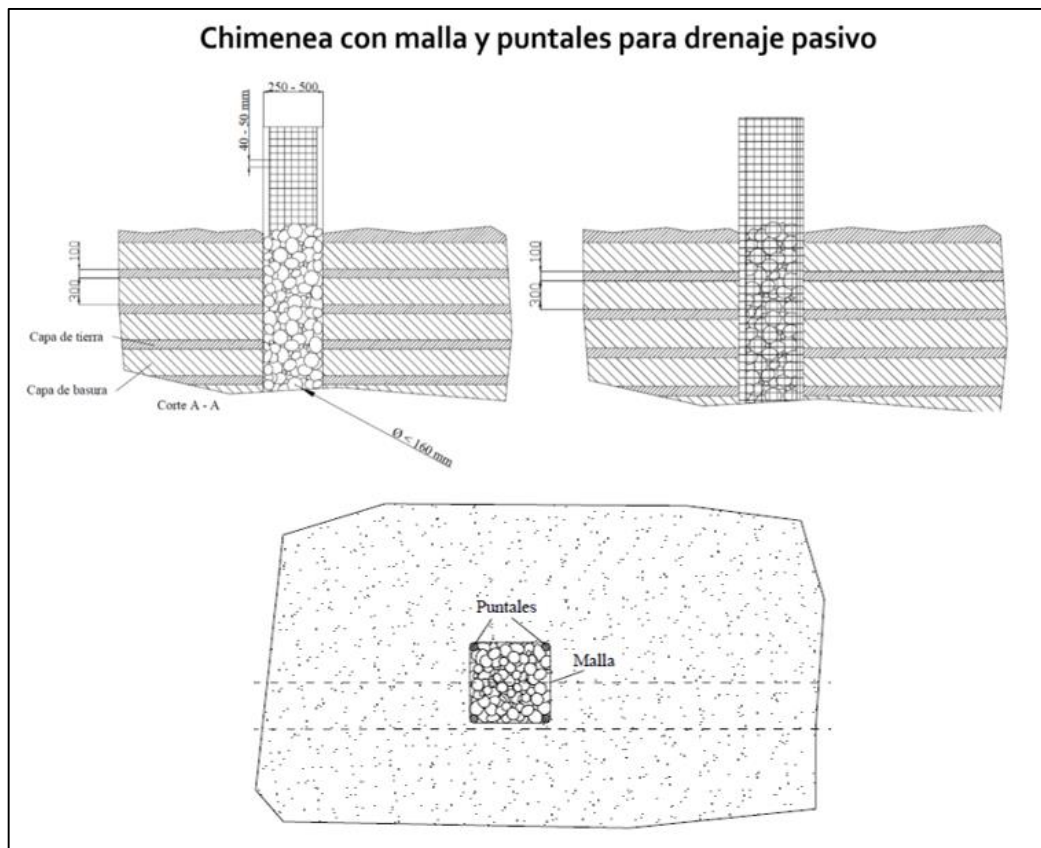


Imagen N° 30. CHIMENEAS CON MALLA Y PUNTALES PARA DRENAJE PASIVO

Elaborado por: GAD MUNICIPAL DE LOJA

Fuente: GAD Municipal de Loja – Dirección de Higiene

2. Tubo perforado llenado con piedra bola o grava, (*Imagen N°31*).

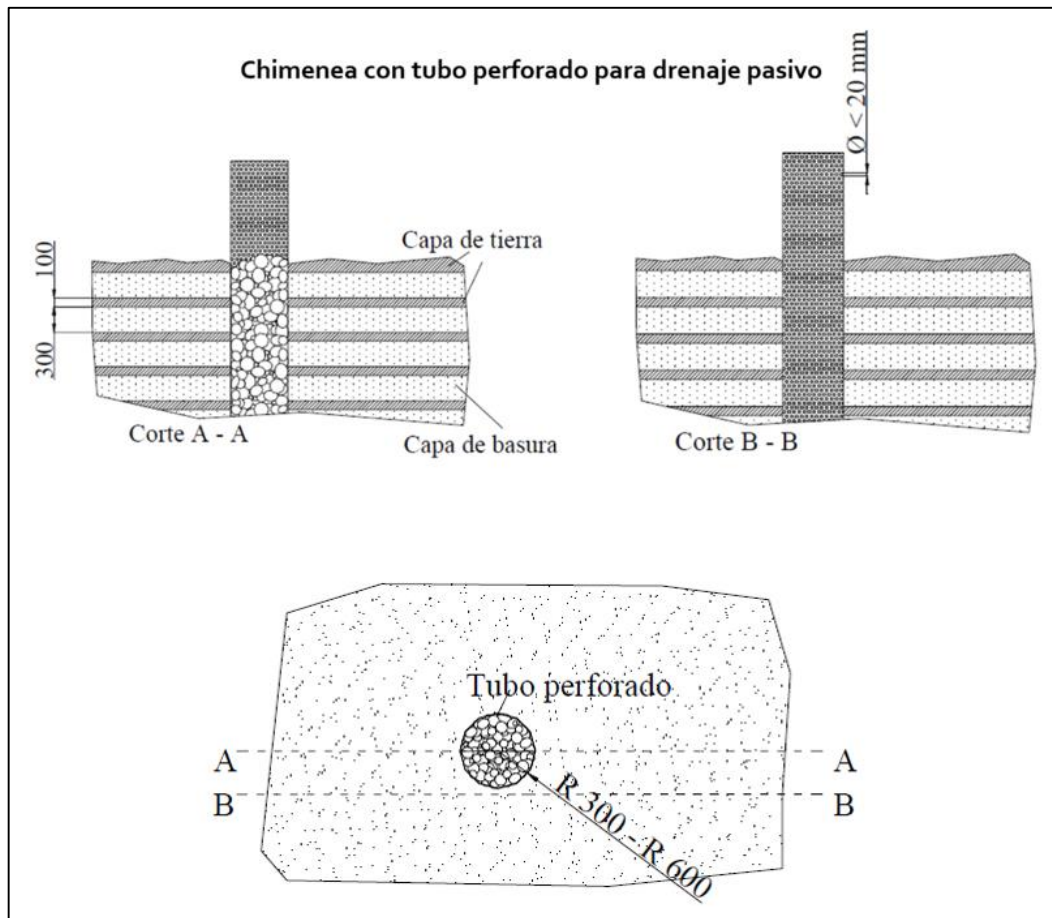


Imagen N° 31. CHIMENEAS CON TUBO PERFORADO PARA DRENAJE PASIVO
Elaborado por: GAD MUNICIPAL DE LOJA
Fuente: GAD Municipal de Loja – Dirección de Higiene

Calculó del Costo de Disposición Final

Para la determinación del costo de la tonelada dispuesta en el relleno sanitario de Romerillos, se utilizó la información señalada a continuación:

- Costo del talento humano administrativo relacionado con la operación del relleno sanitario, con su porcentaje de participación dentro de dicho componente, lo cual se muestra a continuación (*Cuadro N°61*).

