

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE QUITO**

**CARRERA: INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:**  
**INGENIEROS AMBIENTALES**

**TEMA:**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRAL DE  
GESTIÓN PARA MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS  
EN EL ÁREA DE HOSPEDAJE DE LA ESTACIÓN BIOLÓGICA KUTUKÚ  
Y EN EL ÁREA DE PREPARACIÓN DE ALIMENTOS DEL INTERNADO Y  
COCINA DE SEVILLA DON BOSCO, MACAS- ECUADOR 2016**

**AUTORES:**

**WILY ALFONSO CALAHORRANO ORTEGA**

**BYRON RICARDO QUISPE RAMOS**

**TUTOR:**

**CECILIA ELIZABETH BARBA GUEVARA**

**Quito, enero del 2017**

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, WILY ALFONSO CALAHORRANO ORTEGA con documento de identificación N° 1717120081, BYRON RICARDO QUISPE RAMOS con documento de identificación N° 1723598239 expreso mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana todos los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN PARA MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN EL ÁREA DE HOSPEDAJE DE LA ESTACIÓN BIOLÓGICA KUTUKÚ Y EN EL ÁREA DE PREPARACIÓN DE ALIMENTOS DEL INTERNADO Y COCINA DE SEVILLA DON BOSCO, MACAS- ECUADOR 2016.”, mismo que ha sido desarrollado para optar el título de: INGENIERO AMBIENTAL, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado por la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



.....

Nombre: WILY ALFONSO  
CALAHORRANO ORTEGA  
Cédula: 1717120081



.....

Nombre: BYRON RICARDO  
QUISPE RAMOS  
Cédula: 1723598239

Fecha: Quito, enero del 2017

## **DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR/A**

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo experimental, “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN PARA MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN EL ÁREA DE HOSPEDAJE DE LA ESTACIÓN BIOLÓGICA KUTUKÚ Y EN EL ÁREA DE PREPARACIÓN DE ALIMENTOS DEL INTERNADO Y COCINA DE SEVILLA DON BOSCO, MACAS- ECUADOR 2016.” realizado por WILY ALFONSO CALAHORRANO ORTEGA Y BYRON RICARDO QUISPE RAMOS, cumpliendo con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.



.....  
CECILIA ELIZABETH BARBA GUEVARA

C.I.: 1707482921

## **DEDICATORIA**

A Dios, por haberme brindado perseverancia diaria para alcanzar este logro dentro de mi vida profesional y por nunca abandonarme, ni en los momentos más difíciles, siempre brindándome enseñanzas en mi vida académica y personal.

A mis padres, María Luisa y Henry; y a mi hermano Adrián por su cariño, confianza, consejos y apoyo incondicional, pese al sinnúmero de diferencias que se presentaron y por ser mis guías y formar de mí, una persona humilde y capaz.

A mi hermano Andrés, quien ya no se encuentra a mi lado, pero estoy seguro que siempre me acompaña; él representa mi mayor fortaleza e inspiración para cumplir cada uno de mis objetivos; dedico mi trabajo a su memoria porque a través de mí, él verá alcanzada su meta que, por circunstancias ajenas a nuestros deseos se vio privado de hacerlo físicamente; sé que desde el lugar que se encuentre celebra conmigo y gracias a ti puedo decir que, lo logramos hermano.

Finalmente a una persona muy especial que jamás le olvidare, quien en estos últimos dos años me entrego todo su apoyo y sabiduría para lograr mi objetivo.

**Wily Alfonso Calahorrano Ortega**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por haberme permitido alcanzar tan añorado sueño y con su bendición tengo la seguridad que cumpliré aún más por dificultosos que sean.

A mi familia, especialmente a mis padres Grace y Miguel que me brindaron su comprensión y apoyo incondicional en circunstancias difíciles de afrontar, a mis hermanos Edwin, Paola y Dayana que me dan la alegría de poder seguir cumpliendo metas y sobre todo por siempre permanecer unidos, a mi angelito que me cuida siempre mi abuelita Blanca, gracias por los sabios consejos que me diste, desde el cielo sé que estas feliz.

A mis grandiosos amigos que conocí en el cumplimiento de este sueño: Marcelo, Daniel, Cristian, César, Jhonatan, Santiago, por ese apoyo incondicional y consejos brindados en especial a mi compa Danny siempre tenías las palabras precisas para que no decaiga y seguir adelante, a la bandola: Iván, Andrés, Jhonatan, Silvana, Katty, Alex, Santiago, son muchas las experiencias vividas, en las buenas y en las malas, la bandola siempre unida.

**Byron Ricardo Quispe Ramos**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos en primer lugar a Dios, por acompañarnos durante toda esta etapa académica, siempre dándonos fuerza para seguir adelante, sin importar el obstáculo que se nos presente.

A nuestros padres, ya que sin su apoyo no hubiésemos podido lograr esta meta, ellos depositaron su entera confianza en nosotros, ayudándonos a enfrentar retos y adversidades durante toda nuestra trayectoria estudiantil.

A la Dra. Cecilia Barba, por su ayuda infinita desde nuestro inicio en la carrera universitaria, apoyándonos hasta el final de la misma; por compartir sus conocimientos y consejos valiosos que, han logrado convertirla en más que una excelente docente, en nuestra gran amiga.

Al Ingeniero Richard Vilches quien con su entera predisposición y experiencia, colaboró con el proceso de culminación del proyecto y demostró ser un excelente docente y gran amigo.

Finalmente a todos los familiares, catedráticos, compañeros y amigos que, nos brindaron sus conocimientos, experiencia, sabiduría y confianza para alcanzar este objetivo.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Problema .....	1
1.2. Delimitación.....	2
1.2.1 Político territorial. ....	2
1.2.2 Delimitación geográfica. ....	2
1.3. Explicación del problema .....	3
1.4. Objetivos .....	3
1.4.1 Objetivo General. ....	3
1.4.2 Objetivos Específicos. ....	3
2. MARCO LEGAL.....	4
3. MARCO TEÓRICO.....	6
3.1. Definiciones generales .....	6
3.2. Residuo .....	6
3.3. Residuo o desecho sólido.....	6
3.4. Clasificación de los desechos sólidos .....	6
3.4.1 Residuos sólidos urbanos .....	6
3.4.2 Residuos peligrosos.....	7
3.4.3 Residuos inertes .....	7
3.4.4 Residuos especiales.....	7
3.5. Por su potencial de aprovechamiento. ....	8
3.5.1 Orgánico Compostables. ....	8
3.5.2 Inorgánicos Aprovechables (Reciclables). ....	8
3.5.3 Inorgánicos no reciclables. ....	8
3.6. Punto de vista ecológico. ....	9
3.6.1 Biodegradables.....	9
3.6.2 No biodegradables.....	9
3.7. Caracterización de los residuos sólidos .....	9
3.8. Gestión Integral de Residuos Sólidos .....	9
3.8.1 Componentes .....	10
3.9. Control, Seguimiento y Monitoreo.....	11
3.10. Jerarquía de la Gestión Integral de Residuos Sólidos.....	11

3.10.1 Reducción. ....	11
3.10.2 Reutilización. ....	11
3.10.3 Reciclaje. ....	12
3.11. Etapas de la Gestión Integral de Residuos sólidos. ....	12
3.11.1 Generación y Almacenamiento temporal .....	12
3.12. Definición de parámetros para el diseño del almacenamiento temporal .....	12
3.12.1 Dimensiones del almacenamiento temporal. ....	12
3.12.2 Tipos de recipientes de almacenamiento. ....	13
3.12.3 Clasificación general del código de colores. ....	14
3.12.4 Clasificación específica del código de colores. ....	15
3.13. Transporte y tipos de residuos a recolectar .....	16
3.13.1 Para residuos en general (no reciclables): .....	16
3.13.2 Para residuos reciclables (recolección diferenciada) .....	16
3.13.3 Para residuos orgánicos .....	16
3.14. Frecuencia y horario de servicio .....	17
3.15. Servicios de recolección. ....	18
3.15.1 Servicio Ordinario. ....	18
3.15.2 Servicio Especial. ....	18
3.16. Tratamientos previos a la disposición final.....	19
3.16.1 Tratamientos físicos. ....	19
3.16.2 Tratamientos térmicos .....	20
3.16.3 Tratamiento biológico .....	20
3.17. Proceso de compostaje y dimensionamiento: .....	22
3.17.1 Pre acondicionamiento .....	22
3.17.2 Proceso Biológicos.....	22
3.18. Disposición final de los residuos sólidos no peligrosos .....	24
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
4.1. Materiales. ....	25
4.1.1 Infraestructura física.....	25
4.1.2 Equipos de protección personal: .....	25
4.2. METODOLOGÍA.....	26
4.3. DIAGNÓSTICO.....	26
4.3.1 Área de Influencia Directa (AID). ....	26

4.3.2 Área de influencia indirecta (AII).....	27
4.3.3 Levantamiento de línea base.....	27
4.4. CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS .....	33
4.4.1 PLANIFICACIÓN .....	33
4.5. DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS .....	41
4.5.1 Origen y separación de residuos .....	41
4.5.2 Limpieza del área de estudio .....	44
4.5.3 Recolección de residuos generados en el área de estudio .....	44
4.5.4 Almacenamiento temporal.....	46
4.5.5 Aprovechamiento y Disposición Final.....	50
4.6. COMPOSTAJE .....	51
4.6.1 Fase inicial de Compostaje.....	51
4.6.2 Ubicación. Para la ubicación del área de compostaje se determinó: .....	52
4.6.3 Fase de pre-tratamiento.....	53
4.6.4 Fase de tratamiento.....	53
4.6.5 Fase de post-tratamiento.....	53
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	54
5.1. Interpretación de resultados.....	54
5.1.1 Caracterización .....	54
5.1.2 Implementación del sistema de gestión.....	56
5.1.3 Fase de compostaje .....	60
6. CONCLUSIONES .....	65
7. RECOMENDACIONES .....	66
8. BIBLIOGRAFÍA .....	67
9. ANEXOS.....	70
9.1. Datos generales de caracterización.....	70

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Coordenadas Geográficas de la zona del proyecto.....	2
Tabla 2 Código de colores para la separación general de residuos.....	14
Tabla 3 Código de colores para la separación específica de residuos.....	15
Tabla 4 Equipo de protección personal.....	25
Tabla 5. Especies de flora en la Estación Biológica Kutukú .....	30

Tabla 6. Especies de flora en la Estación Biológica Kutukú .....	31
Tabla 7. Zonas directas tomadas en cuenta .....	33
Tabla 8 Total de la población de la Estación Biológica Kutukú e Internado Sevilla Don Bosco .....	34
Tabla 9. Distribución de encuestas .....	35
Tabla 10. Código de color para residuos.....	37
Tabla 11 Clasificación y descripción del tipo de residuos sólidos. ....	40
Tabla 12. Características de los residuos orgánicos .....	42
Tabla 13. Características de los residuos comunes o inorgánicos .....	43
Tabla 14. Características de los residuos reciclables.....	43
Tabla 15. Características de los residuos infecciosos o peligrosos .....	44
Tabla 16. Horario de recolección de residuos para los estudiantes .....	46
Tabla 17. Calendario de recolección de residuos inorgánicos .....	47
Tabla 18. Cantidades adecuadas para la relación C/N y contenido de humedad en la producción de compost. ....	51
Tabla 19. Datos generales de caracterización .....	70
Tabla 20. Porcentaje diario general. ....	72
Tabla 21. Resultados de caracterización día 2.....	73
Tabla 22. Resultados de caracterización día 3.....	74
Tabla 23. Resultados de caracterización día 4.....	75
Tabla 24. Resultados de caracterización día 5.....	76
Tabla 25. Resultados de caracterización día 6.....	77
Tabla 26. Mediciones de parámetros de temperatura y pH del plan piloto de compostaje.....	90
Tabla 27 cálculo de la relación C/N.....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de descomposición de residuos sólidos.....	23
Figura 2 Determinación de las Áreas de Influencia Sevilla Don Bosco y Hospedaje de la Reserva Biológica Kutukú .....	26
Figura 3. Distribución temporal de temperatura 2011 .....	29
Figura 4. Distribución temporal de precipitación 2011 .....	29
Figura 5. Método de cuarteo.....	37
Figura 6. Fórmula de cálculo para el volumen del cilindro. ....	38
Figura 7. Separación de los residuos sólidos de acuerdo a su composición. ....	39
Figura 8. Sistema de Gestión de residuos sólidos.....	41
Figura 9. Recipiente recolector de botellas plásticas .....	49
Figura 10. Recipiente para residuos reciclables .....	49
Figura 11. Recipiente para residuos infecciosos .....	50
Figura 12. Adecuación del área. ....	56
Figura 13. Mantenimiento y ubicación de contenedores .....	57
Figura 14. Construcción de cama compostera.....	57

Figura 15. Proceso de compostaje .....	59
Figura 16. Separación de residuos sólidos generados dentro del área de estudio. ....	59

### ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Temperatura de proceso de compost .....	61
Gráfica 2. Datos de pH durante producción de Compost .....	62
Gráfica 3. Caracterización de Residuos Sólidos.....	71
Gráfica 4. Caracterización día 1 .....	72
Gráfica 5. Caracterización día 2 .....	73
Gráfica 6. Caracterización día 3 .....	74
Gráfica 7. Caracterización día 4 .....	75
Gráfica 8. Caracterización día 5 .....	76
Gráfica 9. Caracterización día 6 .....	77

### ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Encuesta de vinculación con la sociedad. ....	78
Anexo 2. Registro de entrega de residuos sólidos peligrosos y/o infecciosos. ....	80
Anexo 3. Fotografía del área sanitaria, previa al proceso de caracterización .....	81
Anexo 4. Recolección de residuos sin separación en la fuente dentro de la institución. .....	81
Anexo 5. Separación de residuos en fundas de color azul, negro y rojo .....	81
Anexo 6. Proceso de homogenización de residuos, siguiendo los pasos de la técnica de caracterización utilizada. ....	81
Anexo 7. Homogenización de residuos, utilizando palas de manilla. ....	82
Anexo 8. Proceso de separación de residuos según sus características físicas. ....	82
Anexo 9. Desprendimiento de fundas de basura, en el proceso de caracterización. ..	82
Anexo 10. Separación de residuos según sus características. ....	82
Anexo 11. Pesado de residuos obteniendo pesos y densidad diaria. ....	83
Anexo 12. Afiche utilizado en la capacitación y charlas dentro de la institución .....	83
Anexo 13. Trípticos informativos.....	84
Anexo 14. Resultado de análisis físicos de compost .....	87
Anexo 15 Resultados de análisis microbiológicos de compost.....	88

### ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 .....	13
Ecuación 2 .....	18
Ecuación 3. ....	34
Ecuación 4. ....	37
Ecuación 5. ....	47

## RESUMEN

El diseño e implementación del sistema de gestión para el manejo de los residuos sólidos que se generan en el área de estudio, parte del diagnóstico que determinó la condición actual de la disposición de los desechos, y permitió realizar la evaluación del área de estudio. Por lo tanto el diseño aportará con información suficiente para impulsar un manejo técnicamente adecuado de los residuos que se generan en el área de estudio y reducir el impacto ambiental que la actividad puede llegar a producir. El objetivo fundamental del sistema radica en la búsqueda constante y definitiva de la mejora continua en los procesos de manejo y gestión de residuos sólidos.

Para lograr este objetivo fue necesario realizar la caracterización de los residuos sólidos; datos que permitieron demostrar que el mayor volumen de residuos sólidos pertenece a residuos orgánicos, debido a lo cual se propuso en la investigación, que dichos residuos se traten mediante el compostaje; la ventaja de realizar ésta práctica es; que al final del proceso se puede obtener abono de mejor calidad que podría ser utilizado en las granjas de producción agrícola del internado.

El 13,5% de residuos reciclables determinados en la caracterización, establece la posibilidad de entregar a gestores calificados, beneficiando la autogestión.

Un aspecto importante del trabajo de investigación fue la vinculación con la comunidad, y la puesta en marcha del Sistema de Gestión. Para lo cual se capacitó a la comunidad salesiana de Sevilla Don Bosco, con respecto al manejo adecuado de los residuos sólidos.

## **ABSTRACT**

The design and implementation of the management system for the solid waste management that is generated in the study area, part of the diagnosis that determined the current condition of waste disposal, and allowed the evaluation of the area of study. Therefore, the design will provide sufficient information to promote a technically adequate management of the waste generated in the study area and reduce the environmental impact that the activity can produce. The fundamental objective of the system lies in the constant and definitive search for continuous improvement in solid waste management and management processes.

To achieve this objective, it was necessary to characterize the solid waste; Data that showed that the largest volume of solid waste belongs to organic waste, which is why it was proposed in the investigation that such waste be treated by composting; The advantage of performing this practice is; That at the end of the process can obtain better quality fertilizer that could be used in agricultural farms of the boarding school.

The 13.5% of recyclable waste determined in the characterization, establishes the possibility of delivering qualified managers, benefiting self-management.

An important aspect of the research work was the link with the community, and the implementation of the Management System. For this purpose the Salesian community of Seville Don Bosco was trained in the proper management of solid waste.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Como parte de la actividad cotidiana en el área de hospedaje de la Estación Biológica Kutukú e internado y cocina Sevilla Don Bosco se generan residuos sólidos los mismos que, si no tienen un manejo adecuado podrían afectar a la salud de la población estudiantil del internado y a los visitantes que frecuentan las instalaciones. Por esta razón es adecuado implementar un sistema integral que considere la recolección de residuos, clasificación y disposición final en rellenos sanitarios tecnificados.

La implementación de la gestión integral de residuos sólidos en el área de estudio, contribuye a la minimización de impactos ambientales, concientización del cuidado del medio ambiente y afianzar en la comunidad del internado el desarrollo de procesos que permitan alcanzar la mejora continua y progresiva en cuanto a la gestión de residuos. Cabe señalar que las propuestas técnicas que se indican en el presente trabajo estarán en función de la legislación ambiental nacional.

### **1.1. Problema**

Luego de realizar un diagnóstico situacional en el área de estudio, se pudieron evidenciar varios problemas, entre los cuales se describen:

- a) En el área de cocina del internado no se evidencia una correcta separación de los residuos sólidos de acuerdo a su composición, además, de no existir un registro de las cantidades que se producen. Se observa que no existe diferenciación de recipientes y un número insuficiente para recolectar todos los residuos y almacenarlos de la manera más propicia; lo cual puede

repercutir en afectaciones a la salud tanto de los internos, así como de las personas que laboran y visitan las instalaciones.

- b) La información obtenida a través de encuestas y entrevistas permitió evidenciar, el desconocimiento de la Legislación Ambiental y de un adecuado manejo de residuos sólidos en la población involucrada en el área de estudio. Cabe recalcar que esta situación genera un impacto ambiental que afectan directamente al recurso agua, suelo y aire.

El recurso suelo es el más propenso a tener impacto ambiental ya que los residuos que deben ser entregados al camión recolector, se queman y abandonan.

## **1.2. Delimitación**

### **1.2.1 Político territorial.**

El proyecto se ubica en la región amazónica, en la provincia de Morona Santiago en el Cantón Morona, ciudad Macas, parroquia Sevilla Don Bosco.

### **1.2.2 Delimitación geográfica.**

La zona de estudio geográficamente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas:

Tabla 1 Coordenadas Geográficas de la zona del proyecto.

<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>
821703.055	9743905.33
821726.890	9744465.28
822665.694	9744458.62
822621.429	9743839.38

Fuente: Google Earth

Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

La altitud es de 1020 msnm.

Es importante el reconocimiento físico del área de estudio ya que nos va a permitir delimitar objetivos, especificando con ello el área de influencia directa en la cual se procederá a realizar los cambios propuestos del proyecto.

