

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGIA**

**MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL**



**PROPUESTA DE MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS  
GENERADOS EN NARANJILLO, CAPITAL DEL DISTRITO DE LUYANDO**

**Tesis para optar el grado de**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**María Eveling DAZA PANDURO**

**Tingo María - Perú**

**2014**



**TM**  
**FOR**  
**Daza Panduro, María Eveling**

Propuesta de manejo de los residuos sólidos urbanos generados en Naranjillo,  
Capital del Distrito de Luyando. Tingo María 2014

71 páginas.; 31 cuadros; 30 figuras.; 37 ref.; 30 cm.

Tesis ( Maestro en Ciencias en Agroecología Mención: Gestión Ambiental )  
Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María ( Perú ) Escuela de  
Posgrado

**1- RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS 2- AMBIENTE 3- RELLENO**  
**SANITARIO 4- COMPOSTAJE 5- CONTAMINACIÓN**  
**6- RESIDUOS SÓLIDOS INORGÁNICOS**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**DIRECCION**



Av. Universitaria s/n . Telefax (062) 561070-Email: [epgunas@hotmail.com](mailto:epgunas@hotmail.com).  
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En la ciudad universitaria siendo las 4.00 p.m. del día viernes 20 del mes de diciembre de 2013, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la UNAS, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

**"Propuesta de Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos Generados en Naranjillo, Capital del Distrito de Luyando "**

A cargo de la candidata al Grado de Maestro en Ciencias en Agroecología, Mención Gestión Ambiental, **Ing. MARÍA EVELING DAZA PANDURO.**

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO.**

Acto seguido, a horas 6.00 P.M. el Presidente dio por levantado el acto; procediéndose a la suscripción de la presente Acta por parte de los miembros integrantes del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

.....  
**M.Sc. JOSÉ W. ZAVALA SOLORIZANO**  
Presidente del Jurado

.....  
**M.Sc. JOSÉ KALIÓN GUERRA LU**  
Miembro del Jurado

.....  
**M.Sc. JOSÉ LÉVANO CRISÓSTOMO**  
Miembro del Jurado

.....  
**Dr. PAÚL NATIVIDAD FERRER**  
Miembro del Jurado - Asesor

## DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y fuerzas para realizar mis deseos de superación.

A mis queridos padres: Gunter y Lourdes, con eterna gratitud, por su amor, apoyo; en la realización de mis anhelos y sus sabios consejos durante mi formación profesional.

A mi amado esposo José, por su amor, cariño y apoyo para poder salir adelante. A mis hijos: Slomy y Stefano, los amo mucho.

A mi hermano Gunter, por su apoyo moral, cariño y amistad. A mi sobrina, Luciana por su ternura.

A mis familiares: Abuelo, suegros, tios(as), primos(as), padrinos; que significaron un estímulo para mi superación.

En memoria de mi hermana Rosmery, mi abuelita Teófila, mi tía Zoila y al Cautivo de Ayabaca; quienes desde la eternidad guían mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por darme la oportunidad de realizar mis estudios de maestría.
- A la Escuela de Posgrado de la UNAS, a sus docentes y trabajadores, por su apoyo y consejos durante mi formación profesional.
- A mis jurados M.Sc. José Wilfredo Zavala Solórzano, presidente y a los miembros M.Sc. José Guerra Lu y M.Sc. José Lévano Crisóstomo, por la revisión y sugerencias técnicas, científicas y académicas para la mejora en la ejecución y redacción del trabajo.
- A mis asesores: Dr Raúl Edgardo Natividad Ferrer y M.Sc. Gunter Daza Rengifo, por su amistad, confianza y apoyo incondicional en la elaboración, ejecución y culminación del presente trabajo.
- A mi padre Gunter, mi madre Lourdes, mi esposo José; por sus apoyo incondicional, económico, sus consejos para la elaboración, ejecución y culminación del trabajo.
- Al M.Sc. Ronald Hugo Puerta Tuesta e Ing Melchor Soría Iturre, por el apoyo brindado.
- A los pobladores de: Naranjillo, Mapresa, 8 de Julio, Santa Marta, Milagros de Dios, Nueva Esperanza, el Sauzal; por su colaboración y apoyo durante la ejecución del trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág</b>
I INTRODUCCIÓN.....	01
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	03
2.1 Residuo sólido (RS) y su clasificación.....	03
2.2 Residuos sólidos municipales o urbanos (RSM o RSU).....	04
2.3 Gestión y manejo de residuos sólidos. ....	05
2.3.1 Depósito y recojo .....	07
2.3.2 Transporte.....	08
2.3.3 Tratamiento .....	08
2.4 Principales causas que originan el problema de los RSU.....	09
2.4.1 Baja cultura ambiental de la población.....	09
2.4.2 Ausencia de un sistema de recolección selectiva de los residuos.....	09
2.4.3 Carencia de infraestructura para el reciclaje de los residuos...	10
2.4.4 Inadecuada disposición final de los residuos.....	10
2.5 Gestión integral de residuos sólidos.....	12
2.6 Aplicación de las erres de residuos sólidos.....	15
2.7 Compostaje.....	17
2.8 Relleno sanitario.....	18
2.9 Basura cero.....	20
2.10 Impacto ambiental de los RSU.....	22
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	25