No.	Cargo	Remuneración (USD/mes)	Participación (%)	Remuneración equivalente (USD/año)
1	Director (1)	2.291,40	25	6.874,20
2	Secretaria (1)	622,00	25	1.866,00
3	Coordinadora (1)	1.676,00	100	20.112,00
4	Técnico de apoyo (1)	1.212,00	70	10.180,8
5	Chofer (1)	585,00	50	3.510,00
TOTAL DE REMUNERACIONES				42.543,00

Cuadro N° 61. REMUNERACIONES DEL TALENTO HUMANO ADMINISTRATIVO

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD Municipal de Mejía

- Costo de bienes y servicios relacionados con la operación del relleno sanitario, lo cual se muestra en el siguiente cuadro, (*Cuadro N°62*).

Ítem	Costo (USD/año)
Energía Eléctrica	24.000,00
Internet	480,00
Agua Potable	90,00
Mantenimiento instalaciones	10.000,00
Insumos, bienes, materiales y suministros	12.000,00
TOTAL DE SERVICIOS Y SUMINISTROS	46.570,00

Cuadro N° 62. BIENES Y SERVICIOS

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD Municipal de Mejía

- Costo del talento humano operativo relacionado directamente con la operación del relleno sanitario, lo cual se muestra en el siguiente cuadro, (*Cuadro N°63*).

Categoría	Salario Diario USD/día	Días por mes		Horas			No. Personal	COSTOS		
		L a V	S y D	Normales	Supl.	Extr.		Horario (USD/h)	Unitario (USD/mes/persona)	Total (USD/año)
Administrador	60,60	21,67	4,33	173,33	4,33	0,00	1	7,58	1.362,24	16.346,85
Guardia	29,25	21,67	4,33	173,33	4,33	0,00	2	3,66	657,52	15.780,38
Operador tractor	31,10	21,67	4,33	173,33	4,33	0,00	1	3,89	699,10	8.389,23
Operador excavadora	35,40	21,67	4,33	173,33	4,33	0,00	1	4,43	795,76	9.549,15
Operador mini cargadora	35,40	21,67	4,33	173,33	4,33	0,00	1	4,43	795,76	9.549,15
Chofer tanquero	29,25	21,67	4,33	173,33	4,33	0,00	1	3,66	657,52	7.890,19
Chofer Volqueta	29,25	21,67	4,33	173,33	4,33	0,00	1	3,66	657,52	7.890,19
Jornaleros	26,55	21,67	4,33	173,33	4,33	0,00	3	3,32	596,82	21.485,59
Operador de báscula	31,10	21,67	4,33	173,33	4,33	0,00	1	3,89	699,10	8.389,23
Ayudantes de maquinaria	26,55	21,67	4,33	173,33	4,33	0,00	3	3,32	596,82	21.485,59
Operador planta lixiviados	35,40	21,67	4,33	173,33	4,33	0,00	1	4,43	795,76	9.549,15
TOTAL PERSONAL							17			136.304,68

Cuadro N° 63. REMUNERACIONES DEL TALENTO HUMANO OPERATIVO

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD Municipal de Mejía

- Costo de la maquinaria involucrada en la operación del relleno sanitario así como del sistema de tratamiento de lixiviados, lo cual se muestra en la siguiente tabla, (Cuadro N°64).

DESCRIPCIÓN	COSTO (USD/hora)	HORAS/MES	CANTIDAD	COSTO (USD/año)
Tractor	66,62	208,00	1	166.274,92
Excavadora	50,13	208,00	1	125.130,14
Mini cargadora	12,49	208,00	1	31.183,85
Tanquero	15,68	208,00	1	39.131,06
Volqueta	13,83	208,00	1	34.518,19
Tratamiento de lixiviados	1,44	720,00	1	12.445,15
TOTAL MAQUINARIA				408.683,31

Cuadro N° 64. COSTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS PARA OPERAR Y TRATAR LOS LIXIVIADOS

Elaborado por: Elaboración Propias

Fuente: GAD Municipal de Mejía

- Costo de herramientas e insumos requeridos para la adecuada operación del relleno y la planta de tratamiento de lixiviados, lo cual se muestra en la siguiente tabla, (Cuadro N°65).

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VIDA ÚTIL (mes)	RENDIMIENTO (mes)	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD/año)
Herramienta menor	3	6,00	0,17	8,00	48,00
Varios (envases, dosificadores, etc.)	1	0,08	12,00	5,00	720,00
Insumos	1	1,00	1,00	500,00	6.000,00
TOTAL HERRAMIENTAS E INSUMOS					6.768,00

Cuadro N° 65. COSTO DE HERRAMIENTAS E INSUMOS

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD Municipal de Mejía

- Costo de uniformes y equipos de protección personal (EPP) para el talento humano que opera el relleno sanitario y la planta de tratamiento de lixiviados, lo cual se muestra en la siguiente tabla, (Cuadro N°66).

UNIFORMES / EPP	CANTIDAD	VIDA ÚTIL (mes)	RENDIMIENTO (mes)	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD/año)
Uniforme	17	6,00	0,17	50,00	1.700,04
Gorra	17	4,00	0,25	10,00	510,00
Guantes	17	0,25	4,00	15,00	12.240,00
Botas	17	3,00	0,33	50,00	3.399,96
Chalecos	17	4,00	0,25	10,00	510,00
Otros	17	6,00	0,17	30,00	1.020,00
TOTAL UNIFORMES / EPP					19.380,00

Cuadro N° 66. COSTO DE UNIFORMES Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD Municipal de Mejía

- Inversión en el terreno y preparación del sitio (movimiento de tierras, geomembrana y sistema de drenaje), lo cual se muestra a continuación.

Terreno: De información recabada en avalúos y catastros, se pudo conocer que, en el lugar donde se ubica el Relleno Sanitario, una hectárea de terreno tiene un costo aproximado de 40.000 USD.

Para determinar un costo referencial del terreno por tonelada dispuesta, se han hecho los siguientes cálculos, partiendo de la cantidad de residuos que dispone en promedio actualmente el GAD de Mejía, en Romerillos, (*Cuadro N°67*).

Cantidad T /día	Densidad t/m ³	Volumen RS m ³ /día	Cobertura m ² /día	Volumen Total m ³ /día	Volumen Total m ³ /año	Altura de relleno m	Área de relleno ha	Costo terreno USD/ha	Costo terreno USD/año
70,00	0,70	100,00	30,00	130,00	47.450,00	9,00	0,53	40.000,00	21.088,89

Cuadro N° 67. ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL TERRENO

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD Municipal de Mejía

Preparación del sitio: De la información proporcionada por las Direcciones respectivas se pudo conocer que la preparación del sitio para operar un año demanda una inversión aproximada de 90.000 USD.