### **1.3. Explicación del problema**

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo General.**

- Diseñar e implementar un Sistema de Gestión de Residuos Sólidos que se generen dentro de la zona de hospedaje de la reserva Biológica Kutukú y área de preparación de alimentos del internado Sevilla Don Bosco.

#### **1.4.2 Objetivos Específicos.**

- Realizar un diagnóstico para determinar el estado actual en cuanto a la generación de residuos sólidos.
- Caracterizar los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos generados en el área de estudio.
- Plantear estándares que permitan corregir falencias en el sistema integral de residuos sólidos.
- Capacitar al personal involucrado para desarrollar de mejor manera la ejecución del sistema de Gestión De Residuos Sólidos.
- Establecer una guía de buenas prácticas ambientales referentes al manejo de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos en el área de estudio.

## 2. MARCO LEGAL

Se establecieron criterios y objetivos para el diseño del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos del proyecto, tomando en cuenta una revisión exhaustiva de la normativa legal aplicable, por tal motivo, el marco legal referente al proyecto es el siguiente:

LEGISLACIÓN APLICABLE	DESCRIPCIÓN
CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR	CAPITULO II (DERECHOS DEL BUEN VIVIR)  SECCION II (AMBIENTE SANO )  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, <i>sumak kawsay</i> .
LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL	Art. 2 La Gestión Ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de alternativas ambientalmente sustentables y respecto a las culturas y prácticas tradicionales.
PROGRAMA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE DESECHOS SÓLIDOS (PNGIDS)	Impulsar la gestión de los residuos sólidos en los municipios del Ecuador, con un enfoque integral y sostenible; a través de estrategias, planes y actividades de capacitación, sensibilización y estímulo a los diferentes actores relacionados.
CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN (COOTAD)	Competencia exclusiva de los servicios públicos de manejo de desechos sólidos.  Mecanismos asociativos en el territorio.  Planificación del desarrollo y ordenamiento del territorio.  Coordinación para la competencia de gestión ambiental.
CÓDIGO INTEGRAL PENAL (COIP)	Sanciona si se genera gestión prohibida o no autorizada de productos, residuos, desechos o

LEY ORGÁNICA DE SALUD	sustancias peligrosas. Facultad regulatoria de todo tipo de desechos y residuos que afecten la salud humana; desechos hospitalarios
NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS NO – PELIGROSOS ANEXO 6	Establece los criterios para el manejo de los residuos sólidos no peligrosos desde su generación hasta su disposición final.
NTE INEN 2841	Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos
ORDENANZA QUE REGULA LA IMPLEMENTACION, ORGANIZACION, ADMINISTRACION Y EJECUCION DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN MORONA.	Regula las competencias del Gobierno Municipal del Cantón Morona, determinando las normas para la implementación, organización, administración y ejecución del Sistema de Gestión Integral de Desechos Sólidos.  Establece políticas educativas que promuevan la reducción, reutilización y reciclaje de dichos desechos y su recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final ecológica o ambiental y económicamente sustentables.

---

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. Definiciones generales**

#### **3.2. Residuo**

Se denomina residuos a los materiales sólido, semisólido, líquido o incluso gases contenidos en recipientes, generados en toda actividad productiva o de consumo, en distintas cantidades y riesgos; todos desechados por su poseedor al resultar no útil; estos elementos pueden encontrarse aptos para someterse a tratamiento o disposición final, conforme a las regulaciones ambientales de cada localidad. (Castells, 2009)

#### **3.3. Residuo o desecho sólido**

Constituye cualquier objeto, material o elemento sólido que es rechazado una vez culminada su función dentro de actividades domésticas, industriales, comerciales, de servicios, institucionales, de servicios de salud y dependiendo de sus características es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico, clasificándose en aprovechables y no aprovechables. (Gobierno Municipal del cantón Morona, 2016)

#### **3.4. Clasificación de los desechos sólidos**

##### **3.4.1 Residuos sólidos urbanos**

“Residuos no peligrosos generados en viviendas, edificios de apartamentos, establecimientos comerciales, de negocios e instituciones; actividades de construcción y demolición, servicios municipales y lugares de plantas de tratamiento” (ACADEMIC, 2010).

### 3.4.2 Residuos peligrosos

“Es aquel residuos que, en función de sus características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y patogenicidad puede presentar riesgo a la salud pública o causar efectos adversos al medio ambiente. No incluye a los residuos radiactivos” (CEPIS, 2005)

### 3.4.3 Residuos inertes

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana (MEDIO AMBIENTE, 2008).

### 3.4.4 Residuos especiales

Son residuos que requieren la adopción de medidas de prevención especiales durante la recogida, el almacenamiento, el transporte, el tratamiento y la deposición del rechazo, tanto dentro como fuera del centro generador, ya que (sin llegar a ser considerados como residuos peligrosos) pueden presentar un riesgo para la salud laboral y pública (Aula Fácil, 2009)

Según la Ordenanza que regula la implementación, organización, administración y ejecución de la gestión integral de desechos sólidos en el cantón Morona, los residuos se pueden clasificar tomando en cuenta los siguientes criterios:

### **3.5. Por su potencial de aprovechamiento.**

#### **3.5.1 Orgánico Compostables.**

Aquellos que pueden ser metabolizados por medios biológicos. Entre estos tenemos los restos de comida, sin incluir lácteos, ni carnes; restos de jardinería, frutas y verduras.

#### **3.5.2 Inorgánicos Aprovechables (Reciclables).**

Elementos que pueden ser revalorizados para reciclaje o reúso, independientemente en donde se generen, conforman esta categoría los siguientes:

- Papel de oficinas, papel periódico, revistas, cartulinas, cuadernos, libros.
- Cajas de cartón para embalar, cartón de empaques de productos.
- Plásticos como envases de bebidas gaseosas, de agua y refrescos, jvas de bebidas alcohólicas y no alcohólicas, utensilios de cocina, muebles plásticos, bolsas plásticas de polietileno de alta y baja densidad, baldes, juguetes, tubos de PVC, cubetas, cuerdas plásticas y otros tipos de plástico, material de empaque. Se excluyen los recipientes de productos químicos utilizados en control fitosanitario o cobertores plásticos de invernadero.
- Llantas de caucho.
- Vidrio de los colores verde, ámbar y transparente.
- Desechos metálicos como.

#### **3.5.3 Inorgánicos no reciclables.**

Conforman los siguientes desechos independientemente de los lugares donde se los genere:

Desechos de papel higiénico y de material sanitario, tierra generada por barrido de vías o domicilios, desechos aprovechables mezclados con desechos que no permitan su revalorización, desechos cerámicos, muebles y enseres domésticos deteriorados, poli laminados como Tetrapak, tetrabrik, otros, espumas plásticas de poliuretano o poliestireno, otros materiales no susceptibles de aprovechamiento, excremento humano o de animales carnívoros, entre otros.

### **3.6. Punto de vista ecológico.**

#### **3.6.1 Biodegradables**

“Residuos que pueden descomponerse de forma aeróbica o anaeróbica” (Cabildo, y otros, 2010)

#### **3.6.2 No biodegradables**

“Aquellos que no se degradan naturalmente o en varios casos, sufren una descomposición muy lenta” (Cabildo, y otros, 2010)

### **3.7. Caracterización de los residuos sólidos**

La caracterización de residuos es un estudio en el cual se separan los residuos originados de una fuente conocida, en un tiempo determinado. La metodología consistió en recolectar una muestra en la fuente de generación e identificar las características y cantidades de residuos. Este proceso permite iniciar un sistema de manejo de los residuos y poder dar soluciones a los problemas en el almacenamiento, recolección, transporte y disposición final.

### **3.8. Gestión Integral de Residuos Sólidos**

La gestión integral de residuos sólidos (GIRS) constituye la planificación de las operaciones de recolección, transporte, disposición y tratamiento, empleando

tecnologías específicas con el fin de proporcionar a los residuos un manejo y destino adecuado, tomando en cuenta el punto de vista sanitario y medioambiental. (Moreno & Moral, 2008)

La GIRS requiere tomar en cuenta el marco legislativo y financiero de cada sector, además de contar con la participación comunitaria a través de capacitaciones y educación a los miembros de área de hospedaje de la estación biológica Kutukú y en el área de preparación de alimentos del internado y cocina de Sevilla Don Bosco.

### 3.8.1 Componentes

El Ministerio del Ambiente desde el año 2010 promueve su Programa Nacional de Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS) en base a siete componentes:

**Político:** a través del desarrollo de una Política de Gestión Integral de Residuos sólidos.

**Técnico:** fortaleciendo las capacidades técnicas y operativas de los GADs en el manejo de los desechos sólidos.

**Participación:** procurar el involucramiento activo de la sociedad civil.

**Inclusión económica y social:** el programa pretende gestionar la inclusión social y económica dentro de la cadena de valor de los residuos de 20.000 recicladores, grupo vulnerable que realiza la recolección de los residuos aptos para reciclaje, pero de manera informal.

**Optimización de servicios:** garantizar la calidad y la frecuencia en los servicios de recolección, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos.

**Responsabilidad y corresponsabilidad:** del productor y producción limpia.

### **3.9. Control, Seguimiento y Monitoreo.**

La evaluación periódica del sistema de gestión de residuos sólidos ayuda a determinar falencias y para verificar que se ejecuten con normalidad los procedimientos generados en el sistema de gestión, posteriormente se procurará el seguimiento mediante documentación proporcionada y archivada.

### **3.10. Jerarquía de la Gestión Integral de Residuos Sólidos**

La gestión de residuos sólidos tiene como pilar el conseguir un aprovechamiento de residuos con la implementación del “sistema 3R” (reducir, reusar y reciclar), con esta adaptación se motiva a realizar cambios en los distintos procesos de manejo de residuos.

#### **3.10.1 Reducción.**

“Implica disminuir la generación de residuos como medida de prevención. La reducción se puede dar en la fuente a través del diseño, fabricación y envasado, es la forma más eficaz de minimizar la cantidad de residuos y los impactos ambientales” (Semarnat, 2001)

#### **3.10.2 Reutilización.**

“La reutilización implica recoger los materiales e introducirlos de nuevo en los procesos de producción y consumo, sin someterlo a ningún proceso de transformación, en lugar de destinarlos como inutilizables” (Castells, 2009)

### **3.10.3 Reciclaje.**

Se trata de recuperar los desechos sólidos para integrarlos al ciclo económico y productivo, reutilizándolos como materia prima para nuevos productos.

“Reciclar, a diferencia de reutilizar, implica la separación y tratamiento de materiales, además depende de factores como: el valor económico del residuo, el costo que conlleva el proceso de reciclaje y la posibilidad de utilizar la materia prima obtenida” (Pardavé, 2007)

## **3.11. Etapas de la Gestión Integral de Residuos sólidos.**

### **3.11.1 Generación y Almacenamiento temporal**

El almacenamiento temporal permite reunir los residuos en condiciones higiénicas entre los períodos de recolección de los mismos. Depende de la cantidad de residuos a almacenarse, su tipo y de la frecuencia del servicio de recolección; entonces, se establece una relación directa entre el almacenamiento temporal de los residuos sólidos y el servicio de recolección. (Castillo & Hardter, 2014)

## **3.12. Definición de parámetros para el diseño del almacenamiento temporal**

### **3.12.1 Dimensiones del almacenamiento temporal.**

La capacidad del recipiente de almacenamiento depende de:

- Generación de residuos
- Frecuencia del servicio de recolección

La generación de residuos debe ser establecida para cada tipo de usuario; Entonces el volumen diario necesario de almacenamiento temporal sería:

## ECUACIÓN 1

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

Donde:

G: porcentaje diario en Kg/día.

n: número de personas presentes dentro del área de estudio.

PV: densidad de residuos kg/m<sup>3</sup>

Fr: frecuencia de recolección semanal.

### 3.12.2 Tipos de recipientes de almacenamiento.

Según Castillo & Hardter (2014), para establecer el tipo y el material del que deben estar hechos los recipientes de almacenamiento, se debe tomar en cuenta las siguientes particularidades:

- Características climáticas de la región
- Tipos de residuos a almacenarse
- Forma de operación de recolección
- Cantidad de residuos almacenados
- Peso volumétrico de los residuos
- Frecuencia del servicio de recolección

Los recipientes de almacenamiento están ligados al sistema de recolección; a su vez los contenedores utilizados requieren de vehículos exclusivos para el acopio.

### 3.12.3 Clasificación general del código de colores.

Tabla 2 Código de colores para la separación general de residuos.

Tipo de residuo	Color de recipiente		Descripción del residuo a recolectar
Reciclables	Azul		Todo material susceptible a ser reutilizado
No reciclables, no peligrosos	Negro		Todo residuo no reciclable
Orgánicos	Verde		Restos de comida, cascaras de fruta, poda, Etc.
Peligrosos	Rojo		Residuos con una o varias características citadas en el código C.R.E.T.I.B
Especiales	Tomate		Residuos no peligrosos con características de volumen, cantidad y peso que ameritan un tratamiento especial.

Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

Nota: El tipo de residuo se ubica en el color de recipiente correspondiente de acuerdo a la descripción del material del residuo.

### 3.12.4 Clasificación específica del código de colores.

TABLA 3 Código de colores para la separación específica de residuos.

Tipo de residuo	Color de recipiente		Descripción del residuo a recolectar
Plástico/ envases multicapa	Azul		Todo material susceptible a ser reutilizado
Desechos	Negro		Todo residuo no reciclable
Orgánicos/ Reciclables	Verde		Restos de comida, cascaras de fruta, poda, Etc.
Peligrosos	Rojo		Residuos con una o varias características citadas en el código C.R.E.T.I.B
Especiales	Tomate		Residuos no peligrosos con características de volumen, cantidad y peso que ameritan un tratamiento especial.
Papel/ Cartón	Gris		Papel en buenas condiciones, revistas, folletos publicitarios, cajas y envases de cartón, y papel.  De preferencia que no tengan grapas, Papel periódico, propaganda, bolsas de papel cajas, empaques de huevo, envolturas.
Vidrio/ Metales	Blanco		Botellas de vidrio; refrescos, jugos bebidas alcohólicas, Frascos de aluminio, latas de atún, sardina, conservas, bebidas. Deben estar limpios vacíos y secos.

Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

Nota: Código de colores para la identificación específica de los recipientes de almacenamiento temporal de los residuos sólidos.

### **3.13. Transporte y tipos de residuos a recolectar**

La recolección de residuos sólidos depende de las normativas de manejo que se va a disponer en cada ciudad; si se opta por un proceso de reciclaje se necesitaría un sistema de recolección diferenciado. De la misma manera si se va a realizar la recolección en grandes mercados o industrias se precisa de equipo para levantar contenedores. (Castillo & Hardter, 2014)

De acuerdo a los residuos a recolectar se definirá el tipo de recipiente de almacenamiento y de vehículo preciso. Por ejemplo tenemos:

#### **3.13.1 Para residuos en general (no reciclables):**

Se recomienda contar con un vehículo recolector con tolva de acero y sistema de compactación hidráulica para reducir el volumen de los desechos recolectados, evitar malos olores o pérdida involuntaria en la carretera” (Castillo & Hardter, 2014)

#### **3.13.2 Para residuos reciclables (recolección diferenciada)**

Para este tipo de materiales los anteriores vehículos, resultan obsoletos, porque al realizar la compactación se dañarían los residuos reciclables; es conveniente entonces contar con grandes camiones de cajones aumentados, o con compartimentos.

#### **3.13.3 Para residuos orgánicos**

La alternativa de los vehículos recolectores compactadores es una buena opción, con el fin de evitar la salida de malos olores.

### **3.14. Frecuencia y horario de servicio**

La frecuencia del servicio es directamente proporcional a los costos del servicio. Según la Ordenanza que regula la implementación, organización, administración y ejecución de la gestión integral de desechos sólidos en el cantón Morona; en la ciudad de Macas, cabecera parroquial de Proaño y barrio Nueva Jerusalén, el horario de recolección es:

- Lunes, miércoles y viernes: desechos sólidos orgánicos.
- Martes y jueves: desechos inorgánicos.
- Sábado: desechos inorgánicos solo en el centro de la ciudad.
- Todos los días: recolección diferenciada en los mercados municipales.
- Lunes a Viernes: los ciudadanos e instituciones públicas y privadas podrán sacar los desechos RECICLABLES en fundas de color celeste junto con las fundas de desechos no Reciclables y estos serán transportados de manera diferenciada por el vehículo recolector o persona autorizada.

En las parroquia rurales la recolección diferenciada de desechos sólidos se realizará al menos una vez por semana, y dos veces en los lugares de mayor concurrencia; en las urbanizaciones privadas aprobadas por el Gobierno Municipal del Cantón Morona, el servicio de recolección de desechos diferenciados se da conforme al horario establecido para la parroquia en la que estén ubicados.

El horario es un aspecto muy importante a tomar en cuenta, por ejemplo si las temperaturas durante el día son muy calurosas se recomienda pasar el horario de recolección a la tarde o noche. Una ventaja de este cambio es la disminución del

tráfico vehicular y peatonal, agilitando el proceso; aunque para los usuarios es una dificultad.

Una de las ventajas de la recolección nocturna es que en los lugares de temperaturas elevadas se evita la degradación de la materia orgánica, causante de malos olores y peor aún, la atracción de insectos y roedores.

### **3.15. Servicios de recolección.**

#### **3.15.1 Servicio Ordinario.**

Cuando los desechos sólidos son recolectados en vehículos dotados de compactador, caja impermeabilizada y sistema de descargue. Entre dichos desechos o desechos sólidos se consideran, los siguientes: domiciliarios, comerciales, institucionales, industriales, de barrido y limpieza” (Gobierno Municipal del cantón Morona, 2016)

#### **3.15.2 Servicio Especial.**

Se efectúa con vehículos distintos a los referidos anteriormente, pudiendo utilizarse camiones o volquetes, dependiendo de las características o volúmenes de los desechos o desechos sólidos a ser recolectados, como por ejemplo animales muertos cuando su peso exceda de 40kg, estiércol, etc.

La frecuencia se define por la cantidad de días en los que se recoge los residuos en la semana y se aplica la siguiente expresión:

ECUACIÓN 2

$$f = \frac{6}{n}$$

Dónde:

f = frecuencia

n = días de recolección de la semana

Castillo y Hardter indican que: cuando es igual a 6/6, significa que el servicio es diario. Se ha considerado solo seis días en la semana porque los domingos el servicio resulta irregular.

### **3.16. Tratamientos previos a la disposición final**

#### **3.16.1 Tratamientos físicos.**

##### **3.16.1.1 Separación de componentes de los residuos sólidos.**

Se trata de dividir los residuos en grupos de manera manual o mecánica, de acuerdo al tipo de material o si son materiales reutilizables y reciclables como plástico, papel, cartón, etc. Además de esta forma podemos separar ciertos desechos de tipo peligroso que se encuentran mezclados en una categoría de residuos distinta. A menudo sucede con pilas, baterías, etc.

##### **3.16.1.2 Reducción mecánica de volumen.**

El fin de este proceso es disminuir el volumen inicial de los residuos o el volumen que estén ocupando; como ejemplo tenemos a la compactación de los rellenos sanitarios con el objeto de aumentar su capacidad.

##### **3.16.1.3 Reducción mecánica de tamaño.**

En este proceso se utiliza equipos mecánicos para disminuir el tamaño original de los residuos de una forma uniforme; se utiliza en el compostaje cuando los residuos son de gran volumen. Un ejemplo de esta maquinaria son los trituradores.