3.1	Lugar y fecha de ejecución.....	25
3.2	Materiales y equipos.....	25
3.2.1	Materiales.....	25
3.2.2	Equipos.....	26
3.3	Personal de apoyo.....	26
3.4	Metodología.....	26
3.4.1	Determinación de la muestra de viviendas.....	27
3.4.2	Caracterización y cuantificación de los RSU generados en Naranjillo.....	27
3.4.3	Determinación del manejo adecuado para reducir los RSU generados en Naranjillo. ....	28
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1	Determinación de la muestra de viviendas.....	31
4.2	Caracterización y cuantificación de los RSU generados en Naranjillo.....	31
4.2.1	Cantidad de RSU segregados durante el estudio.....	31
4.2.2	Determinación de la producción per cápita de los RSU.....	33
4.2.3	Densidad de los RSU.....	36
4.2.4	Determinación de la humedad.....	38
4.2.5	Determinación del porcentaje de los componentes segregados.....	39
4.2.6	Generación de RSU por vivienda para el año 2013.....	41
4.2.7	Generación de los RSU proyectada al año 2030.....	43
4.2.8	Ingreso por la comercialización de los componentes de los RSU.....	45

4.3 Determinación del manejo adecuado para reducir los RSU generados en Naranjillo. ....	46
4.3.1 De la aplicación de la encuesta.....	46
4.3.2 Análisis estadístico de la prueba no paramétrica.....	48
4.3.3 Capacitación a la muestra poblacional.....	53
4.3.4 Disposición final de los residuos sólidos no aprovechables...	54
4.3.5 Necesidad de equipos recolectores.....	55
4.3.6 Cálculo del relleno sanitario.....	55
V PROPUESTAS.....	57
5.1 Para el mejoramiento de las condiciones ambientales, económicas y sociales de la población.....	57
5.2 Para el adecuado manejo de los residuos sólidos urbanos.....	58
5.3 Para preservar el ambiente y la salud de la población.....	59
VI CONCLUSIONES.....	63
VII RECOMENDACIONES.....	65
VIII ABSTRACT.....	66
IX REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
X ANEXOS.....	72
GALERIA DE FOTOS	

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
1. Cuantificación de los residuos sólidos segregado para el 2013.....	36
2. Promedio de la densidad y del grado de compactación de los RSU.....	37
3. Humedad de los residuos sólidos.....	39
4. Porcentaje de los componentes segregados.....	40
5. Generación de RSU por vivienda para el año 2013.....	41
6. Producción proyectada al año 2030 de cada segregado.....	43
7. Resultado de las preguntas relevantes encuestadas.....	47
8. Prueba no paramétrica Chi Cuadrado con SPSS para la pregunta: Tipo de recipiente donde almacena su RS.....	48
9. Prueba no paramétrica Chi Cuadrado con SPSS para la pregunta: Importancia de la limpieza pública y recolección de RS.....	50
10. Prueba no paramétrica Chi Cuadrado con SPSS para la pregunta: ¿Cuál es el principal problema de recolección de RS?.....	50
11. Prueba no paramétrica de aproximación normal con SPSS para la pregunta: ¿Recibió charlas, avisos, materiales educativos sobre el tema de RS?.....	51
12. Prueba no paramétrica de Chi Cuadrado con SPSS para la pregunta: ¿Qué te interesaría saber sobre RS?.....	52
13. Cantidad total diario en Kg de los RSU de Naranjillo.....	75
14. Cantidad de cada componente segregado en Kg de los RSU de	