- Integrando todos los costos estimados en una sola tabla obtenemos el costo de operación de un año en el Relleno Sanitario de Romerillos, (*Cuadro N°68*).

CONCEPTO	COSTO (USD/año)
Remuneraciones del talento humano administrativo	42.543,00
Bienes y servicios	46.570,00
Remuneraciones del talento humano operativo	136.304,68
Costo de la maquinaria y equipos	408.683,31
Costo de herramientas e insumos	6.768,00
Costo de uniformes y equipos de protección	19.380,00
Costo equivalente del terreno	21.088,89
Costo equivalente de preparación del terreno	90.000,00
TOTAL	771.337,88

Cuadro N° 68. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE DISPOSICIÓN FINAL EN UN AÑO DE OPERACIÓN

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD Municipal de Mejía

Si se considera que al Centro de Reciclaje Romerillos ingresa un aproximado de 61,95 Ton/día, en un año se disponen en promedio 17841.60 toneladas, el costo referencial por concepto de disposición final de residuos sólidos en el relleno sanitario de Romerillos es de **43,23 USD /tonelada** dispuesta.

PROPUESTA METODOLÓGICA DE MEJORA PARA EL MODELO DE GESTIÓN DEL SERVICIO DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS

➤ PROBLEMAS IDENTIFICADOS

Como se describe en el análisis de la situación actual, la Gestión Integral de Residuos Sólidos se realiza bajo el modelo de Gestión Directa, mediante la operación del sistema de almacenamiento, barrido y recolección ejecutado por la Dirección de Servicios Públicos mientras que el aprovechamiento y disposición final es ejecutado por la Dirección de Ambiente, lo que ha ocasionado que no se pueda dar un adecuado servicio a la comunidad al llevar distintos objetivos en el manejo de los residuos sólidos.

Además se debe mencionar que cada Dirección opera con diferentes funciones en lo referente a talento humano y que sus presupuestos y proyectos son diferentes en relación al Plan Operativo Anual (POA) que ejecuta el GAD Municipal del Mejía.

La decisión respecto al cambio del modelo de gestión para la administración del servicio de residuos sólidos con todos sus componentes deberá sustentarse en objetivos claros y un plan de negocios que soporte y garantice la sostenibilidad operativa, financiera, organizacional, comercial y ambiental que le permita brindar en el corto, mediano y largo plazo a la ciudadanía de Mejía un servicio de calidad, con frecuencia y cobertura que deje satisfacción a la comunidad, especialmente a quienes prestan el servicio, permitiendo mejorar las condiciones de vida.

➤ PROPUESTA DE MEJORA

En concordancia con el marco jurídico nacional, se presenta a continuación las diferentes alternativas con la finalidad de generar un conocimiento por parte del

Concejo Municipal para facilitar la toma de decisiones respecto al modelo de gestión a adoptarse (*Gráfico N°12*).

Todos estos modelos de gestión persiguen un único objetivo de optimizar los procesos de gestión integral de residuos sólidos y brindar un mejor servicio a la comunidad.

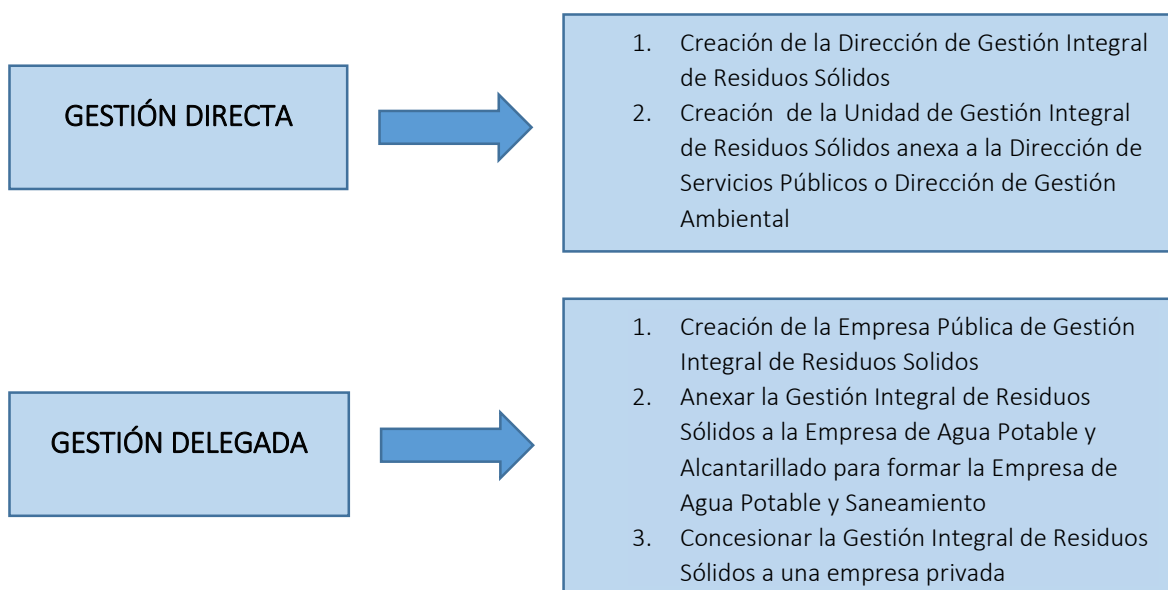


Gráfico N° 12. MODELOS DE GESTIÓN PROPUESTOS PARA LA GIRS
 Elaborado por: Elaboración Propia
 Fuente: GAD MUNICIPAL DE MEJÍA

A continuación se presenta las ventajas y limitantes de cada modelo de gestión que fueron mencionados en el gráfico anterior, (*Cuadro N°69*).

SÍNTESIS DE LAS VENTAJAS Y LIMITANTES DE LOS DIFERENTES MODELOS DE GESTIÓN	
VENTAJAS	LIMITANTES
Creación de la Dirección de Gestión Integral de Residuos Sólidos	
<ul style="list-style-type: none"> • Implicaría menos tiempo para el proceso de implementación. • Requiere únicamente de la decisión del Concejo para su puesta en marcha. • Existencia de dos unidades especializadas para la producción del servicio, se podrían fusionar. 	<ul style="list-style-type: none"> • El problema no es de fortalecimiento es de autonomía. • Las decisiones políticas y de gestión financiera relacionadas con el servicio dependerán de la voluntad y prioridad de sus responsables. • Se presenta una gran injerencia administrativa y financiera,