### **3.16.2 Tratamientos térmicos**

El procesamiento térmico se basa en la conversión de los residuos en productos gaseosos, líquidos o sólidos, con la sucesiva emisión de energía en forma de calor. El objetivo del tratamiento es disminuir el volumen de los residuos hasta 80-90% y de esta manera las cenizas ocuparán menos espacio en el relleno sanitario. (Semarnat, 2001)

Una desventaja de estos tratamientos es que, se necesita equipos especiales con altos costos, por lo cual se necesitaría que una gran cantidad de residuos pasen por este proceso para justificar los gastos.

### **3.16.3 Tratamiento biológico**

Consiste en fermentaciones y digestiones por microorganismos que se proveen de los contaminantes orgánicos a manera de alimento o sustrato y los transforman en componentes más simples y menos contaminantes ya que pueden ser absorbidas en la naturaleza o utilizados como insumos para otros procesos, por ejemplo el biogás. (Lombardero, 2008)

Existen dos clases de tratamiento diferenciados por el tipo de respiración de los organismos que participan en el proceso:

#### **3.16.3.1 Proceso aeróbico.**

“Se realiza con presencia de oxígeno y se obtienen como productos finales: agua, dióxido de carbono y calor (útil para eliminar organismos patógenos en los residuos)” (Castillo & Hardter, 2014)

### **3.16.3.2 Respiración anaeróbica.**

“En cambio se da en ausencia de oxígeno y en un proceso lento que libera mal olor; como productos finales resultan: compuestos minerales, dióxido de carbono, calor y metano” (Castillo & Hardter, 2014)

### **3.16.3.3 Tratamiento de residuos orgánicos**

Para el tratamiento correspondiente a residuos existen opciones de aprovechamiento de estos residuos como:

### **3.16.3.4 Fuentes de alimento animal.**

Principalmente en las zonas rurales se utilizan los residuos orgánicos de cocina como alimentos del ganado. Esta opción no es recomendable cuando no ha existido clasificación de residuos. Además varios residuos han sido utilizados por la industria para convertirlos en alimentos para animales sin contaminantes, así tenemos los balanceados. (Castillo & Hardter, 2014)

### **3.16.3.5 Fuente de abono.**

Los abonos orgánicos o bio-abonos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los cuales las plantas obtienen macro y micro nutrientes. El suelo con la descomposición de estos abonos, se enriquece con carbono orgánico mejorando sus características fértiles, químicas y biológicas. Entre los abonos orgánicos tenemos a los estiércoles, compostas, vermicompostas, abonos verdes, etc. (Secretaría de Agricultura, Ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación., 2010)

### 3.16.3.6 Compostaje

Se define como la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno) obteniendo un compuesto bioquímicamente inactivo llamado compost que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes. (Román, Martínez, & Pantoja, Manual de Compostaje del Agricultor Experiencias en América Latina, 2013)

El compost es el resultado de la acción microbiana controlada y segura utilizando desechos orgánicos como materia prima con la adecuada humedad y temperatura.

### 3.17. Proceso de compostaje y dimensionamiento:

#### 3.17.1 Pre acondicionamiento

Constituye el ingreso de la materia orgánica separada de los residuos inorgánicos y posteriormente sometida a un proceso de trituración con el fin de eliminar trozos grandes; al desmenuzar los residuos, estos aumentan la superficie y la capacidad de retener aire y agua facilitando el proceso de biodegradación realizado por microorganismo. (Castillo & Hardter, 2014)

#### 3.17.2 Proceso Biológicos

**Fase mesófila:** comienza con la actividad de las bacterias mesofílicas que utilizan las fuentes sencillas de C y N provocando un aumento rápido de la temperatura y el inicio del proceso de biodegradación. La temperatura llega hasta 45°C y este proceso se da en los primeros días o incluso horas. (Cabildo, y otros, 2010)

**Fase Termófila o de Higienización:** esta fase se lleva a cabo por la actividad microbiana de las bacterias termófilas (crecen a temperaturas altas) que degradan

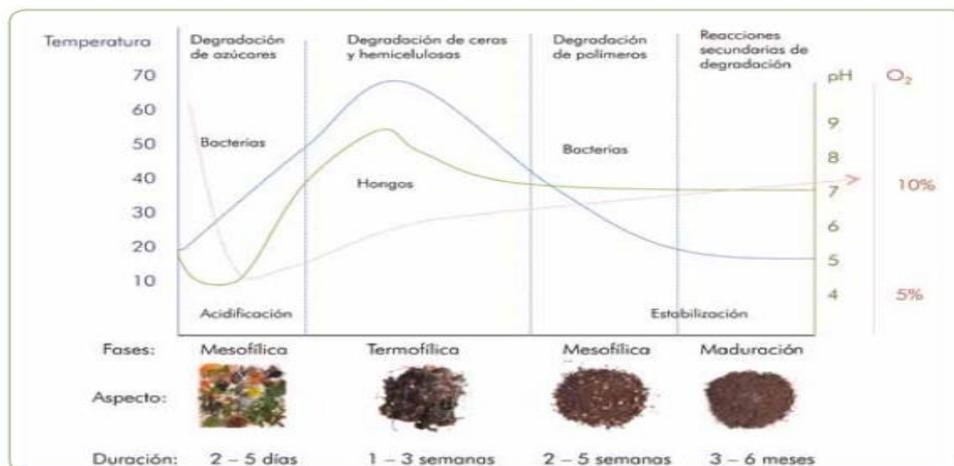
fuentes más complejas de C como la celulosa o lignina; transforman el nitrógeno en amoníaco por lo cual el pH del medio se eleva. Se denomina fase de higienización debido al calor originado que destruye bacterias de origen fecal e incluso huevos de helminto. Esta fase puede mantenerse por 2-4 semanas en plantas mecanizadas u 4 a 8 en plantas manuales. (Castillo & Hardter, 2014)

**Fase de Enfriamiento o Mesófila II:** cuando se agota el C y el N, la temperatura disminuye de nuevo a los 45°C y el pH baja; continúa la degradación de celulosa, un indicio claro de que esta fase está en proceso es la aparición de hongos visibles; esta fase dura varias semanas. (Cabildo, y otros, 2010)

**Fase de Maduración:** se lleva a cabo en meses a temperatura ambiente, se dan procesos de condensación y polimerización de compuestos con C.

El siguiente esquema muestra las diferentes etapas del proceso de compostaje de la siguiente manera:

Figura 1. Proceso de descomposición de residuos sólidos.



Fuente: (Román, Martínez, & Pantoja, Manual de Compostaje del Agricultor Experiencias en América Latina, 2013)

### **3.18. Disposición final de los residuos sólidos no peligrosos**

Constituye la fase final de todos los residuos recolectados mediante el sistema de aseo. Generalmente se implementan unidades de procesamiento, tratamiento y transformación de los residuos para mejorar sus características, antes de la disposición final, por ejemplo trituración o recuperación de materiales reutilizables.

El Municipio de la ciudad Morona a través de la Dirección Municipal de Gestión Ambiental y Servicios Públicos es el responsable de abastecer el equipamiento exclusivo de rellenos sanitarios, cumpliendo con los requisitos técnicos y ambientales establecidos en la normativa legal vigente. En cumplimiento de esta normativa, según en el artículo 41 el relleno sanitario deberá contar con la Licencia Ambiental emitida por la Autoridad Ambiental competente y, en forma periódica deberá ser sometido a las Auditorías Ambientales exigidas en la legislación ecuatoriana. (Gobierno Municipal del cantón Morona, 2016)

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Materiales.

Para llevar a cabo el proyecto requerimos de varios elementos fundamentales, que se consideraron por presentar resultados significativos en la consecución del presente trabajo investigativo y que serán detallados a continuación:

#### 4.1.1 Infraestructura física.

Es de vital importancia, ya que es donde se llevará a cabo la aplicación del diseño, se toma en cuenta áreas estratégicas que permitan la realización de actividades relacionadas al desarrollo de la gestión de residuos, las cuales serán definidas por sus características como también por las autoridades del establecimiento.

#### 4.1.2 Equipos de protección personal:

Tabla 4 Equipo de protección personal

<b>Equipos de protección personal</b>	
Casco	Gafas de protección
Mascarillas	Guantes plásticos
Mandil u overol	Botas
<b>Herramientas</b>	
Recipientes de 130 litros	Palas
Recipientes de 20 litros	Escobas
Plástico polietileno de 3x4 m.	
<b>Instrumentos</b>	
Afiches	Impresiones
Bolsas de polietileno	Jabón
Cinta de embalaje	Marcadores
Cinta de seguridad	Detergente
Desinfectante	
<b>Equipos</b>	
Balanza	GPS
Computador	Software Informático ArcGis 10.2
Software Informático Excel 2010	Compresor

Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

## 4.2. METODOLOGÍA

El diagnóstico inicial tuvo como base lo establecido por la legislación ambiental nacional, específicamente en el Acuerdo Ministerial 061, con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados en el diseño e implementación del Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos, para lo cual se plantearon las siguientes actividades:

## 4.3. DIAGNÓSTICO

### 4.3.1 Área de Influencia Directa (AID).

La parroquia Sevilla Don Bosco se encuentra ubicada en la Provincia de Morona Santiago, Cantón Morona. La zona de influencia directa del tema de estudio se centra en la Hospedería de la Estación Biológica Kutukú e Internado de la Misión Salesiana Sevilla Don Bosco.

Como actividades principales para la caracterización de residuos sólidos se consideró aquellos generados en la zona de influencia directa.

En la Fig. No.2, se encuentra delimitada el área en la que se desarrolló el proyecto de investigación.

**Figura 2.** Determinación de las Áreas de Influencia Sevilla Don Bosco y Hospedaje de la Reserva Biológica Kutukú



Elaborado por: Calahorrano W. Quispe B.

#### **4.3.2 Área de influencia indirecta (AII)**

Las zonas afectadas indirectamente por los impactos ambientales generados en la zona de estudio, corresponden a la comunidad circundante al Internado Sevilla Don Bosco y la Estación Biológica Kutukú, específicamente a 50 metros del área de influencia directa.

#### **4.3.3 Levantamiento de línea base.**

La línea base correspondiente a la zona del proyecto está caracterizada por componentes ambientales propios de la zona, en donde se tomaron en cuenta los siguientes componentes:

- Físicos
- Bióticos
- Sociales

Se recolectó información primaria del Plan Cantonal de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Morona del año 2015 y fuente bibliográfica.

##### **4.3.3.1 Medio Físico.**

###### **Suelo.**

El suelo presenta características litológicas principalmente de lutitas, conglomerados y calizas que favorecen a la fertilidad de los suelos, utilizados principalmente para actividades agrícolas y ganaderas. (GAD de Morona Santiago, 2015)

### **Geomorfología.**

En la parroquia, el mayor porcentaje superior al 60% de la superficie se encuentra en los rangos mayores al 70% de pendientes, las mismas que son consideradas como abruptas o montañosas, esta zona se encuentra ubicada en el Bosque Kutukú y sus estribaciones. 70%. En esta zona no es posible desarrollar actividades agropecuarias. Los peligros de erosión deslizamientos son muy latentes. Se aconseja para estos casos el establecimiento de áreas destinadas a la conservación del patrimonio natural. (GAD de Morona Santiago, 2013)

### **Hidrografía.**

La hidrografía general con la que cuenta el cantón Morona pertenece a las cuencas de los ríos Santiago, Morona y Pastaza los cuales son fuentes hídricas que presentan índices de contaminación en sus aguas por el derrame de combustible de las embarcaciones, lavado de ropa con detergente y chancheras existentes en las riberas de los ríos, se evidenció el caso también el río Upano. (GAD de Morona Santiago, 2013)

### **Clima.**

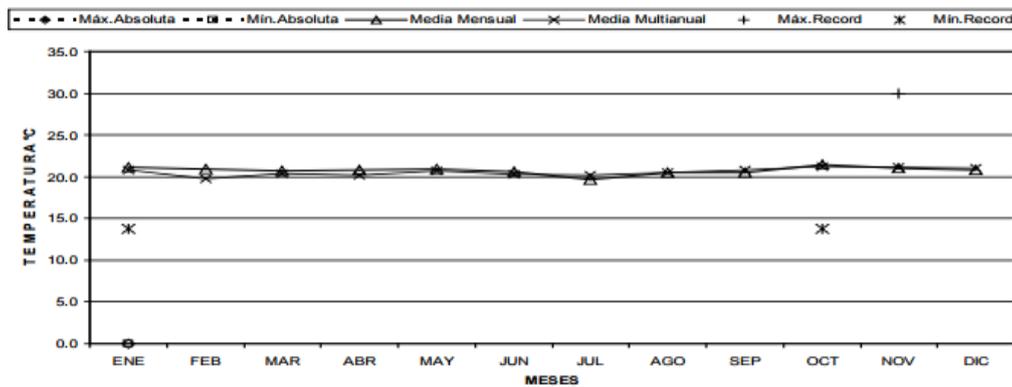
En la parroquia se presentan dos tipos de clima, según la clasificación de Pourrut. El primero que comprende a una pequeña zona ubicada a lo largo del Río Upano, corresponde al clima tropical húmedo, es un clima cálido. En la parroquia se presentan dos tipos de clima, según la clasificación de Pourrut. El primero que comprende a una pequeña zona ubicada a lo largo del Río Upano, corresponde al clima tropical húmedo, es un clima cálido. (GAD de Morona Santiago, 2013)

## Temperatura.

La temperatura anual para la estación Macas San Isidro-PNS es de 20.7 °C para el año 2011. La mayor temperatura se registró en el mes de Octubre con un promedio de 21.04 °C, por otro lado la temperatura mínima se registró en el mes de Julio con un valor de 19.7 °C.

Las condiciones climáticas se verifican en la siguiente gráfica:

Figura 3. Distribución temporal de temperatura 2011

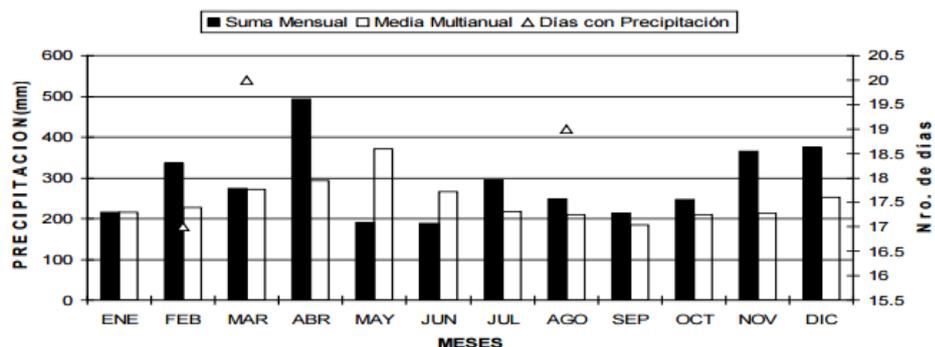


Fuente: INHAMI, 2011

## Precipitación.

La precipitación mensual que presenta la estación Macas San Isidro-PNS es de 3439 mm, siendo Abril el mes con más precipitación con 492.4 mm y Junio el mes con menos lluvias con una precipitación de 188.6 mm.

Figura 4. Distribución temporal de precipitación 2011



Fuente: INHAMI, 2011

Esta variable climatológica se tomó a consideración debido la importancia en el contenido de humedad de los residuos ya que el volumen de los mismos aumenta cuando son expuestos a lluvias constantes o permanentes.

#### 4.3.3.2 Medio Biótico.

##### Flora.

Las principales especies de flora que se pudieron identificar en la zona del proyecto se presentan a continuación:

Tabla 5. Especies de flora en la Estación Biológica Kutukú

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	MUESTRA
Dulcamara	Solanum dulcamara	
Palma real	Roystonea regia	
Plátano	Musa L.	
Árbol de Canelo	Drimys winteri	

Árbol de Zapote	Quararibea cordata	
Árbol de limón	Citrus × limon (L.) Osbeck	
Yuca	Manihot esculenta Crantz	

Elaborado por: Calahorrano W. Quispe B.

### Fauna.

Las principales especies de fauna que se pudieron identificar en la zona del proyecto se presentan a continuación:

Tabla 6. Especies de flora en la Estación Biológica Kutukú

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	MUESTRA
Santateresa	Mantis religiosa	
Mariposa anartia	Anartia fatima	

Mariposa blanca	Leptophobia aripa	
Capibara	Hydrochoerus hydrochaeris	
Guacamayo rojo	Ara chloropterus	
Cerdo	Sus scrofa domesticus	
Gallina	Gallus gallus domesticus	
Cuy	Cavia porcellus	
Tilapia roja	Oreochromis sp.	

Elaborado por: Calahorrano W. Quispe B.

#### 4.4. CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Para el estudio de caracterización de Residuos Sólidos Urbanos dentro del área del proyecto, se utilizó la metodología CEPIS (2010).

Las etapas establecidas son:

- Planificación de la etapa de caracterización
- Cuantificación de residuos

##### 4.4.1 PLANIFICACIÓN

Para la etapa de planificación se realizó la toma de muestras y el posterior método de cuarteo para identificar la composición de los residuos generados en el área de estudio.

##### 4.4.1.1 Paso 1: Zonificación del área de estudio.

Se determinó tomar en cuenta todas las zonas descritas a continuación:

Tabla 7. Zonas directas tomadas en cuenta

<b>Zonas</b>	<b>Localidad</b>
<b>Estación Biológica Kutukú</b>	Área De Hospedaje
<b>Internado Sevilla Don Bosco</b>	Cocina
	Comedor de estudiantes internos
	Comedor de sacerdotes
	Instalaciones de hospedaje
	Oficinas
	Centros de recreación
	Áreas verdes
	Servicios higiénicos
	Granja

Elaborado por: Calahorrano W. Quispe B.

Nota: Áreas seleccionadas para llevar a cabo la caracterización

#### 4.4.1.2 Paso 2: Población total.

Para determinar la población se consideraron los datos poblacionales de registros existentes en la administración del lugar de estudio.

Tabla 8 Total de la población de la Estación Biológica Kutukú e Internado Sevilla Don Bosco

Zona	Población
Estación biológica Kutukú	46 personas
Internado Sevilla Don Bosco	46 estudiantes 4 sacerdotes 2 voluntarios 2 cocineras 2 secretarías

Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

#### 4.4.1.3 Paso 3: Determinación del número de muestras.

Para determinar el número de muestras utilizamos la siguiente ecuación:

Ecuación 3.

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha}^2)(N)(\sigma^2)}{(N-1)E^2 + (Z_{1-\alpha}^2)(\sigma^2)}$$

Dónde:

$\sigma^2$  = Desviación estándar de la generación de Basura Per-Cápita de la Población

$Z_{1-\alpha}$  = 1.96 con un grado de confianza de 95%

E = Error permisible en la estimación de PPC (gr./hab./día)

N = Número total de viviendas

n = Número de muestras a recoger.

#### 4.4.1.4 Paso 4: Distribución de encuestas.

Las encuestas se distribuyeron a la población involucrada dentro del área de estudio, con la finalidad de obtener información sobre el conocimiento que se tiene acerca del manejo y disposición final de los residuos sólidos producidos; motivo por el cual las encuestas se distribuyeron de la siguiente manera:

Tabla 9. Distribución de encuestas

<b>Distribución</b>	<b>Número de encuestas</b>
Estudiantes internos	15 encuestas
Voluntarios	1 encuesta
Secretarias	1 encuesta
Sacerdotes	1 encuesta
<b>Total</b>	<b>18 encuestas</b>

Elaborado por: Calahorrano W. Quispe B.

Nota: Total de personas del internado Sevilla Don Bosco.

El formato de encuestas se detalla en el Anexo 1.