Naranjillo.....	79
15. Producción per cápita diaria y anual generados de los RSU.....	84
16. Datos para determinar la densidad de los RSU.....	85
17. Densidad diaria sin compactar y compactada de los RSU.....	86
18. Densidad promedio sin compactar y compactada de los RSU.....	87
19. Determinación de la humedad de los RSO.....	88
20. Determinación de la humedad de los RSU.....	88
21. Ingreso diario y por año de cada componente segregado en Naranjillo en el año 2013.....	89
22. Resumen de procesamiento de casos.....	92
23. Estadística de fiabilidad.....	92
24. Estadística de la validación de la encuesta.....	93
25. Proyección del crecimiento poblacional anualmente.....	94
26. Componentes de los RS destinados al relleno sanitario.....	95
27. Proyección de la generación de los RS destinados al relleno sanitario.....	96
28. Cálculo de la capacidad útil del relleno sanitario.....	97
29. Cálculo de los parámetros para el área útil mínima.....	98
30. Cálculo para la construcción del relleno sanitario.....	99
31. Proyección del volumen anual de residuos y cantidad del material de cobertura acumulados (VARDA).....	100

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Causas que influyen en el deterioro de la calidad de vida de los pobladores causados por los RS.....	12
2. Cantidad en Kg de RSU generados por día, durante el estudio.....	32
3. Peso de los componentes segregados de los RSU.....	33
4. Producción per cápita diario por componente segregado de RSU.....	35
5. Producción per cápita anual de cada componente segregado de RSU	35
6. Variación de la densidad sin compactar y compactada.....	38
7. Generación de RSU diaria por vivienda en Naranjillo.....	42
8. Generación de RSU anual por vivienda en Naranjillo.....	42
9. Generación diaria de cada componente de RSU proyectada al año 2030.....	44
10. Generación anual de cada componente de RSU proyectada al año 2030.....	44
11. Ingreso económico en soles/día del 2013 por componente aprovechable.....	46
12. Porcentaje de los diferentes tipos de recipientes usados.....	49
13. Porcentaje del principal problema de recojo.....	51
14. Porcentaje de temas de interés sobre RS.....	53
15. Manejo actual de los residuos sólidos urbanos en Naranjillo.....	57
16. Propuesta del manejo de los RSU en Naranjillo.....	62

17. Mapa de ubicación de Naranjillo.....	73
18. Diseño de la instalación para el manejo de los residuos sólidos en Naranjillo.....	101
19. Materiales y equipos utilizados para el proceso de segregación de los RSU.....	102
20. Recoleccion diaria domiciliaria de los RSU.....	102
21. Transporte de las muestras de los RSU domiciliarios.....	103
22. Acopio de las muestras en el lugar de la segregación.....	103
23. Efectuando la segregación de cada componente de los RSU.....	104
24. Componentes segregados de los RSU .....	104
25. Tamizado de muestras para determinar residuos inertes.....	105
26. Medida de la altura libre del cilindro para determinar el volumen de los RSU.....	105
27. Bolsas con muestras de RSO para determinar humedad.....	106
28. Muestra de RSU en la estufa para determinar humedad.....	106
29. Botadero la muyuna – río Huallaga.....	107
30. Botadero playa Hawai – Naranjillo.....	107

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivos caracterizar y cuantificar los residuos sólidos urbanos generados en Naranjillo, y proponer su manejo adecuado. Para ello se utilizó la metodología del Programa de Gestión Urbana de las Naciones Unidas, reflejado en la Guía N° 1 de Dante Flores e Inés Villafuerte. El cálculo del relleno sanitario fue a través de la guía de diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales; de Jorge Jaramillo.