<ul style="list-style-type: none"> • Independencia para la toma de decisión al elevarse de coordinaciones a ser una dirección • Manejo exclusivo de la competencia de GIRS. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los ingresos del servicio son distribuidos para cubrir otras necesidades de la Municipalidad • No garantiza los niveles de eficiencia esperados en la gestión de los servicios. • La ejecución de nuevas inversiones y mantenimiento no están garantizados. • No hay participación de los usuarios • La designación de cargos tiene influencia política
Creación de la Unidad de Gestión Integral de Residuos Sólidos anexa a la Dirección de Servicios Públicos o Dirección de Gestión Ambiental	
<ul style="list-style-type: none"> • Implicaría menos tiempo para el proceso de implementación. • Requiere únicamente de la decisión del Concejo para su puesta en marcha. • Fusión de procesos de la GIRS • Funciones establecidas • Direcciones creadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Las decisiones políticas y de gestión financiera relacionadas con el servicio dependerán de la voluntad y prioridad de sus responsables. • Se presenta una gran injerencia administrativa y financiera, • Los ingresos del servicio son distribuidos para cubrir otras necesidades de la Municipalidad • No garantiza los niveles de eficiencia esperados en la gestión de los servicios. • La ejecución de nuevas inversiones y mantenimiento no están garantizados. • La designación de cargos tiene influencia política • Duplicidad o supresión de funciones en varios puestos • La GIRS no sería la única función dentro de la dirección • Presupuestos compartidos
Creación de la Empresa Pública de Gestión Integral de Residuos Sólidos	
<ul style="list-style-type: none"> • La generación de recursos financieros generados por el manejo eficiente son invertidos en los servicios directamente. • Implica menos pasos y tiempo para el proceso de implementación que las otras modalidades. • Se lograría un mayor grado de aceptación de los actores claves involucrados en la toma de decisiones. • Se puede lograr la participación de la comunidad en la gestión de los servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> • La vulnerabilidad de la estructuración de la empresa y su directorio, se pueden dar por intereses políticos. • El pensamiento de gestión de servicio público subsidiado puede mantenerse. • Podría mantenerse un subsidio financiero por la municipalidad por la demora en alcanzar la auto sostenibilidad

<ul style="list-style-type: none"> • Puede incorporar la contratación de servicios especializados con mayor oportunidad y eficiencia. 	
Anexar la Gestión Integral de Residuos Sólidos a la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado para formar la Empresa de Agua Potable y Saneamiento	
<ul style="list-style-type: none"> • La generación de recursos financieros generados por el manejo eficiente son invertidos en los servicios directamente. • Requiere únicamente de la decisión del Concejo para su puesta en marcha. • Implica menos pasos y tiempo para el proceso de implementación que las otras modalidades. • Se lograría un mayor grado de aceptación de los actores claves involucrados en la toma de decisiones. • Se puede lograr la participación de la comunidad en la gestión de los servicios. • Puede incorporar la contratación de servicios especializados con mayor oportunidad y eficiencia. • Se aprovecharía el personal administrativo y financiero de la empresa que está establecida. 	<ul style="list-style-type: none"> • La vulnerabilidad de la estructuración de la empresa y su directorio, se pueden dar por intereses políticos. • El pensamiento de gestión de servicio público subsidiado puede mantenerse. • Podría mantenerse un subsidio financiero por la municipalidad por la demora en alcanzar la auto sostenibilidad. • Aumento de personal al aumentarse las funciones. • Las áreas de gestión de la empresa son totalmente distintas. • Priorización de una actividad sobre la otra. • Diferentes catastros por diferentes servicios. • Baja recaudación por tasa de basura. • Gerentes que no manejen áreas diferentes. • Mezcla de presupuestos.
Concesionar la Gestión Integral de Residuos Sólidos a una empresa privada	
<ul style="list-style-type: none"> • La generación de recursos financieros generados por el manejo eficiente son invertidos en los servicios directamente pero con una mayor rentabilidad propuesta por la empresa. • Difícil toma de decisión del Concejo para su puesta en marcha. • Puede incorporar la contratación de servicios especializados con mayor oportunidad y eficiencia. • Personal autónomo a la municipalidad • Los problemas presentados en la operativa de la GIRS son exclusivamente de responsabilidad de la empresa • Mejor catastro de recaudación • No existe injerencia política en la parte técnica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la tasa de recolección de basura. • Largo tiempo de concesión hasta recuperar las inversiones. • Pérdida de administración por parte de la municipalidad. • Privatización de servicios. • Pérdida de ingresos a la municipalidad. • Reducción de fuentes de empleo. • No se logra la participación de la comunidad en la gestión de los servicios.

Cuadro N° 69. VENTAJAS Y LIMITANTES DE LOS DIFERENTES MODELOS DE GESTIÓN

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD Municipal de Mejía

En cualquier modalidad de gestión que se concluya podría tener mayores probabilidades de éxito y que la municipalidad de Mejía deberá decidir, es necesario que se tenga en cuenta los siguientes aspectos que permitirán lograr los objetivos y los resultados propuestos (*Cuadro N°70*).

CONDICIONES DE VIABILIDAD PARA EL CAMBIO DE MODELO DE GESTIÓN	
En el manejo operativo	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de acuerdo con la demanda máxima. • Aplicar el plan de mantenimiento preventivo. • Control de calidad. • Medición de resultados.
En el manejo financiero	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo autónomo de la gestión financiera de los servicios. • El costo promedio de sostenibilidad financiera, deberá considerarse como referencia para la estructuración tarifaria. • Deberá iniciar su gestión en condiciones de auto sostenibilidad financiera. • Dotar de un capital de trabajo para la fase de puesta en marcha del nuevo modelo de gestión. • Software que genere información oportuna y confiable.
En el manejo Comercial	<ul style="list-style-type: none"> • Concientizar a la ciudadanía para el pago de los servicios. • Aplicar un software comercial que garantice calidad de información y atención al cliente. • Campaña de educación a la ciudadanía. • Medición de resultados.
En el manejo Organizacional	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar y mantener el personal estrictamente necesario. • Selección del personal más idóneo y productivo para vincularlo en la gestión de los servicios. • Capacitación al personal. • Aplicación de indicadores de gestión. • Separar los procesos de gestión y control de los servicios.
En el manejo de los aspectos Legales	<ul style="list-style-type: none"> • Formular las ordenanzas y reglamentos que tengan relación con el nuevo modelo de gestión, para facilitar su puesta en marcha. • Buscar asesoría especializada según corresponda el tema que se presente. • Aplicar la normativa para garantizar la imagen empresarial.
En el manejo Social y Político	<ul style="list-style-type: none"> • El Alcalde debe liderar este proceso de cambio y debe ejercer un liderazgo en el proceso de concertación con el Concejo Cantonal y la ciudadanía.