#### 4.4.1.5 Paso 5: Sensibilización y capacitación de la población.

Iniciamos las actividades de recolección de muestras con la socialización del proyecto a realizar, en el cual participaron estudiantes y personal administrativo. Se obtuvo información general sobre almacenamiento, recolección y disposición final de residuos sólidos. Para la elaboración de encuestas se contó con el apoyo de la tutora de proyecto.

#### 4.4.1.6 Paso 6: Toma de muestras.

El programa de muestreo y caracterización se realizó en el mes de junio y julio del 2016 (30 al 7 respectivamente). Se entregó 3 fundas plásticas diferenciadas por color, negras, azul y rojas, para residuos comunes, residuos orgánicos y residuos infecciosos respectivamente, a cada sub-área de estudio. La recolección se realizó de

7 a 8 de la mañana previo acondicionamiento de la zona, para la posterior caracterización de las muestras. En estas condiciones se tomaron muestras durante 7 días consecutivos en el área de hospedaje, cocina, baños, (ver tabla 7).

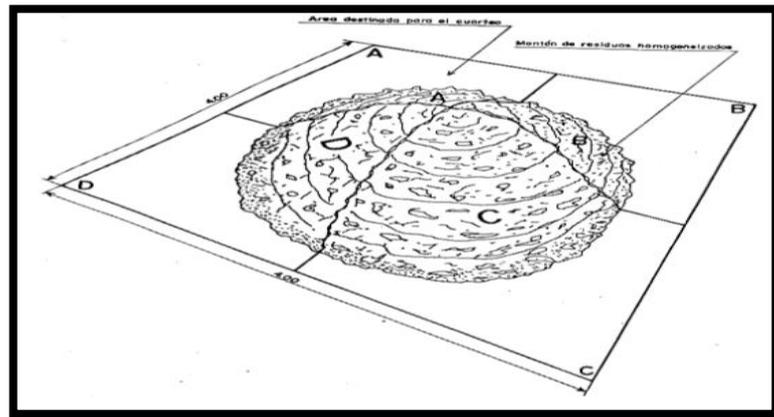
### **Método de cuarteo**

Se determinó el método de cuarteo según la Norma Oficial Mexicana NOMAA-61-1985, de la cual se siguieron los siguientes procedimientos:

- Se vacía los residuos formando un montón sobre el área plana horizontal de cemento y bajo techo (espacio concedido en galpón de producción de panela sin funcionamiento).
- Se descartó la primera muestra recolectada.
- Se recolectan los residuos acopiados y se los traslada hacia la zona acondicionada para la caracterización
- Se traspalea con pala y se homogeniza todos los residuos acopiados y se procede a la separación y pesaje de los mismos, de la siguiente manera:

Se divide en cuatro partes aproximadamente iguales A B C y D (fig. 5), y se eliminan las partes opuestas A y C ó B y D y realizar la división de subproductos.

Figura 5. Método de cuarteo



Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-AA-2

Los datos fueron registrados diariamente en formato técnico diario establecido. (Ver Formato 1. Peso de residuos)

Tabla 10. Código de color para residuos

Fundas.	Tipo de residuos.
Azul.	Materia Orgánica.
Rojo.	Materia infecciosa.
Negro.	Residuos comunes.

Elaborado Por: Calahorrano W. Quispe B.

Nota: Colores de fundas utilizados para la clasificación de Residuos Sólidos.

#### 4.4.1.7 Paso 7: Análisis de generación per cápita.

El cálculo de generación per capital promedio se realizó mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 4.

$$\text{PPC} = \frac{\text{KG RECOLECTADOS}}{\text{N}^{\circ} \text{ HABITANTES}}$$

$$\text{PPC} = \frac{41.70 \text{ Kg}}{102 \text{ hab. dia}}$$

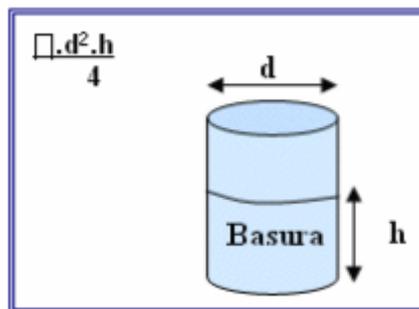
$$\text{PPC} = 0.41 \frac{\text{Kg}}{\text{hab. dia}}$$

#### 4.4.1.8 Paso 8: Determinación de la densidad.

La densidad es la cantidad de materia que se encuentra ocupando un volumen determinado; se encuentra en función de la composición y compactación de los residuos. Los datos de peso específico son importantes para determinar la masa y el volumen total de los residuos. Para este proceso se realiza de la siguiente manera:

- Acondicionar un recipiente de 20 litros de capacidad.
- Se introduce una muestra de material en el recipiente, previamente obtenido el peso y volumen del recipiente.
- Una vez lleno el recipiente, se eleva 10cm sobre la superficie y se deja caer tres repeticiones seguidas, con el objetivo de llenar los espacios vacíos.
- Medir la altura de la superficie ocupada.
- Registrar los datos en el formato técnico y con estos se calculará el volumen de los residuos.

Figura 6. Fórmula de cálculo para el volumen del cilindro.



Fuente: (López, 2009)

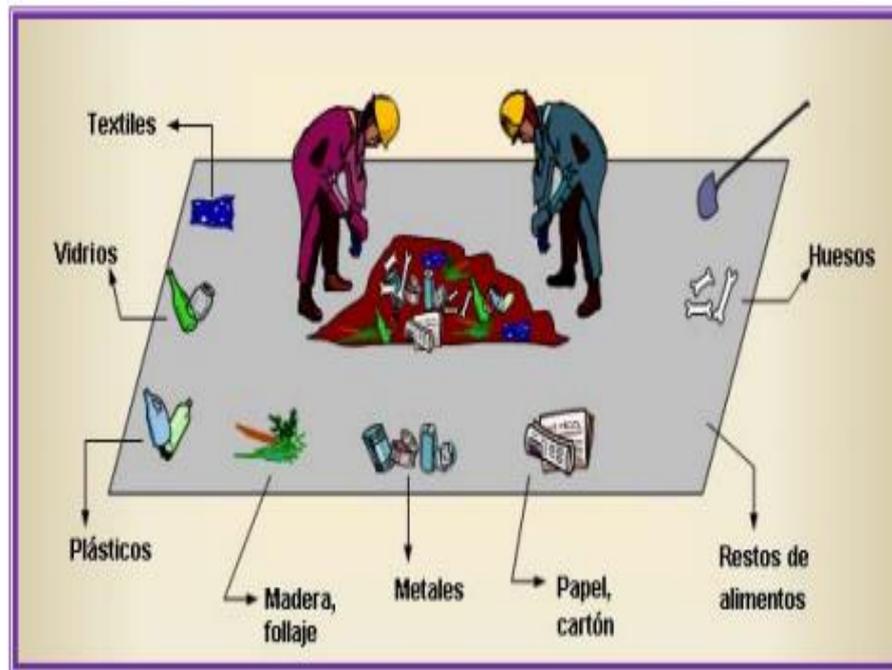
Se determinó el valor de densidad mediante:

$$\text{DENSIDAD} = \text{PESO} / \text{VOLUMEN}$$

#### 4.4.1.9 Paso 9. Clasificación de la composición física de los residuos sólidos.

Este proceso se ejemplifica mediante la siguiente gráfica:

Figura 7. Separación de los residuos sólidos de acuerdo a su composición.



Fuente: CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente)

El estudio de composición física de residuos sólidos permite determinar el tipo de tratamiento o aprovechamiento adecuado para el manejo de los residuos sólidos. Para el presente estudio se utilizó la siguiente clasificación:

Tabla 11 Clasificación y descripción del tipo de residuos sólidos.

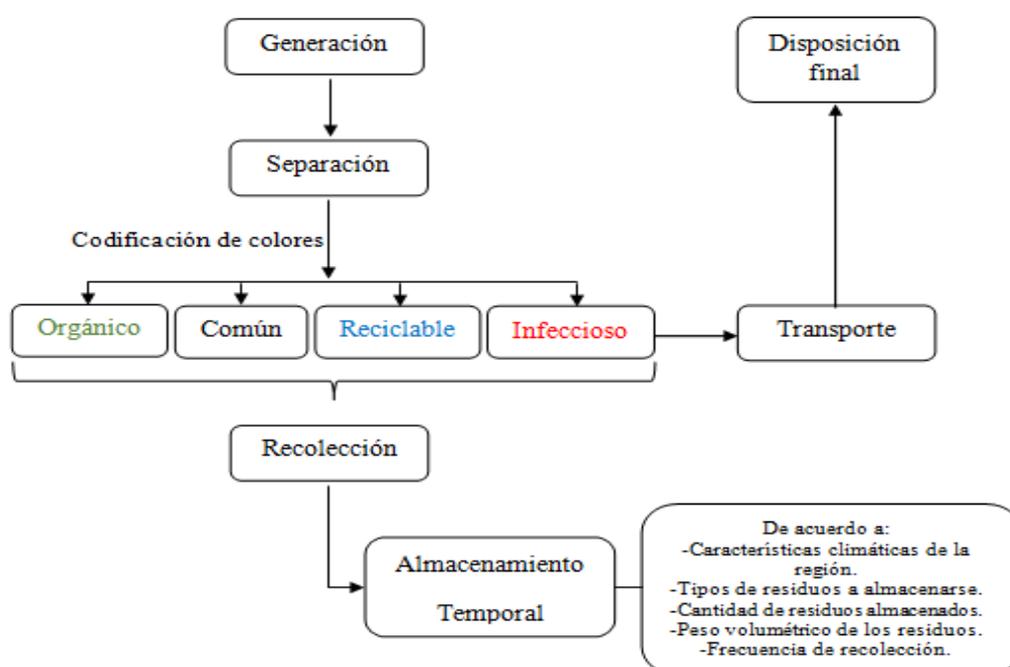
<b>Grupo</b>	<b>Tipo De Material</b>	<b>Descripción</b>
<b>Papel</b>	Papel blanco	Hojas de oficina, hojas de cuadernos.
<b>Plásticos</b>	PET	Botellas descartables transparentes.
	Fundas	Fundas plásticas.
	PE-HD	Resto de envases plásticos rígidos.
<b>Vidrio</b>	Ámbar	Botellas de vidrio color oscuro
	Verde	Botellas de vidrio color verde
	Blanco	Botellas de vidrio transparente
<b>Metales</b>	Latas ferrosas	Tarros de enlatados.
<b>Residuos sanitarios</b>	Papel higiénico	
<b>Textil</b>		Telas, prendas de vestir.
<b>Materia inorgánica</b>		Residuos de barrido
<b>Peligrosos</b>	Otros	Jeringuillas, agujas medicamentos.
<b>M. Orgánica</b>	Cocina	Restos de comida
	Jardinería	Restos de césped, poda, hojas secas
<b>Estiércol.</b>		Residuos de granja porcina, vacuna, cuyes, avícola.

Nota: Residuos encontrados durante la caracterización.

## 4.5. DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

El sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos tiene como objetivo primordial, promover la gestión de residuos guardando un enfoque sostenible para el medio ambiente, para alcanzar la mejora continua y disminuyendo la contaminación en el área de hospedaje de la Reserva Biológica Kutukú e Internado Sevilla Don Bosco; implementando un plan de manejo adecuado de residuos.

Figura 8. Sistema de Gestión de residuos sólidos.



Elaborado por: Calahorrano W. Quispe B.

### 4.5.1 Origen y separación de residuos

La separación de residuos contempla el área de hospedaje de la reserva Biológica Kutukú, el área de cocina y comedor del Internado Sevilla Don Bosco. El personal que labora en cada área fue identificado e instruido para clasificar y ubicar los residuos en el recipiente respectivo, de acuerdo a la codificación de colores establecido por la CEPIS y previamente membretado con el tipo de residuo que se puede depositar.

- En el recipiente de color verde para los residuos orgánicos.
- En el recipiente de color negro, los residuos comunes (no reciclables, no peligrosos)
- En el recipiente de color azul los residuos reciclables (vidrio, plástico, papel, cartón, entre otros)
- En el recipiente de color rojo, específico para desechos peligrosos (papel higiénico, toallas sanitarias o cualquier desecho que haya estado en contacto con fluidos corporales).
- En el caso particular de residuos especiales como pilas y baterías, además de residuos de envases de medicamentos y corto punzantes, recomendamos utilizar recipientes de plástico, debidamente tapados.

#### 4.5.1.1 Codificación de colores

La clasificación de los residuos de acuerdo al código de colores, se realiza con la finalidad de asegurar una correcta segregación de desechos conforme a la generación y a su tipo.

Tabla 12. Características de los residuos orgánicos

<b>Tipo de residuo</b>	<b>Contenido</b>	<b>Color</b>	<b>Rótulo</b>
<b>Orgánico</b>	Desechos de frutas, verduras, cortezas, restos sólidos de alimentos, excremento de animales herbívoros, cortes vegetales, restos de poda de jardín, sembríos y granja, entre otros.		<b>RESIDUOS ORGÁNICOS</b>

Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

Nota: Los datos provienen de la Ordenanza que regula la implementación, organización, administración y ejecución de la gestión integral de desechos sólidos en el cantón Morona. 2016.

Tabla 13. **Características de los residuos comunes o inorgánicos**

<b>Tipo de residuo</b>	<b>Contenido</b>	<b>Color</b>	<b>Rótulo</b>
<b>Común</b>	Desechos generados por barrido de la institución, desechos aprovechables mezclados con desechos que no permitan su revalorización, desechos cerámicos, muebles y enseres domésticos deteriorados, poli laminados como Tetrapak, tetrabrik, otros, espumas plásticas de poliuretano o poliestireno, otros materiales no susceptibles de aprovechamiento, excremento humano, entre otros.		RESIDUOS COMUNES

Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

Nota: Los datos provienen de la Ordenanza que regula la implementación, organización, administración y ejecución de la gestión integral de desechos sólidos en el cantón Morona. 2016.

Tabla 14. **Características de los residuos reciclables**

<b>Tipo de residuo</b>	<b>Contenido</b>	<b>Color</b>	<b>Rótulo</b>
<b>Reciclable</b>	Papel de oficinas, papel periódico, revistas, cartulinas, cuadernos, libros, cajas de cartón para embalar, cartón de empaques de productos; plásticos como envases, muebles plásticos, bolsas plásticas de polietileno de alta y baja densidad, baldes, juguetes, tubos de PVC, cubetas, cuerdas plásticas y otros tipos de plástico. Llantas de caucho, vidrio de los colores verde, ámbar y transparente. Desechos metálicos como: latas o restos de aluminio, cobre, plomo, hierro, zinc, estaño. Se excluyen los recipientes que hayan contenido sustancias o productos peligrosos.		RESIDUOS RECICLABLES

Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

Nota: Los datos provienen de la Ordenanza que regula la implementación, organización, administración y ejecución de la gestión integral de desechos sólidos en el cantón Morona. 2016.

Tabla 15. Características de los residuos infecciosos o peligrosos

Tipo de residuo	Contenido	Color	Rótulo
<b>Infecciosos</b>	Cultivos de agentes infecciosos y desechos de producción biológica, Desechos anatomopatológico humanos, Sangre y derivados. Desechos de salas de aislamiento, Desechos de animales, cadáveres o partes de cuerpo de animales contaminados o que han estado expuestos a agentes infecciosos en laboratorios de experimentación de productos biológicos, farmacéuticos y en clínicas veterinarias y otros agentes contaminantes.		RESIDUOS INFECIOSOS

Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

Nota: Los datos provienen de la Ordenanza que regula la implementación, organización, administración y ejecución de la gestión integral de desechos sólidos en el cantón Morona. 2016.

#### 4.5.2 Limpieza del área de estudio

La limpieza del área de estudio debe contar con los siguientes procedimientos:

- El personal encargado (estudiantes, personal administrativo) de esta actividad, debe haber asistido a las charlas de capacitación en cuanto a la limpieza y recolección de desechos que se generan en el área de estudio.
- Utilizar el equipó de protección personal para la limpieza del área (botas, guantes, mascarillas, otros).

Una vez realizada la limpieza de la zona de estudio se procederá a seguir la siguiente fase propuesta de recolección.

#### 4.5.3 Recolección de residuos generados en el área de estudio

La recolección de los residuos generados se deberá manejarse de la siguiente manera:

- Haber asistido a la capacitación de bioseguridad la cual se enfocará en la recolección y manipulación de desechos, evitando cualquier incidente y precautelando la salud.
- Llevar los residuos al punto de recolección más cercano disminuyendo el tiempo de recolección.
- Clasificar los residuos y depositarlos en los recipientes correspondientes al tipo de residuo.
- Los recipientes o contenedores que sean dispuestos para el manejo de residuos peligrosos y/o especiales deberán estar debidamente tapados.
- La recolección en masa de los recipientes ubicados estratégicamente serán llevados al centro de acopio final donde se entregará al gestor calificado o en su defecto al carro recolector, los días dispuestos por el Municipio del Cantón Morona.

Cabe recalcar que esta actividad se realizará por el personal capacitado, considerando una planificación semanal por persona, lo que permita asegurar la salud ocupacional en el proceso, tomando en cuenta las respectivas normas de bioseguridad.

Debido a la baja afluencia en la zona de hospedaje, los residuos generados son trasladados a la zona de almacenamiento temporal del internado Sevilla Don Bosco, por lo cual en el presente trabajo se dará énfasis al manejo de residuos sólidos en esta área, sin descartar el interés que amerita la gestión de residuos en el área de hospedaje en la estación.

### 4.5.3.1 Frecuencia de recolección

La recolección de los residuos sólidos dentro de las instituciones se realiza a diario, por parte del personal capacitado (3 estudiantes) del turno semanal correspondiente, asegurando un proceso rotativo.

La limpieza, selección y recolección de residuos de los jardines, potreros y sembríos lo realizará el personal capacitado y designado, con el siguiente horario:

Tabla 16. Horario de recolección de residuos para los estudiantes

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
<b>1 estudiante</b>				Granja 06:30am			
<b>1 estudiante</b>			Baños, áreas de recreación 06:30am				
<b>1 estudiante</b>				Cocina 06:30am 16:00pm			
<b>42 estudiantes</b>	Jardines A partir de las 14:00pm	Potreros A partir de las 14:00pm	Sembríos A partir de las 14:00pm	Jardines A partir de las 14:00pm	Potreros A partir de las 14:00pm	Sembríos A partir de las 14:00pm	Descanso

Elaborado por: Calahorrano W. Quispe B.

Nota: Todos los estudiantes que conforman el internado Sevilla Don Bosco son responsables de realizar esta actividad en modo rotativo.

### 4.5.4 Almacenamiento temporal

El almacenamiento temporal se realiza con el fin de salvaguardar la higiene de cada área, evitando problemas de salud en personas y animales por dispersión de los residuos. A continuación se definen los parámetros para el diseño del almacenamiento temporal:

#### 4.5.4.1 Dimensiones del almacenamiento temporal.

Se refiere a la capacidad del recipiente de almacenamiento, de acuerdo a la cantidad de residuos generados y a la frecuencia de recolección, siguiendo la fórmula

expuesta en el marco teórico, con los datos obtenidos de la generación de residuos se obtiene el volumen diario necesario de almacenamiento temporal:

**Ecuación 5.**

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

G: 0.41 Kg/día.

n: 102 personas

PV: 108,55kg/m<sup>3</sup>

Fr: 2

Remplazando:

$$V = \frac{0.41 \times 102}{108.55} \times 2 \times 1000$$

$$V = 770 \text{ L/día}$$

Para calcular el volumen de recipiente, procedemos a multiplicar el volumen diario necesario de almacenamiento temporal por la frecuencia de recolección, para nuestro caso se identificó martes y jueves, como se establece en la Tabla No. 17.