El estudio determinó 91,14 % de residuos sólidos aprovechables y 8,86 % de residuos sólidos no aprovechables cuya disposición final debe ser en el relleno sanitario. De los aprovechables el 75,72 % son residuos orgánicos que deben tener el tratamiento biológico en la planta de compostaje; el 15,42 % de residuos sólidos inorgánicos deben ser reciclados clasificándose en la planta de segregación manual, ambos componentes deben ingresar al ciclo económico. El volumen del relleno sanitario calculado hasta el año 2030 corresponde a 1555,80 m<sup>3</sup> para una población proyectada a ese año de 4695 habitantes; con una producción de residuos sólidos urbanos de 1575,86 Kg/día.

La municipalidad del distrito de Luyando al aplicar el modelo propuesto de los residuos sólidos urbanos mejorará la calidad de vida de sus pobladores evitando la contaminación del agua, suelo, aire y el deterioro paisajístico.

**Palabras claves:** Residuos sólidos urbanos, ambiente, relleno sanitario, compostaje, contaminación, residuos sólidos inorgánicos,

## I INTRODUCCIÓN

En la actualidad en el Perú y otros países del planeta Tierra, la producción de residuos sólidos por el efecto del consumismo cada día se incrementa generando impactos negativos en la salud de la población y al ambiente, a ello se suma la baja cultura ambiental y la disposición final no adecuado.

La ciudad de Naranjillo capital del distrito de Luyando, al igual que los otros distritos de la provincia de Leoncio Prado vienen generando residuos sólidos, cada vez más crecientes que constituye problema para la población y la disposición final a orillas del río Huallaga.

La municipalidad de Luyando a falta de una política de manejo de residuos sólidos y no tener la gerencia de gestión ambiental, el manejo de residuos sólidos urbanos, se realiza en forma convencional sin tener en cuenta las técnicas recomendadas por los organismos pertinentes y dispositivos legales, cuya disposición final se realiza en el lugar denominado playa Hawaii, que contraviene directamente la Ley de Recursos Hídricos que se encuentra tipificado en el código penal de delitos ambientales.

En tal sentido el trabajo tuvo como objetivo general: Manejar los residuos sólidos urbanos generados en la zona urbana de Naranjillo, capital del distrito de Luyando, y como objetivos específicos: Caracterizar y cuantificar los residuos sólidos urbanos generados en Naranjillo, y proponer el manejo adecuado de los residuos sólidos.

## **II REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Residuos sólidos (RS) y su clasificación**

La LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS N° 27314 (2000), en su Artículo 14; define a los residuos sólidos como aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causen a la salud y al ambiente. La SOCIEDAD PERUANA DE DERECHO AMBIENTAL (2009), refiere como residuo sólido a toda sustancia o productos sólidos que pueden ser reaprovechados o no. TECNUN (2006) precisa que los residuos sólidos urbanos (RSU) son originados en la actividad doméstica y comercial de ciudades y pueblos, agrupándolos como basura, muebles, y electrodomésticos viejos, embalajes y desperdicios de la actividad comercial, restos de hojas, tallos de jardines, la limpieza de las calles, y otros; aclara que el más voluminoso es los residuos sólidos domésticos.

La LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS N° 27314 (2000), y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 057-2004-PCM, establecen los roles y competencias de las autoridades en materia de residuos sólidos, así como derechos y obligaciones de los generadores y empresas prestadoras de servicios y comercializadoras de los residuos sólidos.

UNED (2006) aclara que se entiende por residuo cualquier producto en estado, sólido, líquido o gaseoso, procedente de un proceso de extracción, transformación o utilización; que carente de valor para su propietario, éste decide abandonarlo. Clasifica a los residuos sólidos en cuatro grupos:

- Según su estado físico: (Sólidos, líquidos y gaseosos).
- Según su procedencia: (Industriales, agrícolas, sanitarios, urbanos).
- Por su peligrosidad: (Tóxicos y peligrosos, radioactivos, inertes).
- En cuanto al marco legal: (Residuos urbanos, residuos peligrosos)

Por su parte CHUNG e INCHE (2002) clasifican los residuos sólidos según la fuente generadora en:

- Domiciliario, comercial, institucional, hospitalario, de construcción y demolición, industriales asimilables a urbanos; a su vez caracteriza:
  - Orgánicos: (verduras, frutas, cáscara de huevo, huesos, carne, y otros).
  - Inorgánicos: (papel, cartón, latas, y otros; gran parte de ellos son reciclables).
- Con características especiales: (Se separan del resto, por su peligrosidad a la salud como para los ecosistemas).