	<ul style="list-style-type: none"> • Informar adecuadamente a la ciudadanía para facilitar la puesta en marcha del nuevo modelo de gestión. • Buscar la participación ciudadana para lograr la sostenibilidad de los procesos.
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Cuadro N° 70. CONDICIONES DE VIABILIDAD PARA EL CAMBIO DE MODELO DE GESTIÓN

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD Municipal de Mejía

PROPUESTA METODOLÓGICA DE MEJORA PARA LA SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS Y CAPACITACIÓN A LA COMUNIDAD

➤ **PROBLEMAS IDENTIFICADOS**

Se identificó que la comunidad no tiene los suficientes conocimientos acerca de la importancia de la Gestión Integral de Residuos Sólidos ni posee la voluntad para realizar la separación diferenciada entre residuos orgánicos e inorgánicos, de igual manera no se concibe un verdadero interés político por parte del consejo municipal lo que dificulta la implementación de cualquier propuesta de mejora al no ser esta una inversión políticamente rentable.

De igual manera se identificó que se carece de un plan de socialización y capacitación en materia de gestión ambiental y residuos sólidos, el cual debería ir dirigido a la comunidad, funcionarios públicos e instituciones educativas logrando mayor empoderamiento de la gente hacia su entorno, pues el problema de la GIRS no solamente depende de la municipalidad sino también de la colectividad.

➤ **PROPUESTA DE MEJORA**

Se plantea presentar una propuesta de socialización y capacitación que vaya dirigido a todos los niveles de la sociedad iniciando por los funcionarios públicos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía, Juntas Parroquiales, Dirigencias Barriales, Empresa Privada, Instituciones Educativas y la colectividad en su conjunto.

El programa de socialización y capacitación se basará en cinco subprogramas principales que serán diseñados y dirigidos a los diferentes grupos sociales que

tienen relación directa en la gestión de residuos sólidos, a través de los cuales se pretende obtener beneficios ambientales, culturales y económicos:

Programa de Educación Ambiental:

Su principal objetivo es: Sensibilizar a la población con respecto al manejo adecuado de los residuos sólidos y buenas prácticas ambientales con miras al desarrollo sostenible y la incursión en la Economía Circular, mediante la siguiente propuesta (*Cuadro N°71*).

Programa de Educación Ambiental			Resultados Esperados	
ACCIONES	ACTIVIDADES	TAREAS	INDICADORES	MATERIALES Y MÉTODOS
Capacitaciones a unidades educativas y funcionarios públicos	Proyección de una presentación de buenas prácticas ambientales	Inquietudes por parte de los participantes. Llenar registro de asistencia	Llegar al 100% de los departamentos municipales y al menos el 50% de unidades educativas	Presentaciones en Power Point, proyector, videos, infografías y material didáctico
Dinámicas a los participantes	Juegos de preguntas y respuestas	Respuestas acertadas con incentivos a los participantes	Llegar al 30% de participación	Incentivos mediante la entrega de bolsas de abono orgánico y plantas
Concientización a los participantes	Videos de concientización	Crear conciencia ambiental	Al menos el 40% de los participantes ejecuten buenas prácticas ambientales	Video, parlantes, proyector, computadora

Cuadro N° 71. PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD Municipal de Mejía

Programas de Minimización en la Fuente y Separación Diferenciada:

Sus principales objetivos son: 1) Generar un cambio positivo en los hábitos de consumo, procurando la reducción y reutilización en los residuos generados; 2) Generar el hábito de la separación en la fuente con respecto a las características físico-químicas de los residuos, mediante la siguiente propuesta (*Cuadro N°72*).

Programa de Minimización en la Fuente y Separación Diferenciada			Resultados Esperados	
ACCIONES	ACTIVIDADES	TAREAS	INDICADORES	MATERIALES Y MÉTODOS
Capacitaciones a puerta a puerta sobre el adecuado manejo de residuos sólidos	Entrega de trípticos donde se explique cómo minimizar y separar los residuos	Inquietudes por parte de los habitantes del hogar	Llegar a los barrios más numerosos en al menos el 25% de los hogares de todas las parroquias	Infografías y material didáctico
Entrega de fundas para separación diferenciada	Llenar el registro de entrega	Proporcionar la información solicitada	Entregar al menos 2 tipos de fundas para residuos orgánicos e inorgánicos	Registro de entrega
Concientización a los habitantes de los hogares	Charla con un reciclador de base	Crear conciencia en el adecuado manejo de residuos sólidos	Al menos el 25% de los hogares empiecen con un adecuado manejo de residuos sólidos	Incentivos mediante la entrega de bolsas de abono orgánico y plantas

Cuadro N° 72. PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN EN LA FUENTE Y SEPARACIÓN DIFERENCIADA

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD Municipal de Mejía

Programa de Almacenamiento, Recolección y Transporte:

Sus principales objetivos son: 1) Optimizar la recolección y transporte de los residuos como resultado del programa de separación en la fuente; 2) Desarrollar sitios de almacenamiento, técnica y ambientalmente adecuados, mediante la siguiente propuesta (*Cuadro N°73*).

Programa de Almacenamiento, Recolección y Transporte:			Resultados Esperados	
ACCIONES	ACTIVIDADES	TAREAS	INDICADORES	MATERIALES Y MÉTODOS
Capacitaciones a unidades educativas, juntas parroquiales y presidentes barriales	Proyección de una presentación sobre el correcto almacenamiento de desechos y rutas y horarios de recolección	Inquietudes por parte de los participantes	Llegar al 100% de los participantes para que logren transmitir en las asambleas comunitarias	Presentaciones en Power Point, proyector, videos, infografías y material didáctico, pautas en medios de comunicación y digitales

Entrega de carteles de horarios y frecuencias de recolección por parroquias y barrios	Llenar registro de asistencia y entrega	Colocar los carteles e infografías en sitios visibles para la comunidad	Llegar a todas las parroquias del Cantón Mejía	Carteles e infografías
Concientización a los participantes	Videos de concientización	Crear conciencia sobre el adecuado manejo de residuos sólidos	Al menos el 50 % de los asistentes transmitan la información	Incentivos mediante la entrega de bolsas de abono orgánico y plantas

Cuadro N° 73. PROGRAMA DE ALMACENAMIENTO, RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD Municipal de Mejía

Programa de Recuperación y Aprovechamiento:

Su principal objetivo es: Incorporar de los residuos generados de nuevo a la cadena productiva como materia prima, mediante la siguiente propuesta (*Cuadro N°74*).