Tabla 17. Calendario de recolección de residuos inorgánicos

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
	X		X			

Nota: Días de recolección de residuos inorgánicos (X) por parte del camión recolector de acuerdo a la Ordenanza Municipal.

En cuanto a los residuos reciclables, se ha establecido en base al análisis de caracterización de residuos en el presente estudio, que la entrega a los gestores ambientales debe realizarse dos veces por semana, lo que dependerá de la cantidad de residuos que se disponga, debido a que la generación en la fuente no es muy alta.

#### 4.5.4.2 Tipos de recipiente de almacenamiento temporal

En cuanto al tipo de contenedor necesario para el almacenamiento temporal de residuos, se utilizará recipientes en base a las siguientes características:

- Características climáticas de la región
- Tipos de residuos a almacenarse
- Cantidad de residuos almacenados
- Peso volumétrico de los residuos
- Frecuencia de recolección

Así tenemos:

**Para residuos orgánicos:** el desarrollo del presente trabajo sobre la generación de residuos sólidos en la zona estudio, determina que los residuos orgánicos serán depositados diariamente en camas de compostaje ubicadas en sitios estratégicos cercanos a la fuente de generación de los mismos, con el fin de optimizar recursos y asegurar un proceso adecuado de compostaje, aprovechando al máximo estos residuos como fuente de abono.

**Para residuos comunes (no reciclables, no peligrosos):** se reutilizará contenedores de metal de 208L de capacidad existentes en el área de estudio, previamente adecuados y rotulados (ver Anexo 12). Estos serán ubicados en la entrada principal para facilitar la recolección por parte del camión de basura municipal.

**Para residuos reciclables:** se reutilizará contenedores de metal de de 1,50m de altura por 1m de diámetro existentes en el área de estudio, previamente adecuados y rotulados (ver Anexo 12).

Estos contenedores serán utilizados específicamente para el depósito de botellas plásticas.

Figura 9. Recipiente recolector de botellas plásticas



Fuente: Internado Sevilla Don Bosco, 2016

Para los residuos como papel, cartón y vidrio se almacenarán en una bodega rotulada y ubicada detrás de la cocina y que serán colocados en bolsas de yute evitando la proliferación de vectores, además, para las latas; se utilizará 1 tacho plástico de 40L, respectivamente rotulado, con la finalidad de ser entregado al gestor calificado, evitando que exista aglomeración de este tipo de residuos reciclables.

Figura 10. Recipiente para residuos reciclables para latas



Fuente: Internado Sevilla Don Bosco, 2016

**Para residuos infecciosos** Se utilizará tachos de plástico de 20L respectivamente rotulados y diferenciados con fundas de color rojo; estos serán ubicados en baños que utilizan internos, personal administrativo y visitantes. Los recipientes deben

estar protegidos del sol y /o lluvia y con la ventilación adecuada para evitar acúmulos de malos olores.

Figura 11. Recipiente para residuos infecciosos



Fuente: Internado Sevilla Don Bosco, 2016

#### **4.5.5 Aprovechamiento y Disposición Final**

Una vez realizada la separación de los residuos generados en el área de estudio, empieza el proceso de aprovechamiento de los residuos según las características de los mismos; los cuales van a ser tratados conforme con lo estipulado es el sistema de gestión y cumpliendo con la normativa ambiental vigente y de esta manera producir el menor impacto ambiental posible.

En cuanto a residuos peligrosos y/o especiales se deberá entregar al gestor calificado y se llenarán en base al formato presentado en el (ANEXO 2) y se archivará de manera oportuna el formato lleno.

Los residuos que no puedan ser tratados se llevarán a los puntos de almacenamiento temporal del área de estudio, donde se entregarán posteriormente al servicio de recolección de residuos sólidos de la Ciudad de Macas, para ser dispuestos finalmente en el relleno sanitario de la misma ciudad y los que ameritan reutilización ser dispuestos adecuadamente.

## 4.6. COMPOSTAJE

### 4.6.1 Fase inicial de Compostaje.

Con relación a la temática agroecológica se establecieron criterios importantes que servirán para el adecuado proceso de compostaje y que permitirá tener un correcto manejo de residuos dentro del sistema de gestión ambiental de residuos que se pondrá en marcha.

Principalmente se realizará el proceso experimental en laboratorio con tres muestras con materia diferente, donde se analizarán parámetros fisicoquímicos (pH, temperatura, carbono, nitrógeno) y microbiológicos (coliformes fecales, coliformes totales).

Mediante la utilización del Software Informático Excel 2010, se procedió a obtener la relación C/N que permitirá contar con la materia prima óptima para un compost de calidad según indica en la Tabla No. 18.

Tabla 18. Cantidades adecuadas para la relación C/N y contenido de humedad en la producción de compost.

<b>Materia Prima</b>	<b>Peso [Kg]</b>
Restos de cocina	0.5
Restos de poda	0.2
Gallinaza	0.2
Aserrín	0.13

Elaborado por: Calahorrano W. Quispe B.

A continuación se detalla, la composición de cada una de las muestras que formaron parte del proyecto piloto de la elaboración de compost.

Muestra 1: Estuvo compuesta por residuos de poda (0.5kg), gallinaza (0.2 kg), aserrín (0.13kg) y muestra de suelo.

Muestra 2: Compuesta por residuos generados en el área de cocina (0.5kg), gallinaza (0.2kg), aserrín (0.13kg) y muestras de suelo.

Muestra 3: Compuesta por residuos generados en el área de cocina (0.2kg), gallinaza (0.2kg), aserrín (0.13kg) y muestra de suelo.

Las muestras serán monitoreadas diariamente durante las dos primeras semanas, posteriormente se realizará el monitoreo una vez a la semana de forma aleatoria.

Los parámetros de control durante el proceso de compostaje serán los siguientes:

- Tamaño de partícula: 1.3 a 5 cm para residuos vegetales.
- Temperatura: 50 a 60 °C en la fase termofílica.
- Humedad: 60 a 70 % nivel óptimo.
- Aireación: 5 a 15 % de O<sub>2</sub>.

La información recopilada de los parámetros establecidos para la investigación, permitirán realizar el análisis sobre el comportamiento del pH, temperatura y calidad microbiológica de cada uno de las camas composteras.

#### **4.6.2 Ubicación.**

Para la ubicación de la cama compostera, a continuación se detalla los requerimientos básicos que señala la FAO para la construcción:

- Condiciones óptimas del terreno
- Se encuentre protegido del sol, viento y lluvia, cubierta con techo de plástico de invernadero.
- No se encuentre cerca de áreas recreativas o de consumo de alimentos.

- Construir una cama compostera de 1 m<sup>2</sup> donde se depositarán los residuos biodegradables.

El proceso de compostaje se realizará en las siguientes fases:

#### 4.6.3 Fase de pre-tratamiento.

- Separación en la fuente de los residuos biodegradables.
- Clasificación de los residuos de mejor calidad que optimicen el proceso de producción de compost.
- Desmenuzamiento y reducción de tamaño entre 1.5 – 5 cm de los residuos biodegradables.

#### 4.6.4 Fase de tratamiento.

- Recolección de cantidades manejables de residuos biodegradables.
- Controlar factores como pH, temperatura, humedad y aireación.
- Controlar la emisión de olores, lixiviados y demás vectores que puedan presentarse.

#### 4.6.5 Fase de post-tratamiento.

- Se realizará el tamizado y cernido del compost.
- Encostado y almacenado del compost.
- Utilización del compost en las instalaciones o ponerlo a la venta.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Interpretación de resultados.

#### 5.1.1 Caracterización

Mediante el estudio de caracterización de residuos sólidos dentro de la zona, se pudo determinar que, del total de los residuos obtenidos durante 6 días, el 84,54% está representado por la suma de todos los residuos orgánicos caracterizados. De este porcentaje el 9,94% residuos de la preparación de alimentos; 37,09% estiércol y 37,61% residuos orgánicos de jardín.

Un 12,04% representa a los residuos aptos para reciclaje, dentro de estos recipientes: PET con un 0,61%, polietileno con 1,21%, fundas plásticas con un 1,89%, papel y cartón con un 6,08%; metal con un 0,24% y vidrio con 1,79%.

Un 0,99% refiere a residuos inorgánicos (polvo, tierra, otros similares). Un 2,39% está conformado de residuos infecciosos, y con menor relevancia un 0.04% de residuos peligrosos (corto punzantes).

**Análisis de la caracterización diaria por tipo de residuo.-** En cuanto al porcentaje de residuos generados a diario durante los 6 días de caracterización se obtuvo que, en el día 4 se realizó compras de alimentos para abastecimiento de la alacena y limpieza de las grajas, lo que determinó una mayor producción de residuos orgánicos (restos de alimentos) con un peso de 6,73kg, lo que representa el 27,32% de los mismos; y un peso de 16,1kg de estiércol con un porcentaje de 17,35%.

Con respecto al día 5, se generó mayor cantidad de residuos orgánicos provenientes de la limpieza de jardín con un peso de 16,2kg y representados con un 17,22%.

En lo que refiere a los desechos peligrosos (pilas, cortopunzantes, similares) los resultados de generación fueron casi nulos, exceptuando los días 2 y 6, en los cuales se originó 0,01 kg y 0,09kg respectivamente; debido a la planificación de atención médica del personal y al mantenimiento del área de audiovisuales del internado.

En cuanto a los residuos reciclables, el porcentaje de residuos PET presentó un aumento el día 4, con un peso de 0,55kg y un porcentaje mayor que los otros días correspondiente al 35,95%, debido a la limpieza general del área del internado.

El mayor peso de residuos PE-HD se presentó el día 1, debido a la adquisición de víveres envasados y de productos de limpieza con 1,42kg, representando el 46,86%.

Referente al papel, el porcentaje con mayor producción de estos desechos corresponde al día 5, debido a la limpieza de oficinas con un peso de 1,57kg (44,23%), A este porcentaje se suma el peso de 3,34kg de cartón con un 28,62% del total de producción en seis días, y que corresponde al recolectado el día 1, como producto de la adquisición de víveres envasados y de productos de limpieza.

Generalmente la evidencia de residuos metálicos no es muy frecuente, debido al escaso uso de productos enlatados. El día 4 se obtuvo un peso de 0,17kg representando un 28,33% del porcentaje total.

El día 6 fue alto para residuos de vidrio. En este día hubo una actividad social que determinó contar con un peso de 1,19kg con porcentaje del 50,21% de este material.

El día 2 se realizó la limpieza de terrazas, balcones y cancha deportiva, por lo que el peso de residuos inorgánicos fue de 1,29kg con un valor de 52,02%.

El día 1 se generó en el internado la entrega de donación de prendas de vestir a los jóvenes, y la eliminación de prendas de vestir deterioradas. El residuo textil tuvo un peso de 1,34kg equivalente a un porcentaje 55,37%.

Los residuos infecciosos producto de las baterías sanitarias se obtuvieron en mayor cantidad el día 1, con un peso de 4,53kg que representa el 75,75%. La explicación a este hecho se debe, a que los internos utilizan hojas de cuaderno y periódico para limpieza higiénica, material que tiene mayor peso con respecto al papel higiénico.

El análisis final de la discusión presentada con respecto al análisis de la caracterización diaria por tipo de residuo, determina que existen fluctuaciones en cuanto a varios tipos de residuo generados y por día.

#### **5.1.2 Implementación del sistema de gestión**

La implementación de gestión de residuos sólidos en el área de estudio, permitió contar con una adecuada y organizada área de almacenamiento temporal de los residuos.

Como se puede observar en la Fig. No. 12, en especial se mejoró el almacenamiento y disposición de residuos peligrosos provenientes de servicios sanitarios. La actividad involucro el reciclaje de recipientes e insumos propios de la institución, y el compromiso de cada uno de las personas que forman parte del internado. Contribuyendo de esta manera a mejorar la calidad de vida de las personas y cuidado del medio ambiente. Fig.12

Figura 12. Adecuación del área.



Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

Otra actividad inmersa en este proceso fue la implementación de recipientes reutilizados, los mismos que fueron adecuados y señalizados, para de esta forma contar con un recipiente listo para la disposición y clasificación de residuo, basados en la legislación ambiental del país. Fig. 13

Figura 13. Mantenimiento y ubicación de contenedores



Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

**Compostaje.-** En base a los resultados obtenido de la caracterización de residuos, se obtuvo que la materia orgánica es mayor con relación al resto de residuos identificados. Por lo que en la presente investigación se deja como referencia para nuevas investigaciones, el inicio de una propuesta de compostaje.

En Fig. 14 se observa, una propuesta de una cama compostera, la misma que se encuentra ubicada estratégicamente en un sector cercano a la fuente de mayor generación de residuos orgánicos.

El diseño de esta cama compostera permite considerara la utilización de un espacio de 2m de largo x 1.20m de ancho.

Figura 14. Construcción de cama compostera.



Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

**Compost.-** Con el fin de contribuir a la comunidad del internado, se deja los resultados del estudio de la elaboración de compost.

El estudio se desarrolló en los laboratorios de calidad y tratamiento de agua de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Quito. La materia prima para la obtención de compost fue transportada desde las instalaciones del internado de Sevilla Don Bosco, Macas-Ecuador.

La materia prima para la elaboración de compost se obtuvo de la materia orgánica que se genera en la cocina, área de jardines y granjas del internado.

Figura 15. Proceso de compostaje



Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

En la Fig. No. 15 y 16 se puede observar las fases del proceso de separación en la fuente de residuos sólidos y las tres muestras de materia prima que se utilizó para el estudio de la mejor propuesta para el compost, logrando identificar las características de mayor relevancia de cada tipo de residuo.

Figura 16. Separación de residuos sólidos generados dentro del área de estudio.



Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

### 5.1.3 Fase de compostaje

La fase experimental se realizó en el laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur – Sede Quito, en la cual se generaron 3 muestras con residuos orgánicos procedentes de la zona del proyecto. Ver Tabla No. 18

Se monitoreo in situ de 2 variables: temperatura y pH. Con este objetivo se utilizó un termómetro y potenciómetro calibrados. Cabe recalcar que las muestras 2 y 3 fueron aireadas manualmente dos veces por semana mediante un proceso de volteo y la muestra 1 recibió aireación mecanizada.

La humedad de las muestras se realizó mediante volteo y adición de agua potable, por lo la humedad se encontraba dentro del porcentaje recomendado por (CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO, 2008) que es del 40 al 60 % favoreciendo la actividad biológica de las muestras.

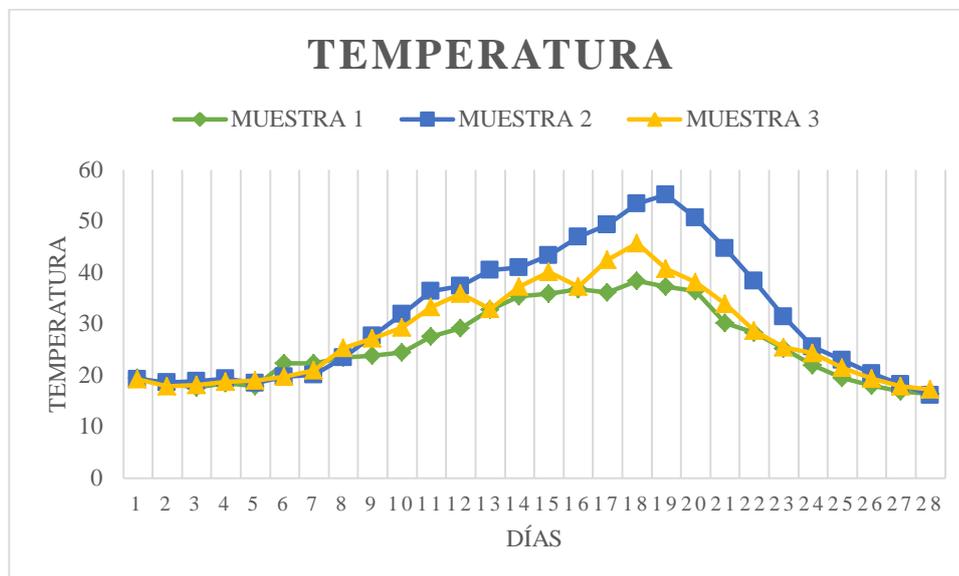
Una vez finalizada la fase de compostaje se realizó un análisis fisicoquímico y microbiológico de las muestras 2 y 3, se descartó la muestra 1 ya que no se evidenció descomposición de la materia orgánica (restos de poda) durante el tiempo que duro el proyecto.

La variación de temperatura en las muestras presenta valores similares en la primera etapa de compostaje, como se puede evidenciar en la Gráfica 1.

Se observa que en la muestra 1 existe un aumento de temperatura pero no muy significativa, ya que no se alcanzan valores termofílicos que contribuyan a la biodegradabilidad y por tanto la eliminación de flora microbiológica patógena es nula. La temperatura de la muestras 2 y 3 durante el tiempo que duro el proyecto presentaron temperatura (55°C) que es la temperatura optima como lo recomienda Suler & Finstein(1977), para un buen compostaje. Dicho comportamiento se traduce

en la descomposición de la materia orgánica y la eliminación de la mayoría de patógenos presentes.

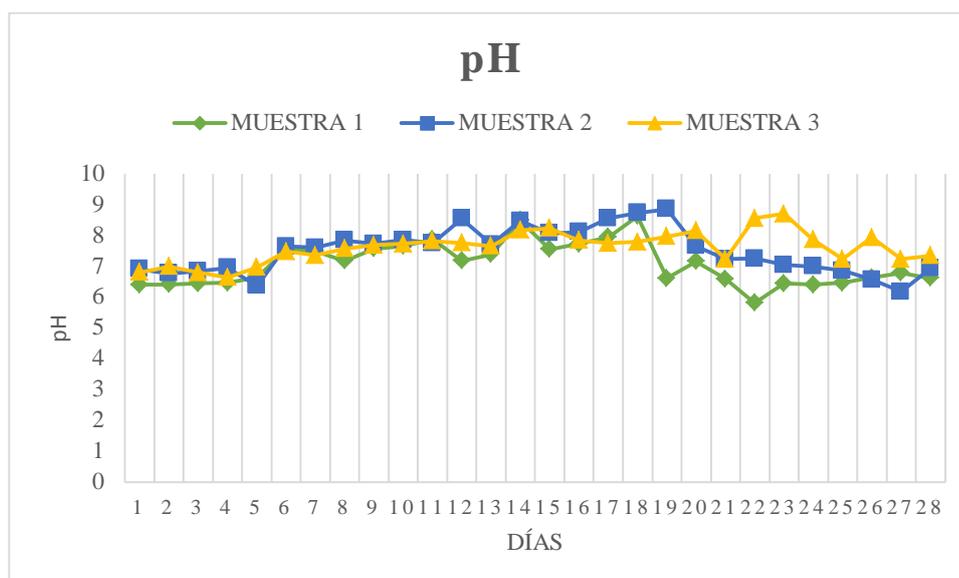
**Gráfica 1.** Temperatura de proceso de compost



Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

El análisis de los resultados de pH durante el desarrollo del plan piloto determino que en un inicio del proceso de compostaje el valor de pH, determino condiciones ácidas, comportamiento que se evidencio hasta el quinto día. A partir de este momento el pH sufrió un incremento tendiendo hacia la basicidad, comportamiento esperado en los procesos de compostaje normal de los residuos orgánicos. Es importante mencionar que los valores de pH tienen una relación directa con la aireación de las muestras como lo afirma Suler & Finstein(1977), además, de corroborar la dependencia que tiene el pH, la aireación y los microorganismos en cuanto a la degradación orgánica. Este comportamiento no describió la muestra 1 del plan piloto debido a su composición (gallinaza, aserrín, restos de poda, suelo) que retarda la biodegradabilidad esperada por la presencia de restos de poda que tienen un composición más alta de fibra.