## **2.2 Residuos sólidos municipales o urbanos (RSM o RSU)**

CONAM (2006 c) refiere que los residuos sólidos municipales (RSM), llamados también residuos sólidos urbanos (RSU) proceden de las actividades domésticas y comerciales (mercados, restaurantes, hoteles, tiendas, bodegas, y otros), de la limpieza diaria y mantenimiento de las vías públicas, parques y

jardines, así como de aquellos que por su composición se asemejan a estos, aún cuando se producen en actividades industriales.

Sin embargo, CAPISTRÁN (1994) dice que los RSM, son aquellos residuos que surgen de las actividades humanas y animales, normalmente son sólidos y se desechan como inútiles o no queridos; estos provienen de las actividades antrópicas, demoliciones, construcciones, establecimientos comerciales y de servicio, así como residuos industriales que no se deriven de su proceso y no estén considerados peligrosos.

Wild y Jones reportado por CAPISTRÁN (1994) alertan que el reciclaje, no soluciona el problema en más de un 50 %, motivo por el cual siempre, serán necesarios alternativas como rellenos sanitarios.

### **2.3 Gestión y manejo de residuos sólidos**

CORTES (2012) en su tesis dice que el manejo de los RS, presenta problemas muy complejos que no sólo es exclusiva de las zonas urbanas en donde se concentra la mayor parte de la población, sino también es preocupante en las localidades rurales donde no existe manejo adecuado de los RS y mucho menos un sitio técnicamente adecuado y destinado para su manejo y control, surgiendo botaderos clandestinos en cuerpos de agua y terrenos abandonados cercanos a las localidades, poniendo en riesgo tanto la salud pública como de los ecosistemas naturales.

El efecto ambiental más evidente del inadecuado manejo de los RSU es el deterioro estético del paisaje natural, tanto urbano como rural, con la consecuente devaluación de los predios donde se localizan los tiraderos, así como de las áreas vecinas por el abandono y la acumulación de basura, siendo uno de los efectos fácilmente observados por la población. Sin embargo, dentro de los efectos ambientales más serios, se encuentran la contaminación del suelo y cuerpos de agua (superficiales y subterráneos) ocasionada por el vertimiento directo de los RSU en el suelo o la infiltración del lixiviado en éste.

JARAMILLO (2002) refiere que la gestión de los RS, especialmente lo relacionado con la disposición final, es una tarea compleja que se ha convertido en un problema común en los países en vías de desarrollo. Ello se refleja en la falta de limpieza de las áreas públicas, la recuperación de sólidos en las calles, el incremento de las actividades informales, la descarga de residuos en cursos de agua o su abandono en botaderos a cielo abierto y la presencia de personas, de ambos sexos y de todas las edades, en estos sitios en condiciones infrahumanas, expuestas a toda clase de enfermedades y accidentes.

La gestión de los residuos sólidos, es el conjunto de procedimientos y políticas que conforman el sistema de manejo de los RS. La meta es realizar una gestión que sea ambiental y económicamente adecuada. La UNED (2006) aclara que se considera como gestión de los RSU al conjunto de operaciones que se realizan con ellos desde que se generan en los hogares y servicios hasta la última fase en su tratamiento.

Para RODRÍGUEZ (2008), las operaciones con los residuos sólidos urbanos involucran tres etapas:

### 2.3.1 Depósito y recojo

Existen 2 tipos de depósitos.

- **Depósito no selectivo.** Los residuos son mezclados en los contenedores sin haber sido separados.

- **Depósito selectivo.** Los residuos se depositan en los contenedores separados según su clase, como el papel, vidrio, envases y la materia orgánica. Este tipo de sistema requiere alto grado de concientización y colaboración ciudadana para funcionar.

UNED (2006) refiere que en el caso del recojo de los residuos sólidos se puede efectuar por:

- **Vehículos.** Se utilizan vehículos especialmente preparados, camiones dotados de una tolva o camiones compactadores.