Programa de Recuperación y Aprovechamiento			Resultados Esperados	
ACCIONES	ACTIVIDADES	TAREAS	INDICADORES	MATERIALES Y MÉTODOS
Capacitaciones a los recicladores de base y recicladores asociados del Centro de Reciclaje Romerillos	Proyección de una presentación sobre buenas prácticas ambientales, manejo adecuado de residuos, reciclaje inclusivo y Economía Circular	Inquietudes por parte de los participantes. Llenar registro de asistencia	Llegar al 60% de los recicladores de base identificados y al 100% de los recicladores asociados	Presentaciones en Power Point, proyector, videos, infografías y material didáctico
Dinámicas a los participantes	Juegos de preguntas y respuestas	Respuestas acertadas con incentivos a los participantes	Llegar al 60% de participación	Incentivos económicos, víveres, capacitaciones
Concientización a los participantes	Videos de concientización	Crear conciencia sobre la importancia de formar asociaciones y regulación de la actividad	Al menos el 50% de los recicladores de base logren asociarse	Incentivos económicos, víveres, capacitaciones

Cuadro N° 74. PROGRAMA DE RECUPERACIÓN Y APROVECHAMIENTO

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD Municipal de Mejía

Programa de Indicadores:

Su principal objetivo es: Controlar periódicamente la recolección de datos para conocer si se está llegando a los objetivos y metas planteadas, mediante la siguiente propuesta (*Cuadro N°75*).

Programa de Indicadores			Resultados Esperados	
ACCIONES	ACTIVIDADES	TAREAS	INDICADORES	MATERIALES Y MÉTODOS
Procesar los indicadores de los programas a realizar	Recopilar los registros	Tabulación de resultados	Porcentajes propuestos en los programas	Computadora, software para procesar datos, infografías
Seguimiento de los planes propuestos	Realizar el seguimiento a los actores claves de los programas propuestos	Tabulación de resultados.	Porcentajes propuestos en los programas	Computadora, software para procesar datos, instrumentos de seguimiento, infografías
Socialización de resultados a través de medios de comunicación y redes sociales	Publicación de resultados en todos los medios posibles	Evaluación de resultados	Porcentajes logrados con el plan de socialización y capacitación	Medios de comunicación tradicionales y redes sociales

Cuadro N° 75. PROGRAMA DE INDICADORES

Elaborado por: Elaboración Propia

Fuente: GAD Municipal de Mejía

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

De la evaluación a la GIRS que realiza el GAD Municipal del Cantón Mejía, se puede concluir que esta entidad ejecuta las diferentes fases gestión de residuos bajo el modelo de Administración Directa, mediante la Dirección de Servicios Públicos, que es la encargada de la recolección y barrido, y la Dirección de Gestión Ambiental y Riesgos, que es la encargada del aprovechamiento y disposición final, cumpliendo de esta forma su obligación establecida en el artículo 55 del COOTAD.

La generación de residuos es de 61,95 Ton/día con un PPC de 0,57 kg/hb/día, de los cuales el 47,2% son inorgánicos y el 52,8% son orgánicos, se realiza un barrido de 42,5 km de vías con 15 trabajadores. La recolección se la realiza con 10 vehículos de carga posterior, con una cobertura del 90% en el área urbana, y del 60% en el área rural, estos son trasladados al Centro de Reciclaje Romerillos donde se recuperan el 5,79% de inorgánicos mediante reciclaje, y el 2,22% mediante compostaje. Los residuos sólidos que no son aprovechados, son llevados a los cubetos de disposición final, totalmente impermeabilizados y con las respectivas captaciones de gases y lixiviados, para luego realizar una disposición mecanizada mediante el método mixto de área y trinchera, logrando un grado de compactación de 0.7 Ton/m³, actualmente se opera la cuarta etapa del relleno sanitario, el cual según estimaciones tiene una vida útil de 10 años.

De la evaluación a las características de los residuos en los parámetros de agua, aire, suelo, ruido, lixiviados y lodos, como parte del cumplimiento de las obligaciones dentro de la Licencia Ambiental 162 otorgada por el MAE, con Laboratorios Acreditados por la SAE, se pudo determinar las propiedades físicas, químicas y biológicas. De las cuales se desprende que los parámetros de aire, agua, suelo y ruido cumplen con los límites permisibles de la Normativa Legal Ambiental Vigente, mientras que los parámetros de lixiviados y lodos no cumplen en su totalidad con los límites permisibles en la Normativa Legal Ambiental Vigente lo

que puede acarrear sanciones por parte de la Autoridad Ambiental nacional competente en el caso de que no se realice las mejoras respectivas.

Dentro de la propuesta metodológica se pudo concluir que para la etapa de barrido, para cubrir el total de 42,5 km y cumplir con las recomendaciones de la OPS se debería contratar a 6 nuevos barrenderos o redistribuir y reajustar las rutas para que estas sean equitativas en longitud y tiempo.

Para la etapa de recolección, se debe realizar un rediseño de micro rutas, tomando como punto de partida las macro rutas propuestas en el presente trabajo, utilizando la base de datos existente en la municipalidad los cuales servirían como una línea base.

Para la etapa de aprovechamiento de residuos inorgánicos y orgánicos, se propone ejecutar el proyecto de cubiertas adecuadas, a fin de mejorar los procesos y porcentajes de reciclaje y compostaje, al brindar mayores comodidades a las asociaciones de recicladores y personal municipal, lo cual se vería reflejado en el aumento de los indicadores de materiales recuperados.

Para la etapa de aprovechamiento de residuos orgánicos, se considera la adquisición de una mini cargadora, esta servirá para mejorar los procesos de la elaboración de Bokashi y ayudará en los diferentes trabajos que requiere la operación del relleno sanitario.

Para la etapa de recolección y disposición final, se debería realizar el cambio de vehículos y maquinaria pesada que ya cumplieron su vida útil o crear un adecuado plan de mantenimientos preventivos y correctivos, a fin de garantizar la operatividad del sistema, evitando pérdidas de tiempo al tener equipos en malas condiciones.

Para la etapa de disposición final, se deberá realizar un rediseño de la distribución geométrica de los nuevos cubetos de residuos sólidos, tomando como punto de partida el diseño original del Plan Masa a fin de optimizar el espacio físico del terreno, además de considerar la expropiación o adquisición de nuevos terrenos anexos al Centro de Reciclaje para realizar una planificación a largo plazo, aumentando la vida útil del Relleno Sanitario. En el área de lixiviados se debe

realizar un rediseño a la Planta para aumentar el porcentaje de tratamiento, puesto que la recirculación no es un método sostenible a largo tiempo. En el área de desechos biopeligrosos se debe cambiar el modelo de gestión mediante concesión a una empresa privada calificada como gestor ambiental por el MAE, para los servicios de recolección y disposición final con autoclave o incineración y que los generadores paguen las tarifas establecidas dentro del convenio que implicaría ahorros económicos y técnicos sustanciales a la municipalidad.

RECOMENDACIONES

Para mejorar el tema económico acerca de la tasa de recolección de basura, se recomienda contratar una consultoría en la que se considere el costo real de la gestión integral de residuos sólidos en todas las etapas y no se cobre únicamente la tasa de basura anexada al consumo de la luz eléctrica, a fin de poder recaudar los montos reales invertidos por la municipalidad.