**Gráfica 2.** Datos de pH durante producción de Compost



Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

### **Análisis Microbiológico de compost**

El resultado microbiológico obtenido es dependiente en todo el proceso de compostaje de parámetros como temperatura, pH y humedad, lo que beneficia la reducción de microorganismos patógenos. Sin embargo hay que considerar que los resultados obtenidos de acuerdo a (Hassen, y otros, 2001), recalca que los resultados obtenidos en cuanto a coliformes totales y e. coli tienen un valor alto que puede ser atribuido a recontaminación de las pilas durante el volteo de las mismas.

En nuestro caso para las muestras 1 y 2 el recuento microbiológico reporta disminución de microorganismos patógenos, no así para la muestra 3 que presentaba condiciones desfavorables de ralenticidad en el proceso

### **Análisis Físicoquímico de Compost.**

El análisis físicoquímico se realizó en el compost producto de la cama 1 y 2. A continuación se detalla los resultados obtenidos para la muestra 1, sometida a aireación mecanizada permanente, por lo cual no tuvo cambios bruscos de pH,

manteniéndose dentro de los valores óptimos de 6,5 a 7,5, para nuestra muestra valor promedio de 7.49, determinando que el proceso de degradación de residuos orgánicos sea de mayor eficacia. Para la muestra 2, que fue aireada manualmente y no de forma constante, el resultado promedio de pH fue 7.60. Estos resultados nos permiten garantizar que el proceso de aireación mecanizada garantiza mantener el pH dentro del rango establecido según. (Marmolejo, Oviedo, Jaimes, & Patricia, 2010)

El porcentaje de nitrógeno total (NT) ideal de compost maduro (3-6 meses), según lo afirma (Román, Martínez, & Pantoja, Manual de Compostaje del Agricultor Experiencias en América Latina, 2013) en la Tabla 7 es de ~1%. El análisis de resultados de Nitrógeno en las muestras 1 y 2 indica que el proceso de biodegradación se realizó en las mejores condiciones en base a los resultados que establece el resultado de análisis de Agrocalidad Ver Anexo 14, tomando en cuenta las recomendaciones de (Marquéz, Díaz, & Cabrera, 2005).

En cuanto al porcentaje de cenizas tanto en la muestra 1 (52,95%) como en la muestra 2 (57,78%), indica la presencia de materia inorgánica. La diferencia de 4,83 entre los dos resultados de cenizas se puede deber a las condiciones fisicoquímicas a las que fueron sometidas a cada una de las camas y en especial a la temperatura a la cual se encontraba cada una de ellas. El registro de temperatura de la muestra 1 durante la investigación fue de 35°C, lo que favorece a la pronta degradación de los residuos, obteniendo menor cantidad de ceniza, a diferencia de la segunda muestra que se encontraba a una temperatura de 32 °C, ralentizando el proceso. (Marmolejo, Oviedo, Jaimes, & Patricia, 2010)

Los rangos ideales de materia orgánica según la FAO, para un oportuno proceso de degradación son mayores al 20 %. Por lo cual, los valores obtenidos en la

muestra 1 es 47,05% y en la muestra 2 es 42,22%, son correctos para la obtención de un compost maduro. (Román, Martínez, & Pantoja, Manual de Compostaje del Agricultor Experiencias en América Latina, 2013)

En base a los parámetros de la FAO (tabla 5), los resultados de la relación de carbono/nitrógeno (C/N) de la muestra 1 es 43,56% y muestra 2 es 54,13% se encuentran por encima del margen requerido (15 a 35%); haciendo que la actividad biológica se reduzca y los microorganismos deban oxidar el exceso de carbono, por lo que el proceso tiende a ralentizarse y enfriarse por la escasa disposición de nitrógeno para la síntesis proteica de los microorganismos. (Román, Martínez, & Pantoja, Manual de Compostaje del Agricultor Experiencias en América Latina, 2013)

## 6. CONCLUSIONES

Los objetivos planteados en el presente trabajo fueron cumplidos con éxito, por lo que se llega a la conclusión que la implementación del Sistema Integral de Gestión para manejo de los residuos sólidos generados en el área de Hospedaje de la Estación Biológica Kutukú y en el área de preparación de alimentos del Internado y cocina de Sevilla Don Bosco, servirá sobre manera para valorizar los residuos generados con un porcentaje de generación mayor, y proporcionar una disposición final adecuada para los residuos no reciclables.

Se evidenció mediante la caracterización, que los residuos más generados dentro de la zona de estudio están representados por el 84.54% y que se corresponden a materia orgánica; desglosados en el 9,94% restos de cocina; 37,09% estiércol y 37,61% residuos orgánicos de jardín; siendo considerados de importantes para la elaboración de compost.

Mediante un análisis cuantitativo se evidenció los tipos de residuos generados y la naturaleza de los mismos, obteniendo como resultado residuos biodegradables y no biodegradables.

Los residuos biodegradables servirán como materia prima para generación de compost que puede ser utilizado para las actividades agrícolas del Internado Sevilla Don Bosco. Estas actividades contribuyen al manejo sostenible de la zona de estudio que va encaminada a generar conciencia ambiental, mediante la educación impartida a toda la población involucrada en la zona de estudio.

Los residuos no biodegradables y considerados como reciclables; aportan significativamente a reducir el impacto ambiental producido en la actualidad, generando beneficios ambientales y económicos para la zona de estudio.

## **7. RECOMENDACIONES**

Una vez concluido el estudio y obtenidos los resultados de la caracterización se recomienda, tener actualizada la información de los residuos generados, por lo tanto se recomienda realizar la caracterización de los residuos una vez al año, para que la consecución del SISTEMA INTEGRAL DE GESTION PARA MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS se mantenga y pueda ajustarse a los cambios.

Para la producción de compost se recomienda utilizar la menor cantidad de la gallinaza porque contiene gran cantidad de patógenos que ralentizan la degradabilidad de la materia orgánica. Se sugiere utilizar cascarilla de arroz, estiércol de cuy, borrego, cascarilla de palma etc.

Para obtener resultados favorables dentro del Sistema de Gestión Ambiental se propone realizar monitoreo y evaluaciones de los indicadores de gestión impartidos dentro del proceso y fortalecer la capacitación en tópicos ambientales, para alcanzar la mejora continua en la zona del proyecto

Los residuos biodegradables han sido considerados como parte preponderante dentro del presente estudio, motivo por el cual se ve conveniente realizar estudios específicos que determinen el desarrollo de nuevos proyectos encaminados a la reutilización de este tipo de residuos, en especial la producción de biogás que puede ser parte de un proyecto de opción ambiental y económicamente viable.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

- ACADEMIC, D. (2010). Academic. Obtenido de Academic:  
[http://ecologico.esacademic.com/2433/residuos\\_s%C3%B3lidos\\_urbanos#1873](http://ecologico.esacademic.com/2433/residuos_s%C3%B3lidos_urbanos#1873)
- Ambiente, C. d. (2010). Ordenanza 0332 del Distrito Metropolitano Quito. Quito.
- Aula Fácil. (2009). AulaFácil.com. Obtenido de AulaFácil.com:  
<http://www.aulafacil.com/cursos/119810/ciencia/medio-ambiente/gestion-de-residuos/residuos-especiales>
- Beltrán Dávalos , A. A., & Ramos Sevilla, E. I. (2010). Plan de Manejo de Residuos Sólidos Orgánicos del Mercado Mayorista de la Ciudad de Ambato por Medio de la Técnica del Vermicompostaje. Riobamba: Facultad De Ciencias .
- Cabildo, M., Claramunt, R., Cornago, M., Santos, S., Farrán, M., López, C., . . . Gutierrez, D. &. (2010). Reciclado y tratamiento de residuos. Madrid.
- Cantoni, N. (2010). Reciclado. Una solución al problema de la basura. Buenos Aires.
- Castells, X. (2009). Reciclaje de residuos industriales (Segunda ed.). Madrid, España: DiazdeSantos.
- Castillo, M., & Hardter, T. (2014). Gestión integral de residuos sólidos en Regiones Insulares. Quito, Ecuador: WWF.
- CEPIS. (01 de Marzo de 2005). Guia para la Definición y Clasificación de Residuos Peligrosos. Obtenido de Guia para la Definición y Clasificación de Residuos Peligrosos:  
[http://www.residuoselectronicos.net/archivos/documentos/definicion\\_cepis.pdf](http://www.residuoselectronicos.net/archivos/documentos/definicion_cepis.pdf)
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO. (26 de 02 de 2008). MANUAL DE COMPOSTAJE. Obtenido de MANUAL DE COMPOSTAJE:  
[http://www.madrid.org/cs/BlobServer?blobkey=id&blobwhere=1202767672745&blobheader=application/pdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadervalue1=filename=MANUAL\\_COMPOST\\_ADT\\_2008.pdf&blobcol=urldata&blobtable=MungoBlobs](http://www.madrid.org/cs/BlobServer?blobkey=id&blobwhere=1202767672745&blobheader=application/pdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadervalue1=filename=MANUAL_COMPOST_ADT_2008.pdf&blobcol=urldata&blobtable=MungoBlobs)
- GAD de Morona Santiago. (2013). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL SEVILLA DON BOSCO. MACAS: GAD MORONA.
- GAD de Morona Santiago. (15 de 03 de 2015). Plan Cantonal de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Obtenido de Plan Cantonal de Desarrollo y

Ordenamiento Territorial:

[http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/documentoFinal/1460000290001\\_DOCUMENTO%20FINAL%20PCDOT\\_M%202015-2019\\_15-03-2015\\_21-36-57.pdf](http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/documentoFinal/1460000290001_DOCUMENTO%20FINAL%20PCDOT_M%202015-2019_15-03-2015_21-36-57.pdf)

- Gestión medioambiental: Manipulación de Residuos y Productos Químicos. (2008). España: Publicaciones Vértice S.L.
- Gobierno Municipal del cantón Morona. (2016). Ordenanza de desechos sólidos. Morona.
- Hassen, A., K., B., N., J., A., C., M., C., & A., B. (2001). Microbial characterization during composting of municipal solid waste. *Bioresource Technology* 80(3), 217-225.
- Lombardero, J. (2008). Manual para la formación en Medio Ambiente (Primera ed.). España: Lex Nova.
- López, J. (2009). Estudio de caracterización de los residuos sólidos. Perú.
- Marmolejo, L., Oviedo, E., Jaimes, J., & Patricia, T. (2010). Influencia de la separación en la fuente sobre el compostaje de residuos sólidos municipales. Colombia.
- Marquéz, P., Díaz, M., & Cabrera, F. (2005). Factores que afectan al proceso de Compostaje.
- Martínez, J. (2005). Guía para la gestión integral de residuos peligrosos. Montevideo, Uruguay.
- MEDIO AMBIENTE. (2008). GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL: MANIPULACIÓN DE RESIDUOS Y PRODUCTOS QUÍMICOS. Málaga: EDITORIAL VÉRTICE.
- Moreno, J., & Moral, R. (2008). Compostaje. Madrid: Mundi Prensa.
- Pardavé, W. (2007). Estrategias Ambientales de las 3R a las 10R. ECOE.
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). Manual de Compostaje del Agricultor Experiencias en América Latina. Santiago de Chile.
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). Manual de Compostaje del Agricultor Experiencias en América Latina. Santiago de Chile.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. (2010). Abonos orgánicos. México.
- Semarnat. (2001). Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales.

Suler, D. J., & Finstein, M. S. (1977). Effect of Temperature, Aeration, and Moisture on CO<sub>2</sub> Formation in Bench-Scale, Continuously Thermophilic Composting of Solid Waste. *Applied Environmental Microbiology*, 345-350.

## 9. ANEXOS

### 9.1. Datos generales de caracterización

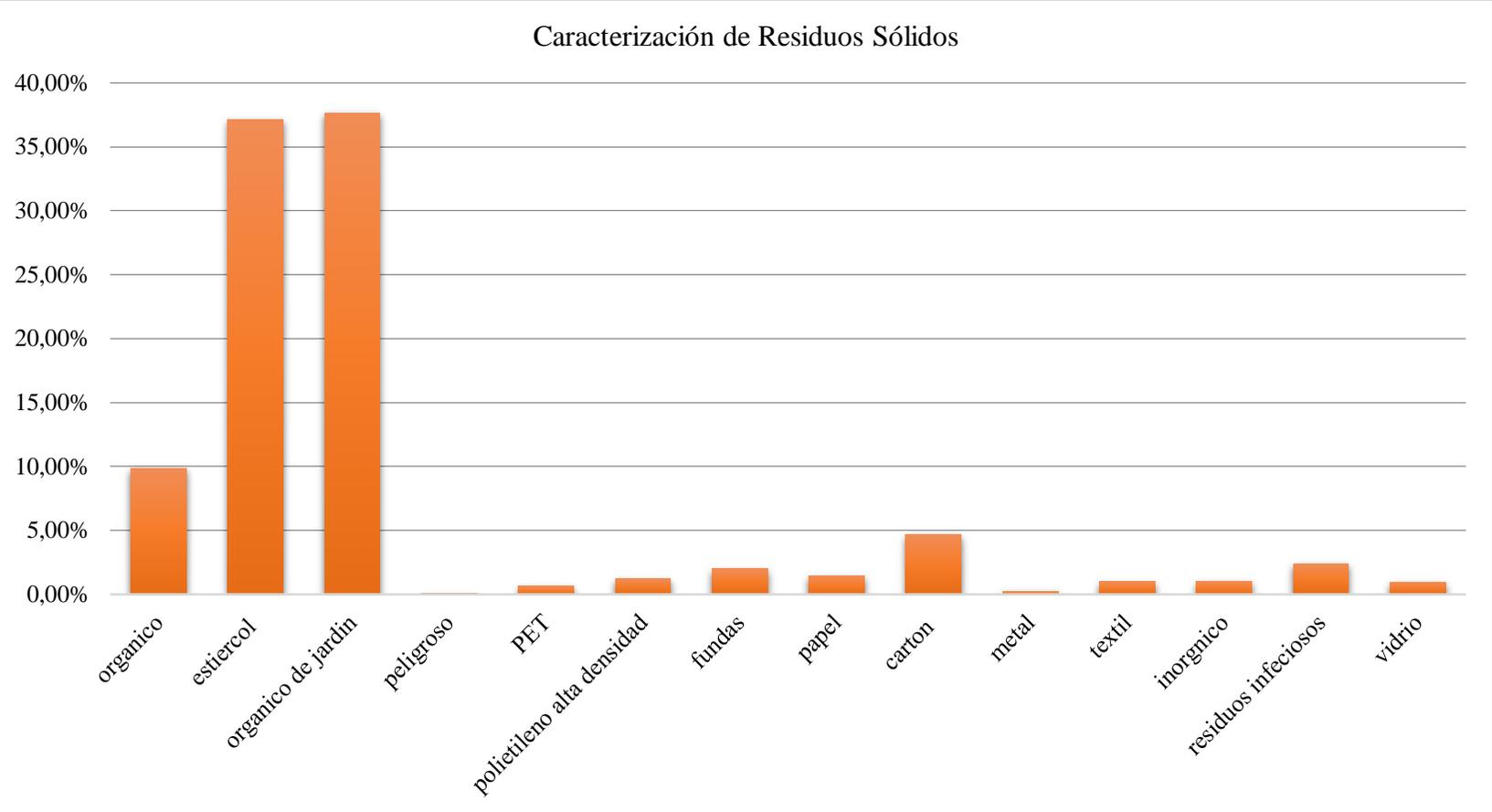
Tabla 19. Datos generales de caracterización

	Tipo	Orgánico	Estiércol	O. de jardín	Peligroso	PET	PE-HD	Fundas	Papel	Cartón	Metal	Textil	Inorgánico	R infecciosos	Vidrio	D general	P total
Día 1	P densidad	3,42	4,5	1,1	0	0,14	1,42	0,37	0	0,10	0,13	1,35	0,8	0,63	0,61	1,51	50,41
	Densidad	228	300	73,33	0	3,28	8,35	20	0	22,01	45,45	0,37	300	42	103,64	100,67	
	p total	5,3	15,6	16,1	0	0,14	1,42	1,09	0	3,34	0,14	1,34	0,8	4,53	0,61		
Día 2	P densidad	2,17	5,8	1,1	0,01	0,23	0,51	0,13	0,5	0,12	0,13	0,37	1,29	0,57	0	1,51	42,47
	Densidad	144,67	386,67	73,33	0	3,48	7,73	8,67	33,33	21,82	45,45	5,61	451,05	38	0	100,67	
	P total	3,72	15,8	16	0,01	0,23	0,51	0,43	1,11	2,12	0,13	0,37	1,29	0,75	0		
Día 3	P densidad	1,85	4,9	1,1	0	0,21	0,08	0,14	0,29	0,08	0	0,12	0,12	0,19	0	1,38	36,08
	Densidad	28,03	326,67	73,33	0	3,18	27,97	9,33	4,39	27,97		41,96	300	2,88		92	
	P total	1,85	15,2	15,8	0	0,21	0,08	0,14	0,29	2,08	0	0,12	0,12	0,19	0		
Día 4	P densidad	4,1	5,1	1,1	0	0,55	0,19	0,09	0,23	0,02	0,17	0,32	0,17	0,32	0,57	2,69	41,76
	Densidad	273,33	340	73,33	0	192,31	34,55	1,36	15,33	50	59,44	21,33	425	4,85	103,64	179,33	
	P total	6,73	16,1	14,3	0	0,55	0,19	0,09	0,23	2,02	0,17	0,32	0,17	0,32	0,57		
Día 5	P densidad	3,11	5	1,1	0	0,09	0,77	0,3	0,39	0,69	0,16	0,27	0	0	0	1,06	41,97
	Densidad	207,33	333,33	73,33	0	16,36	140	20	26	46	55,94	94,41	0	0	0	70,67	
	P total	3,11	14,8	16,2	0	0,09	0,77	2,93	1,57	2,07	0,16	0,27	0	0	0		
Día 6	P densidad	3,34	4,9	1,1	0,09	0,31	0,06	0,28	0,35	0,04	0	0	0,1	0,19	1,19	1,62	37,53
	Densidad	222,67	326,67	73,33	225	4,7	10,91	18,67	23,33	13,99	0	0	250	66,43	216,36	108	
	P total	3,92	15,3	15,7	0,09	0,31	0,06	0,28	0,35	0,04	0	0	0,1	0,19	1,19		

Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

Nota: Datos generados durante los siete días de caracterización (se observan datos de seis días, debido al descarte del primer día, por desconocimiento de información)

Gráfica 3. Caracterización de Residuos Sólidos



Elaborado por: Calahorrano W. Quispe B.

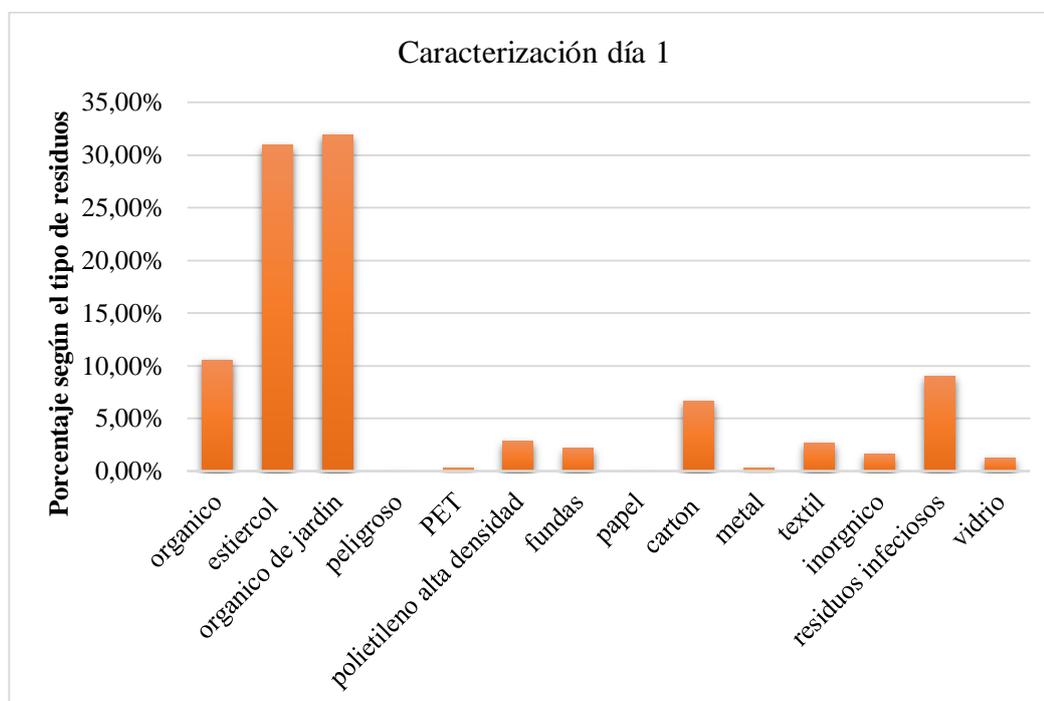
Tabla 20. Porcentaje diario general.

Día 1		
Tipo	Peso Total	Porcentaje
Orgánico	5,3	10,51%
Estiércol	15,6	30,95%
Orgánico de jardín	16,1	31,94%
Peligroso	0	0,00%
PET	0,14	0,28%
PE-HD	1,42	2,82%
Fundas	1,09	2,16%
Papel	0	0,00%
Cartón	3,34	6,63%
Metal	0,14	0,28%
Textil	1,34	2,66%
Inorgánico	0,8	1,59%
Residuos infecciosos	4,53	8,99%
Vidrio	0,61	1,21%
Densidad general		
<b>Peso total</b>	<b>50,41</b>	<b>100,00%</b>

Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

Nota: Porcentajes obtenidos en base al peso, de cada tipo de residuo durante el primer día de caracterización

Gráfica 4. Caracterización día 1



Elaborado por: Calahorrano W. Quispe B.

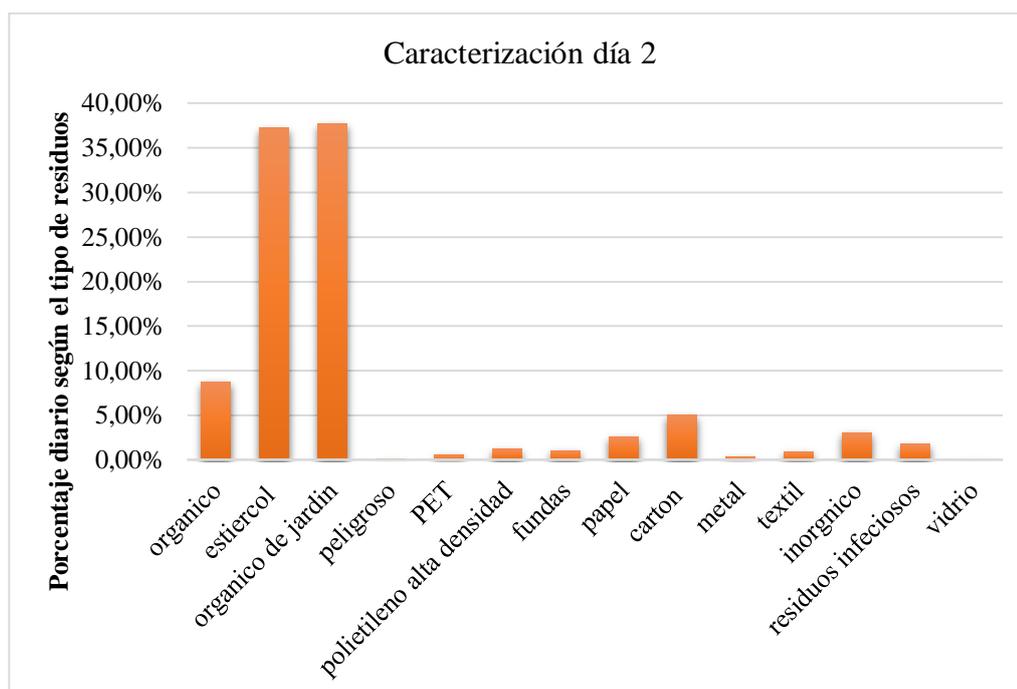
Tabla 21. Resultados de caracterización día 2.

Día 2		
Tipo	Peso Total	Porcentaje
Orgánico	3,72	8,76%
Estiércol	15,8	37,20%
Orgánico de jardín	16	37,67%
Peligroso	0,01	0,02%
PET	0,23	0,54%
PE-HD	0,51	1,20%
Fundas	0,43	1,01%
Papel	1,11	2,61%
Cartón	2,12	4,99%
Metal	0,13	0,31%
Textil	0,37	0,87%
Inorgánico	1,29	3,04%
Residuos infecciosos	0,75	1,77%
Vidrio	0	0,00%
Densidad general		
<b>Peso total</b>	<b>42,47</b>	<b>100,00%</b>

Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

Nota: Porcentajes obtenidos en base al peso, de cada tipo de residuo durante el segundo día de caracterización

Gráfica 5. Caracterización día 2



Elaborado por: Calahorrano W. Quispe B.

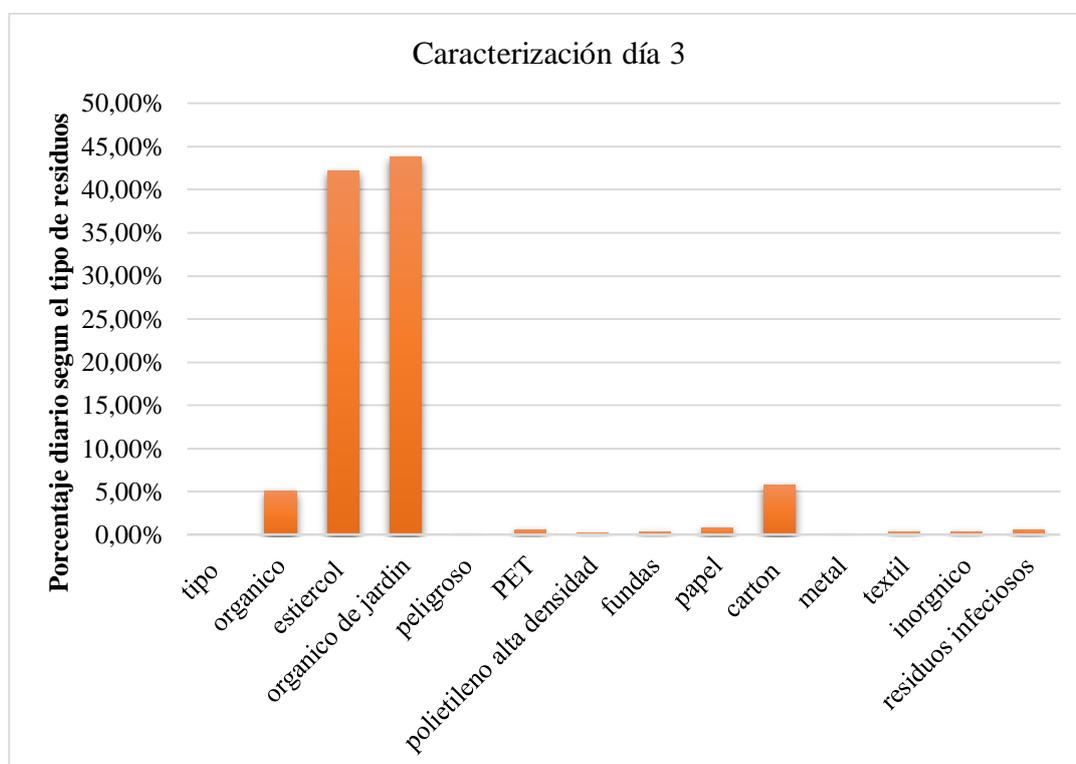
Tabla 22. Resultados de caracterización día 3.

Día 3		
Tipo	Peso Total	Porcentaje
Orgánico	1,85	5,13%
Estiércol	15,2	42,13%
Orgánico de jardín	15,8	43,79%
Peligroso	0	0,00%
PET	0,21	0,58%
PE-HD	0,08	0,22%
Fundas	0,14	0,39%
Papel	0,29	0,80%
Cartón	2,08	5,76%
Metal	0	0,00%
Textil	0,12	0,33%
Inorgánico	0,12	0,33%
Residuos infecciosos	0,19	0,53%
Vidrio	0	0,00%
Densidad general		
<b>Peso total</b>	<b>36,08</b>	<b>100,00%</b>

Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

Nota: Porcentajes obtenidos en base al peso, de cada tipo de residuo durante el tercer día de caracterización

Gráfica 6. Caracterización día 3



Elaborado por: Calahorrano W. Quispe B.

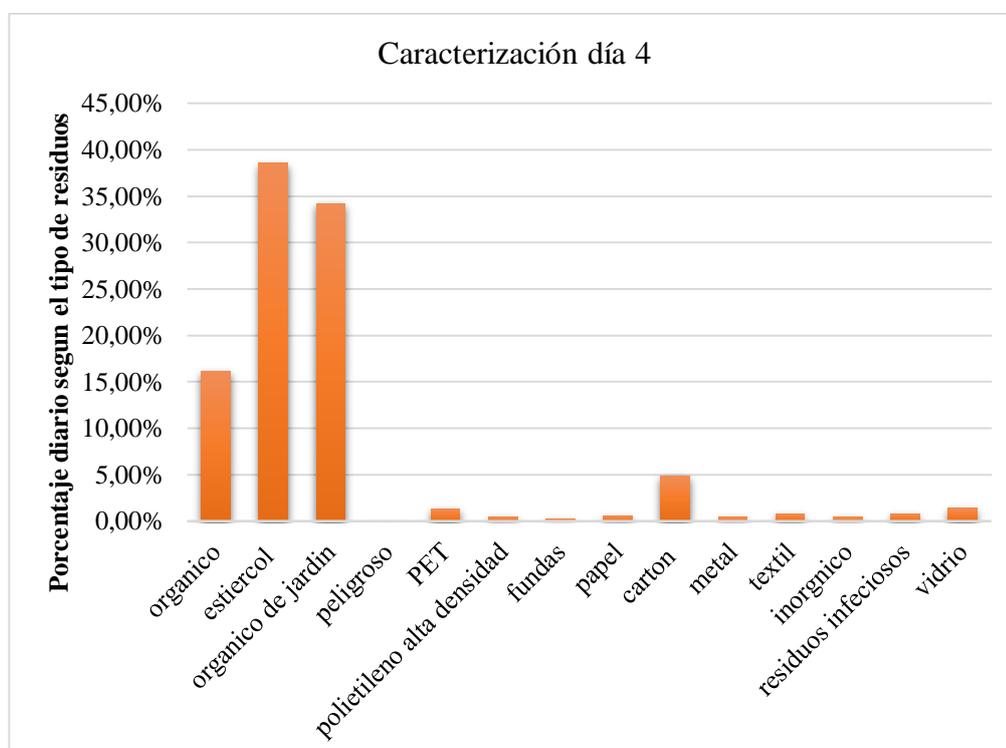
Tabla 23. Resultados de caracterización día 4

Día 4		
Tipo	Peso Total	Porcentaje
Orgánico	6,73	16,12%
Estiércol	16,1	38,55%
Orgánico de jardín	14,3	34,24%
Peligroso	0	0,00%
PET	0,55	1,32%
PE-HD	0,19	0,45%
Fundas	0,09	0,22%
Papel	0,23	0,55%
Cartón	2,02	4,84%
Metal	0,17	0,41%
Textil	0,32	0,77%
Inorgánico	0,17	0,41%
Residuos infecciosos	0,32	0,77%
Vidrio	0,57	1,36%
Densidad general		
<b>Peso total</b>	<b>41,76</b>	<b>100,00%</b>

Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

Nota: Porcentajes obtenidos en base al peso, de cada tipo de residuo durante el cuarto día de caracterización

Gráfica 7. Caracterización día 4



Elaborado por: Calahorrano W. Quispe B.

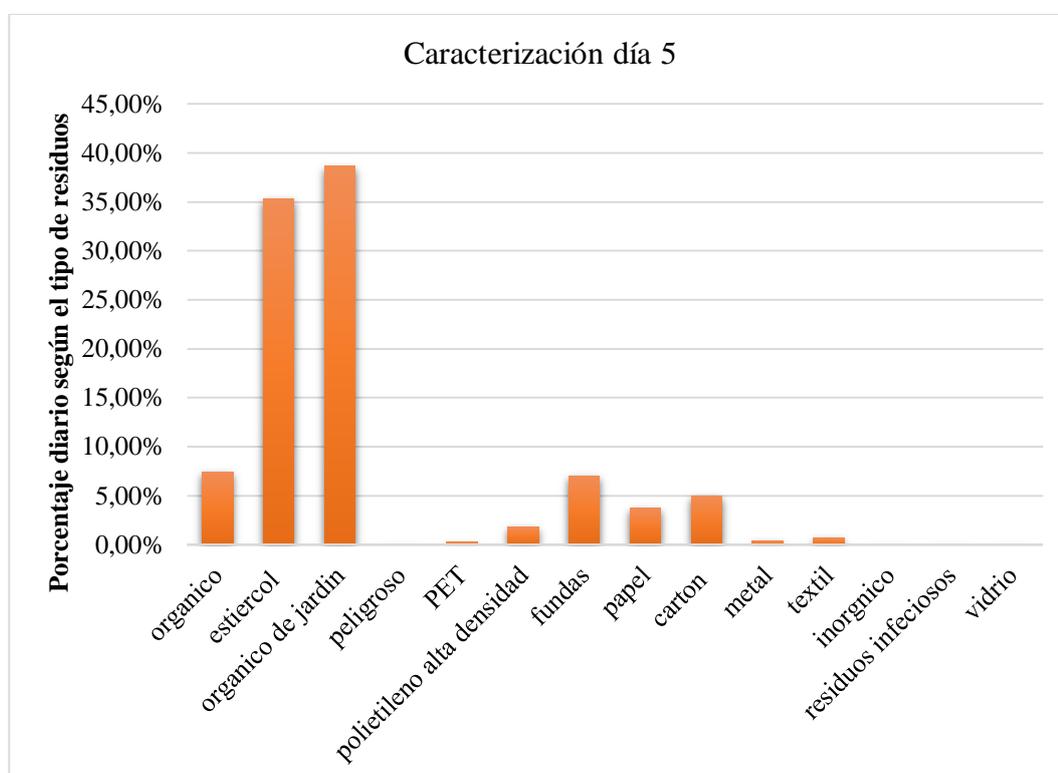
**Tabla 24.** Resultados de caracterización día 5

Día 5		
Tipo	Peso Total	Porcentaje
Orgánico	3,11	7,41%
Estiércol	14,8	35,26%
Orgánico de jardín	16,2	38,60%
Peligroso	0	0,00%
PET	0,09	0,21%
PE-HD	0,77	1,83%
Fundas	2,93	6,98%
Papel	1,57	3,74%
Cartón	2,069	4,93%
Metal	0,16	0,38%
Textil	0,27	0,64%
Inorgánico	0	0,00%
Residuos infecciosos	0	0,00%
Vidrio	0	0,00%
Densidad general		
<b>Peso total</b>	<b>41,969</b>	<b>100,00%</b>

Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

Nota: Porcentajes obtenidos en base al peso, de cada tipo de residuo durante el quinto día de caracterización

**Gráfica 8.** Caracterización día 5



Elaborado por: Calahorrano W. Quispe B.

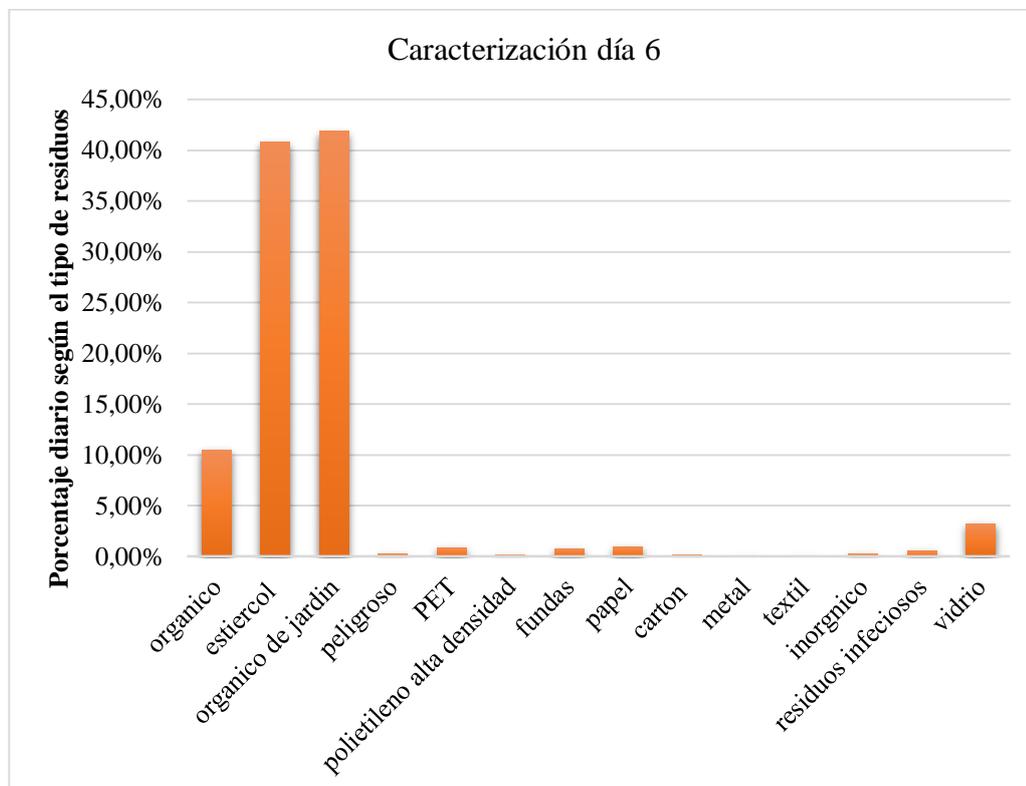
**Tabla 25.** Resultados de caracterización día 6

Día 6		
Tipo	Peso Total	Porcentaje
Orgánico	3,92	10,44%
Estiércol	15,3	40,77%
Orgánico de jardín	15,7	41,83%
Peligroso	0,09	0,24%
PET	0,31	0,83%
PE-HD	0,06	0,16%
Fundas	0,28	0,75%
Papel	0,35	0,93%
Cartón	0,04	0,11%
Metal	0	0,00%
Textil	0	0,00%
Inorgánico	0,1	0,27%
Residuos infecciosos	0,19	0,51%
Vidrio	1,19	3,17%
Densidad general		
<b>Peso total</b>	<b>37,53</b>	<b>100,00%</b>

Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

Nota: Porcentajes obtenidos en base al peso, de cada tipo de residuo durante el sexto día de caracterización

**Gráfica 9.** Caracterización día 6



Elaborado por: Calahorrano W. Quispe B.