Se recomienda cambiar el modelo de gestión a una empresa pública que pueda ser autosustentable, en caso de no ser factible la creación de una empresa pública para la gestión integral de los residuos, se recomienda unificar los procesos de GIRS en una sola Dirección Municipal a fin de garantizar la correcta operación desde la generación hasta la disposición final.

Se recomienda utilizar este estudio como una herramienta básica para la toma de decisiones, considerando los datos cualitativos y cuantitativos, a fin de poder mejorar la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Cantón Mejía.

Se recomienda socializar los resultados de este estudio a las autoridades del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía, comunidad e instituciones educativas, a fin de que sirva para generar interés social y político sobre un adecuado manejo de los residuos sólidos, así como la importancia de una adecuada separación de los mismos, y de esa manera crear conciencia ambiental en procura de la conservación del medio ambiente y la incursión en el nuevo paradigma de la Economía Circular.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acuerdo Ministerial, N. 026. 12 de mayo del 2008. Procedimientos para Registro de generadores de desechos peligrosos, gestión de desechos peligrosos previo al licenciamiento ambiental, y para el transporte de materiales peligrosos, Registro Oficial, (334).
2. Acuerdo Ministerial, N. 061. (2015). Reforma del Libro VI del texto unificado de Legislación Secundaria del Ministerios del Ambiente.
3. Acurio, G., Rossin, A., Teixeira, P. F., & Zepeda, F. (1997). Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Inter-American Development Bank.
4. Álvarez Castillo, P. y Cajas Morales, L. (2020). Comparación del aprovechamiento actual con el potencial recuperable de los residuos sólidos dispuestos en el Relleno Sanitario “Romerillos”. Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Ambiental. Carrera de Ingeniería Ambiental. Quito: UCE. 69 p
5. Álvarez, J., (2013). “Manual de compostaje para agricultura ecológica” en Universidad de Vigo. España, Disponible en: http://www.ciencias-marinas.uvigo.es/bibliografia_ambiental/agricultura_ecologica/Manual%20compostaxe.pdf.
6. Alvitez Rojas, C. S., & Paz Alvitez, K. D. (2017). Proyecto de desarrollo local: gestión adecuada de los residuos sólidos en las familias del pueblo joven Santo Toribio de Mogrovejo-Chiclayo, 2017.
7. ASTM, A. (2019). D882-18, Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting. ASTM.
8. Ávila, H. L. (2006). Introducción a la metodología de la Investigación. (Edición electrónica) Disponible: <http://www.eumed.net/libros/2006c/203/2i.htm>
9. Balboa, C. H., & Somonte, M. D. (2014). Economía circular como marco para el eco diseño: el modelo ECO-3. Informador técnico, 78(1), 82-90.

10. Berent, M. R. (2004). Mejoramiento en la gestión de RSU de pequeñas ciudades intermedias: análisis y diagnóstico sectorial. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste.
11. Briseño, R. (1981). Ambiente Basura. El nivel económico determina la basura. Caracas, Venezuela.
12. Cabezas Villegas, Henry Daniel y Jami Gallardo, Paola Victoria (2018). Evaluación, diagnóstico y propuesta del manejo de residuos sólidos de las rutas de recolección seleccionadas según sus características en el cantón Ibarra. Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Ambiental. Carrera de Ingeniería Ambiental. Quito: UCE. 187 p.
13. Castro, B. (2000). Manual para el manejo adecuado de los residuos sólidos en medianos y pequeños municipios. Corporación OIKOS (pp. 60-60). Quito, Ecuador.
14. Castro, J. A. G., & Pérez, G. B. (2016). Gestión de residuos sólidos urbanos, capacidades del gobierno municipal y derechos ambientales. Sociedad y ambiente, 1(9), 73-101.
15. Castillo, M. y U. Torsten, (2014) Manual de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Edición a cargo de Irma Larrea Oña. Ecuador, Galápagos.
16. Castillo, M., (2012). “Consultoría para la realización de un estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos Domésticos y Asimilables a Domésticos para el Distrito Metropolitano de Quito” en EMASEO. Disponible en: http://www.emaseo.gob.ec/documentos/pdf/Caracterizacion_residuos.pdf
17. CEPIS-OPS, (2016). “Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios” en Repositorio CEPAL. Chile, disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/evaluacion/anexo2.pdf>
18. CARE Internacional-Avina (2012). Programa Unificado de Fortalecimiento de Capacidades. Módulo, 9 Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS). Ecuador, enero de 2012.
19. COA. (2017). Código Orgánico Ambiental. Registro Oficial Suplemento 983 de 12-Abril-2017, 68. Obtenido de:

<https://www.propiedadintelectual.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2017/micrositio/normativa/codigo-organico-ambiental.pdf>

20. Constituyente, A. (2008). Constitución del Ecuador. República del Ecuador. Quito, Ecuador.
21. Competitividad, P., & Ambiente, M. (2008). Manual para la elaboración de planes municipales de gestión integral de residuos sólidos. Obtenido de: *<http://ley8839.go.cr/blog/documentos/publicaciones/manual-elaboracion-planes-municipales-girs-2008-baja-res.pdf>*.
22. Colomer Mendoza, F. J., & Gallardo Izquierdo, A. (2007). Tratamiento y gestión de residuos sólidos. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia (España).
23. CON, P., & DEL PROTOCOLO, D. M. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Francia, 2, 0.
24. COOTAD (2010). Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización. Registro Oficial Suplemento 303 de 19-Oct-2010, 174. Obtenido de: *http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf*
25. Cuvi, N. (2015). Residuos sólidos en América Latina: gestión, políticas públicas y conflictos socioambientales. Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales, (17), 1-3.
26. Chaves, M. (2001). Sistema de Manejo de Desechos Sólidos en el Cantón de San Ramón. Antioquia, Colombia.
27. De Quito, M. D. D. M. (2016). Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos del Distrito Metropolitano de Quito 2016, 2025, 287.
28. Ekos, R. (2014). Ekos Negocios. Obtenido de *<http://www.ekosnegocios.com/empresas/RankingEcuador.aspx>*.
29. Flores, C. B. (2009). La problemática de los desechos sólidos. Economía, (27), 121-144.
30. García Barcala J. (2014). La historia de la basura. ¿Hemos cambiado? Publicado: En septiembre 25, 2014.
31. Geilfus, F. (2002). 80 herramientas para el desarrollo participativo. IICA.
32. Goleman, D. (1999). Working with emotional intelligence. Bantam Books, New York.

33. Hui, Y. (2006). Urban solid waste management in Chongqing: Changes and opportunities. En Y. Hui.
34. Hyman, M., Turner, B., & Carpintero, A. (2013). Guía para la Elaboración de Estrategias Nacionales de Gestión de Residuos.
35. INEC. (2010). “Censo de Población, Densidad Poblacional y Superficie de Ecuador”, Pichincha al día. Mejía, disponible en: <http://www.pichinchaldia.gob.ec/actualidad/item/1799-nuevo-censo-en-aloasi-ymachachi.html>
36. INEC, I. (2010). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Obtenido de: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home>.
37. INHAMI (2011). “Anuario meteorológico” [En línea], Quito, Carlos Naranjo, disponible en: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wpcontent/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>
38. Jaramillo Henao, G., & Zapata Márquez, L. M. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia.
39. Jaramillo Cando, A. I., & Rojas Herrera, B. D. (2017). 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. 129 hojas. Quito: EPN.
40. Jaramillo, J. (1999). Gestión integral de residuos sólidos municipales. Obtenido de GIRSM: Feria Internacional Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos, Siglo XXI.
41. Jaramillo, J. (2002). Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 19-24.
42. Jaureguiberry M. (2016). Que es la capacitación [Internet]. Disponible en: <http://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/segumar/Laura/material/Que%20es%20la%20Capacitaci%F3n.pdf>.
43. Jiménez Martínez, N. M. (2015). La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad.

44. Lucero, J. y J. Viñamagua, (2016). Diseño de un Sistema de Recolección de Residuos Sólidos en el Cantón Cayambe. Tesis de Ingeniería. Ecuador, Universidad Central del Ecuador. Ecuador, disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7518/1/T-UCE-0012-44.pdf>
45. MAE/PNGIDS. (2010). Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos - PNGIDS ECUADOR.
Obtenido de: <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>
46. MEJÍA G.A.D.M. (2013). Ordenanza para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Cantón Mejía, 2013.
Obtenido de: <http://www.municipiodemejia.gob.ec>
47. MEJÍA G.A.D.M. (2015). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial PDOT.
Obtenido de: <http://www.municipiodemejia.gob.ec/documents/ordenanzas/act-pdot-2015.pdf>
48. Método de ensayo. (2019, 26 de julio). Wikipedia, La enciclopedia libre. Disponible en: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=M%C3%A9todo_de_ensayo&oldid=117712364.
49. METROPOLITANA, Á. (2004). Guía para el Manejo Integral de Residuos Sólidos en el Valle de Aburrá. *Medellín: Área Metropolitana del Valle de Aburrá*.
50. NMX-AA-019, (1985). “Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales - Peso Volumétrico In Situ” en ECOLEX. México, disponible en: https://www.ecolex.org/es/details/legislation/nmx-aa-019-1985-metodo-de-prueba-para-determinar-el-peso-volumetrico-de-los-residuos-solidos-lex-faoc051993/?q=%EF%80%AD%09NMX-AA-019&xdate_min=&xdate_max=
51. ONU, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2018). Perspectiva regional de la gestión de residuos en América Latina y el Caribe.

Obtenido de:

https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26448/Residuos_LAC_ES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

52. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2013). Informe sobre Desarrollo Humano 2013.

Obtenido de:

http://www.undp.org/content/dam/venezuela/docs/undp_ve_IDH_2013.pdf

53. Ramos Agüero, D., & Terry Alfonso, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bokashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos tropicales*, 35(4), 52-59.
54. Rocha, A. (2009). Estudio de diferentes tipo de inòculos en la elaboración de compost, a partir de desechos domèsticos orgànicos. Quito, Pichincha, Ecuador.
55. Rollandi, R. (2012). Problemática de la gestión de residuos sólidos urbanos en las megaciudades. *IC Latinoamérica*.
56. Ruiz, A. (6 de enero de 2004). Guía para la implementación del programa piloto de reaprovechamiento de residuos sólidos en Huamanga, Pucallpa y Tingo María. San Isidro, Lima.

Obtenido de:

https://www.google.com.ec/search?ei=d24fWoqGOpKJ_Qa5yp3QDw&q=manual+de+gestion+integral+de+residuos+solidos+en+rellenos+sanitarios&oq=manual+de+gestion+integral+de+residuos+solidos+en+rellenos+sanitarios&gs_l=psy-ab.3...31008634.31031016.0.31031356.22.20

57. Sáez, A., & Urdaneta, J. A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 20(3), 121-135.
58. Sakurai, K., (1983). “Programa Regional OPS/EHP/CEPIS de Mejoramiento de la Recolección, Transporte y Disposición Final de Residuos Sólidos, Ciclo: Aspectos Básicos del Servicio de Aseo Urbano, Módulo: Análisis de los Residuos Sólidos Municipales” en *BVSDE*. Lima, Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/cdrom-repi86/fulltexts/bvsacd/scan/014923.pdf>

59. Sakurai, K., (2000) “Método sencillo del análisis de residuos sólidos” en *Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental*. Lima, disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html>
60. Sandoval, L., (2004). “Informe Técnico 634” en BVSDE. [En Línea]. Bolivia, disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/evaluacion/Anexo2.pdf>
61. SECOFI. (1985). Norma mexicana NMX-AA-015-1985. Protección al ambiente-contaminación del suelo-residuos sólidos municipales-muestreo-método de cuarteo. Diario Oficial de la Federación.
62. SEDESOL, (2001). “Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales” en INAPAM. México, disponible en: <http://www.inapam.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1592/1/images/ManualTecnicoSobreGeneracionRecoleccion.pdf>
63. Servicio Ecuatoriano de Normalización, (2014). “NTE INEN 2841:2014 Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos” en *Servicio Ecuatoriano de Normalización*. Ecuador, disponible en: http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_2841.pdf
64. Silva Naranjo, A., Morán Montalvo, C., Cárdenas Zambrano, C., Macuy Calle, J., & Behr Gutiérrez, J. (2015). La Inflación y el ingreso de los recolectores de desechos sólidos inorgánicos reciclables de la ciudad de Guayaquil.
65. Tello, P., Martínez Arce, E., Daza, D., Tello Espinoza, P., Soulier Faure, M., & Terraza, H. (2010). Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe 2010. IDB Monograph (Infrastructure and Environment Sector. Water and Sanitation Division).

66. Toro, E. R., Narea, M. S., Pacheco, J. F., Villablanca, E. C., & Gálvez, A. (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Naciones Unidas, CEPAL.
67. Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1993). Gestión integral de residuos sólidos. Editorial McGraw-Hill.
68. Tchobanoglous, G. (1994). Gestión Integral De Residuos Sólidos, 1era. Edición en Español, Mac Graw Hill.
69. Tchobanoglous, G.; Theisen, H y S. Vigil, (1994), Gestión Integral de Residuos Sólidos. Vol II, Madrid, España:McGraw-Hill.
70. T. U. D. L. L. DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE–TULSMA (2002): Libro VI de la Calidad Ambiental, Anexo VI: Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos. Ecuador.
71. Valbuena, P. (diciembre de 2007). Programa comunitario para la recolección de basura doméstica en la comunidad de Cassiano Lossada. Maracaibo, Venezuela.