**Anexo 1.** Encuesta de vinculación con la sociedad.



**Encuesta de vinculación con la sociedad.**

Responda según su conocimiento:

1. ¿CUAL DE LAS SIGUIENTES OPCIONES CONSIDERA COMO BASURA?  
• PAPEL                                             • PLATANO  
• BOTELLAS                                             • CASCARAS DE LIMON
2. ¿LE GUSTARIA CLASIFICAR LA BASURA EN SU INSTITUCION?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
3. ¿Qué CREE USTED QUE SE PODRIA REALIZAR CON LOS RESIDUOS ORGANICOS PRODUCIDOS EN LA INSTITUCION?  
.....
4. ¿CONOCE QUE ES EL RECICLAJE?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
5. ¿CREE QUE ES IMPORTANTE EL RECICLAJE EN LA INSTITUCION?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ PORQUE.....
6. ¿CONOCE USTED CUALES SON LAS TECNICAS DEL RECICLAJE?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
7. ¿CONOCE USTED QUE SE HACE CON LA BASURA ENTREGADA AL CARRO RECOLECTOR?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
8. ¿TRABAJARIA EN CONJUNTO CON LA UNIVERSIDAD PARA REDUCIR LA BASURA A TRAVES DE LA PRODUCCION DE ABONO?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
9. ¿CONOCE SOBRE LA TECNICA DE REUTILIZACION DE RESIDUOS?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
10. ¿MEDIANTE QUE ACTIVIDADES SE PODRIA REUTILIZAR LOS RESIDUOS?  
TRANSFORMACION DE MATERIA ORGANICA   
PRODUCCION DE MANUALIDADES.   
QUEMA DE BASURA
11. ¿SABIA QUE EL 80% DE LOS RESIDUOS ESCOLARES Y DOMESTICOS PUEDEN SER REUTILIZADOS?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
12. ¿Qué BENEFICIOS OBTIENES AL PRODUCIR ABONOS A PARTIR DE MATERIA ORGANICA?  
.....
13. ¿CREE USTED QUE EL PROYECTO DE TRATAMIENTO ADECUADO DE LA BASURA SEÁ BENEFICIOSO PARA SU INSTITUCION?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ PORQUE.....

Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.





**Anexo 3.** Fotografía del área sanitaria, previa al proceso de caracterización



**Anexo 4.** Recolección de residuos sin separación en la fuente dentro de la institución.



**Anexo 5.** Separación de residuos en fundas de color azul, negro y rojo



**Anexo 6.** Proceso de homogenización de residuos, siguiendo los pasos de la técnica de caracterización utilizada.



**Anexo 7.** Homogenización de residuos, utilizando palas de manilla.



**Anexo 8.** Proceso de separación de residuos según sus características físicas.



**Anexo 9.** Desprendimiento de fundas de basura, en el proceso de caracterización.



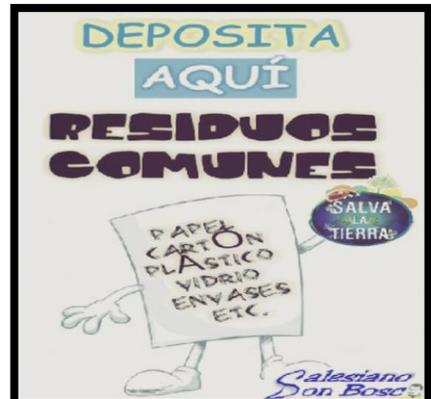
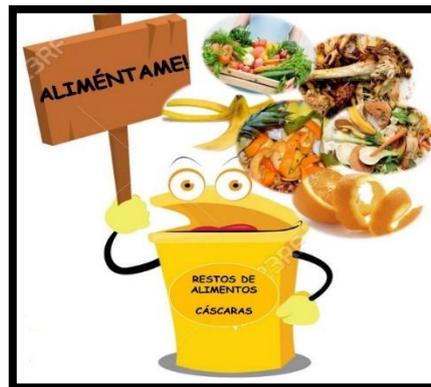
**Anexo 10.** Separación de residuos según sus características.



Anexo 11. Pesado de residuos obteniendo pesos y densidad diaria.

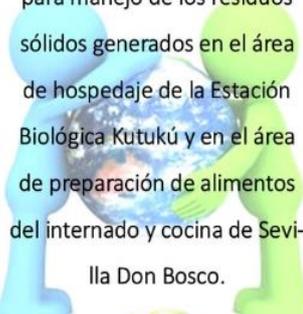


Anexo 12. Afiche utilizado en la capacitación y charlas dentro de la institución





**Anexo 13.** Trípticos informativos

 <p><b>Ministerio del Ambiente</b> <b>PNGIDS</b> Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos</p> <p>Dentro de nuestro país el Ministerio del Ambiente y su Programa Nacional de Gestión Integral de Desechos Sólidos una manera de conseguir un aprovechamiento de residuos sólidos es la implementación del "sistemas 3R".</p> <p><b>REDUCIR REUSAR RECICLAR</b></p> <p>Con esta adaptación se motiva a realizar cambios en los distintos procesos de manejo de residuos. Dentro de sus proyectos se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Diseño de las plantas de separación de residuos sólidos.</li> <li>⇒ Gestión social del reciclaje de residuos.</li> <li>⇒ Políticas para la reducción del consumo de fundas plásticas.</li> <li>⇒ Aprovechamiento energético.</li> </ul> 	<p><b>¿Qué es caracterización de residuos sólidos?</b></p> <p>Es un estudio en el cual se separan los residuos originados de una fuente conocida, en un tiempo determinado.</p> <p>La metodología consiste en recolectar una muestra en la fuente de generación e identificar las características y cantidades de residuos. Este proceso permite iniciar un sistema de manejo de los residuos y poder dar soluciones a los problemas en el almacenamiento, recolección, transporte y disposición final.</p>  	 <p>Diseño e implementación de un sistema integral de gestión para manejo de los residuos sólidos generados en el área de hospedaje de la Estación Biológica Kutukú y en el área de preparación de alimentos del internado y cocina de Sevilla Don Bosco.</p>  <p>Macas-Ecuador 2016</p> 
--	---	---

Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

### ¿Qué es residuo?

Son materiales sólidos, semisólidos, líquidos o incluso gases contenidos en recipientes, generados en toda actividad productiva o de consumo, en distintas cantidades y riesgos; todos desechados por su poseedor al resultar no útil.

## IMPORTANTE

La naturaleza es fuente principal de materia prima y también recibe desechos que quedan de las actividades del ser humano.

Los residuos que no tienen ningún tipo de tratamiento originan contaminación del agua, aire y suelo, ocasionando problemas de salud en los mismos productos.

Una propuesta de solución sencilla y eficaz a este problema es, la separación adecuada de los residuos sólidos desde la fuente (en la vivienda, la calle, etc), de acuerdo a su origen, composición o desde un punto de vista ecológico.



### Clasificación de los residuos

**De acuerdo al origen:**

- ⇒ Domésticos no peligrosos
- ⇒ Domésticos peligrosos
- ⇒ Viales
- ⇒ Industriales no peligrosos
- ⇒ Comerciales
- ⇒ Hospitalarios
- ⇒ Institucionales
- ⇒ Agrarios
- ⇒ Infecciosos de animales

**De acuerdo a la composición:**

- ⇒ Orgánicos compostables
- ⇒ Inorgánicos reciclables
- ⇒ Inorgánicos no aprovechables

**Desde el punto de vista ecológico:**

- ⇒ Biodegradables
- ⇒ No biodegradables



## MEDIO AMBIENTE

### Código de colores para la separación general de residuos.



**ROJO:** residuos peligrosos

**VERDE:** residuos orgánicos

**NEGRO:** residuos comunes

Los beneficios del uso correcto de estos contenedores:

- ⇒ Reducir la cantidad de residuos generados
- ⇒ Aprovechar los materiales reciclables
- ⇒ Evitar la sobreexplotación de recursos naturales
- ⇒ Disminuir los costos de disposición final de los residuos
- ⇒ Promover fuentes de trabajo y participación ciudadana



## COMPOSTAJE EN ACCIÓN

El compostaje es la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno) obteniendo un compuesto bioquímicamente inactivo llamado compost que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes.






Se utiliza los residuos orgánicos, por lo general agropecuarios, agroindustriales y sólidos urbanos, sometidos a procesos biológicos, termoquímicos o combustión para producir energía. Es la producción de gas mediante la mezcla de residuos animales y vegetales húmedos que se fermentan en una cámara anaeróbica (sin oxígeno), es decir hermética; obteniendo además de gas, un biofertilizante.





## DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS




Macas-Ecuador  
2016



Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

<p><b>¿QUÉ ES DISPOSICIÓN FINAL?</b> </p> <p>Constituye la fase final de los todos los residuos recolectados mediante el sistema de aseo.</p> <p>Se implementan unidades de procesamiento, tratamiento y transformación de los residuos para mejorar sus características.</p> <p><b>Tratamientos físicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Separación de componentes de los residuos sólidos.</li> <li>⇒ Reducción mecánica de volumen.</li> <li>⇒ Reducción mecánica de tamaño .</li> </ul> 	<p><b>Tratamientos térmicos</b></p> <p><b>Tratamientos biológicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Proceso aeróbico.</li> <li>⇒ Respiración anaeróbica.</li> </ul> <p><b>APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS</b></p>  <p>Implica disminuir la generación de residuos como medida de prevención.</p>  <p>Implica recoger los materiales e introducirlos de nuevo en los procesos de producción y consumo sin someter-</p> 	<p>lo a ningún proceso de transformación, en lugar de destinarlos como inutilizables.</p>  <p>Recuperar los desechos sólidos para integrarlos al ciclo económico y productivo, reutilizándolos como materia prima para nuevos productos.</p> <p><b>APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Fuentes de alimento animal .</li> <li>⇒ Fuente energética .</li> <li>⇒ Fuente de abono .</li> </ul>
--	---	---

Elaborado por: Calahorrano W. y Quispe B.

## Anexo 14. Resultado de análisis físicos de compost

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE CALIDAD DE FERTILIZANTES</b> Vía Interoceánica Km. 143 y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito. Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/1/09-1001</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	<b>Rev. 3</b>  <b>Hoja 1 de 1</b>

Informe número: 18-F-435-1825  
Fecha emisión informe: 16-11-2014

### DATOS DEL CUENTE

Persona o Empresa solicitante: Byron Quispe  
 Dirección: Av. Mariscal y calle Ecuador  
 Provincia: Pichincha      Cantón: Quito  
 Teléfono: 09847217330  
 Correo Electrónico: byronquispe39@gmail.com  
 N° Orden de Trabajo: F-16-CGLS-3082  
 N° Factura/Documento: 7513

### DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Fertilizante sólido orgánico	Conservación de la muestra: Envase apropiado
Lote: ---	Tipo de envase: funda plástica
Provincia: Morona Santiago	X: ---
Cantón: Macas	Coordenadas: Y: ---
Parroquia: Sevilla Don Bosco	Altitud: ---
Muestreado por: Byron Quispe	
Fecha de muestreo: 23/11/2014	Fecha de inicio de análisis: 28/11/2014
Fecha de recepción de la muestra: 24/11/2014	Fecha de finalización de análisis: 15/12/2014

### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN (NORMA TÉCNICA)
F161746	COMPOST MUESTRA 1	NT	PEE/J/14	%	1.08±0.04*	---
		Cenizas	PEE/J/09	%	52.95	---
		MO	PEE/J/09	%	47.05	---
		*C/N	---	---	43.56	---

\*: Resultado obtenido por cálculo  
 NT = Nitrógeno Total MO = Materia Orgánica

±: Incertidumbre expandida asociada a la medición (2) se establece como la incertidumbre de la medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k, de tal manera que la cobertura corresponde a aproximadamente 95%

Analizado por: Ing. Melissa Rea, Ing. Cristina Flores, Ing. Edison Vega, Ing. Wilson Castro  
 Observaciones: Los resultados esta expresados en %/p.

Anexo Gráficos: ---  
 Anexo Documentos: ---



**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA ECUATORIANA  
 DE ASESORAMIENTO  
 DE LA CALIDAD DEL AGRO  
 Ing. Wilson Castro  
 Responsable Técnico Laboratorio  
 de Calidad de Fertilizantes

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## Anexo 15 Resultados de análisis microbiológicos de compost

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE CALIDAD DE FERTILIZANTES</b> Vía Interceánica Km. 14x y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/F/09-F001</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	Rev. 3 Hoja 1 de 1

Informe número: 19-F-15-1826  
Fecha emisión informe: 16-12-2016

### DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Byron Quispe  
 Dirección: Av. Mariscal y calle Ecuador  
 Provincia: Pichincha      Cantón: Quito  
 Teléfono: 09847217330  
 Correo Electrónico: byronquispe89@gmail.com  
 N° Orden de Trabajo: F-16-CGLS-3082  
 N° Factura/Documento: 7513

### DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Fertilizante sólido orgánico	Conservación de la muestra: Envase apropiado
Lote: ---	Tipo de envase: funda plástica
Provincia: Morona Santiago	X: ---
Cantón: Macas	Y: ---
Parroquia: Sevilla Don Bosco	Altitud: ---
Muestreado por: Byron Quispe	
Fecha de muestreo: 23/11/2016	Fecha de inicio de análisis: 28/11/2016
Fecha de recepción de la muestra: 24/11/2016	Fecha de finalización de análisis: 15/11/2016

### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARAMETROS ANALIZADOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN (FICHA TÉCNICA)
F161747	COMPOST MUESTRA 2	NT	PEE/F/14	%	0.72±0.03 <sup>1</sup>	---
		Cenizas	PEE/F/09	%	57.78	---
		MO	PEE/F/09	%	42.22	---
		*C/N	---	---	54.13	---

\*1: Resultado obtenido por cálculo  
NT = Nitrógeno Total MO = Materia Orgánica

<sup>2</sup>: Incertidumbre expandida asociada a la medición (U) se establece como la incertidumbre de la medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k, de tal manera que la cobertura corresponde a aproximadamente 95%

Analizado por: Ing. Melissa Rea, Ing. Cristina Flores, Ing. Edison Vega, Ing. Wilson Castro.  
Observaciones: Los resultados esta expresados en %p/p.

Anexo Gráficos: ---  
Anexo Documentos: ---



**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA ECUATORIANA  
 DE ASESORAMIENTO  
 DE LA CALIDAD DEL AGRO  
 Ing. Wilson Castro  
 Responsable Técnico Laboratorio  
 de Calidad de Fertilizantes

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.  
Esta prohibida la reproducción parcial de este informe.



**AGROCALIDAD**  
AGENCIA ECUATORIANA  
DE ASESORAMIENTO  
DE LA CALIDAD DEL AGRO

**LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y  
MICROBIOLOGÍA**

Via Interoceánica Km. 14X y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP,  
Tumbaco - Quito  
Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845

PGT/B/09-FO01

Rev. 3

INFORME DE ANÁLISIS

Hoja 1 de 1

Informe N°: LN-B-MB-116-127  
Fecha emisión informe: 02/12/2016

**DATOS DEL CLIENTE**

Persona o Empresa solicitante: Byron Quispe

Dirección: Av. Mariscal Sucre y Calle Ecuador

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Teléfono: 0984217330

Correo Electrónico: byronquispe@gmail.com

N° Orden de Trabajo: B-MB-16-CGLS-3083

N° Factura/Memorando: 7513

**DATOS DE LA MUESTRA:**

Tipo de muestra: Compost	Conservación de la muestra: Refrigeración
Lote: _____	Tipo de envase: funda
Provincia: Morona Santiago	Coordenadas: X: _____ Y: _____ Altitud: _____
Cantón: Macías	
Parroquia: Sevilla Don Bosco	
Responsable de toma de muestra: Byron Quispe	
Fecha de toma de muestra: 23/11/2016	Fecha de inicio de análisis: 25/11/2016
Fecha de recepción de la muestra: 24/11/2016	Fecha de finalización de análisis: 02/12/2016

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN / REFERENCIA
B-MB160860	Compost muestra 1	Coliformes totales	UFC	PEE/B-MB/03	$1 \times 10^3/10g$	*
		E. coli	UFC	PEE/B-MB/03	$1 \times 10^2/10g$	*
B-MB160861	Compost muestra 2	Coliformes totales	UFC	PEE/B-MB/03	$4 \times 10^3/10g$	*
		E. coli	UFC	PEE/B-MB/03	$8 \times 10^2/10g$	*

Analizado por: Jorge Macías, Lorena Salvador, UFC: Unidades Formadoras de Colonias; g: gramos; \*  $n \times 10 / 10g$ : Número de colonias en 10g de muestra; + 1 no se presenta el crecimiento de colonias en placas.; Observaciones: muestra entregada por el cliente en funda plástica

  
Responsable Técnico  
Laboratorio de Bromatología y Microbiología

 **AGROCALIDAD**  
AGENCIA ECUATORIANA  
DE ASESORAMIENTO  
DE LA CALIDAD DEL AGRO  
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y  
MICROBIOLOGÍA  
TUMBAO - ECUADOR

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.  
Está prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del Laboratorio.

Tabla 26. Mediciones de parámetros de temperatura y pH del plan piloto de compostaje.

FECHA	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3	
	pH	T	pH	T	pH	T
27/10/2016	7,39	19,4	7,1	19,2	7,8	19,2
28/10/2016	6,41	18,3	6,76	18,6	7,98	17,8
29/10/2016	6,44	17,6	6,83	18,9	7,49	18,1
30/10/2016	6,46	18,5	6,94	19,3	7,63	18,7
31/10/2016	6,62	17,8	6,36	18,5	6,96	19
01/11/2016	7,53	22,3	7,64	19,7	7,47	19,7
02/11/2016	7,48	22,3	7,6	20,1	7,35	21
03/11/2016	7,17	23,4	7,83	23,4	7,56	25,3
04/11/2016	7,56	23,8	7,72	27,6	7,68	27,1
05/11/2016	7,65	24,4	7,84	31,9	7,72	29,3
06/11/2016	7,86	27,5	7,74	36,3	7,81	33,2
07/11/2016	7,17	29,1	8,54	37,4	7,06	35,9
08/11/2016	7,38	32,7	7,7	40,4	7,35	32,9
09/11/2016	8,48	35,4	8,46	41	8,16	37,2
10/11/2016	7,54	35,9	8,06	43,3	7,75	40,1
11/11/2016	7,72	36,7	8,1	46,9	7,79	37,2
12/11/2016	7,94	36,1	8,55	49,3	7,33	42,4
13/11/2016	8,62	38,3	8,72	53,4	7,78	45,7
14/11/2016	6,6	37,2	8,85	55,1	7,42	40,7
15/11/2016	7,15	36,3	7,65	50,6	7,46	38,1
16/11/2016	6,58	30,2	7,22	44,7	7,22	33,9
17/11/2016	5,8	28,3	7,24	38,3	8,55	28,7
18/11/2016	6,44	25,2	7,04	31,4	8,69	25,4
19/11/2016	6,39	21,9	6,98	25,6	7,85	24,3
20/11/2016	6,46	19,5	6,85	22,9	7,22	21,5
21/11/2016	6,62	18	6,56	20,3	7,93	19,3
22/11/2016	6,78	16,8	6,17	18,2	7,22	17,8
23/11/2016	6,61	16,3	6,92	16,1	7,34	17,2

Tabla 27 cálculo de la relación C/N

Materia prima	Densidad ap.	% Humedad	% Carbono	% Nitrogeno	Peso (kg. o t.)
restos cocina	0,70	76,0	14,0	1,0	0,50
hojas	0,30	40,0	40,0	1,0	0,20
estiércol	0,7	45,0	15,0	1,5	0,20
acerrin	0,3	14,0	40,0	0,1	0,13
	Calculo del contenido en humedad de la mezcla:				55,2
	Calculo de la relacion C/N de la mezcla:				30,3