- **Técnica neumática.** Exige una cuantiosa inversión inicial en la construcción de las instalaciones que han de ir bajo tierra. Sólo es factible en áreas de nueva urbanización.

- **Recojo informal.** Este método tiende a desaparecer en los países desarrollados. Consiste en un submundo marginal de personas necesitadas, que en condiciones muy penosas de precariedad, falta de higiene y medios materiales proceden a la recojida de ciertos residuos de los que obtienen alguna rentabilidad económica.

### **2.3.2 Transporte**

El transporte de los RS se realiza hacia las estaciones de transferencia, plantas de clasificación, reciclado, valorización energética o vertedero. Las estaciones de transferencia son instalaciones en las cuales se descargan y almacenan temporalmente los residuos para poder transportarlos posteriormente a otro lugar para su tratamiento, una vez allí se compactan y almacenan y se procede a transportarlos a otro lugar para su tratamiento.

### **2.3.3 Tratamiento**

Es la etapa final del proceso y la de mayor importancia, si los residuos vienen ya separados desde el origen como es el caso del papel o el vidrio, se dirigen directamente a la planta de reciclado. Si vienen juntos como es el caso de los envases y de las bolsas donde predominan la materia orgánica pero existen residuos de otra naturaleza hay que separar y seleccionarlos. UNED (2006) aclara que una vez separados los residuos hay que realizar su tratamiento, y que según su naturaleza, estado de los residuos y del modelo de gestión implantado puede consistir en una de estas opciones: Reciclado, valorización energética y vertido controlado.

TECNUM (2006) plantea la recuperación y reutilización mediante el reciclado de la mayor parte de los RSU, por lo que es importante que la materia orgánica no llegue contaminada con sustancias tóxicas. Aunque se utilicen adecuados sistemas de reciclaje o incineración siempre es necesario efectuar el vertido en los vertederos; los cuales deben estar bien contruidos y utilizados para

minimizar su impacto negativo, como la contaminación de las aguas, la eliminación de malos olores y la concentración de gases explosivos.

La incineración de los residuos sólidos urbanos, tiene ventajas como la reducción del volumen de vertidos, pero también desventajas como la producción de gases contaminantes, algunos como las dioxinas, que son potencialmente peligrosos para la salud humana. Existen incineradores de avanzada tecnología que si funcionan bien, reducen mucho los aspectos negativos, pero son caros de construcción y manejo y para que sean rentables deben tener grandes cantidades de basura.

## **2.4 Principales causas que originan el problema de los RSU**

### **2.4.1 Baja cultura ambiental de la población**

La escasa motivación e inadecuada actitud de la población en la gestión de los RSU está relacionado con el poco conocimiento sobre su rol para lograr un adecuado manejo de los RS. No existen actividades regulares de educación ambiental institucionalizadas en el tema de residuos. El poblador no está acostumbrado a almacenar sus residuos por más de un día en el interior de su casa, si el vehículo recolector no pasa los residuos son expuestos en la vía pública. Desconoce buenas prácticas ambientales como la minimización de residuos o la segregación de los residuos desde la fuente de generación.

### **2.4.2 Ausencia de un sistema de recolección selectiva de los residuos**

CONAM (2006 b) aclara que no se cuenta con un sistema que permita la recolección de los residuos inorgánicos de manera diferenciada del resto de

residuos que permita su aprovechamiento. Actualmente los residuos son recolectados de manera mezclada, encontrándose residuos domiciliarios junto con residuos industriales, de mercados y hospitalarios, esto produce un riesgo para los trabajadores municipales de limpieza pública y para los segregadores informales que manipulan los residuos.

La mezcla de residuos orgánicos con inorgánicos reduce la capacidad de reciclaje de los mismos, debido a que se contaminan y ensucian entre ellos perdiendo su potencial de aprovechamiento en la industria del reciclaje (por ejemplo: los papeles manchados con grasas no son aceptados en el mercado del reciclaje) y aumentando los costos de recuperación (los plásticos mezclados con otros residuos para poder reciclarse necesitan de un mayor lavado y por ende mayor consumo de recursos).

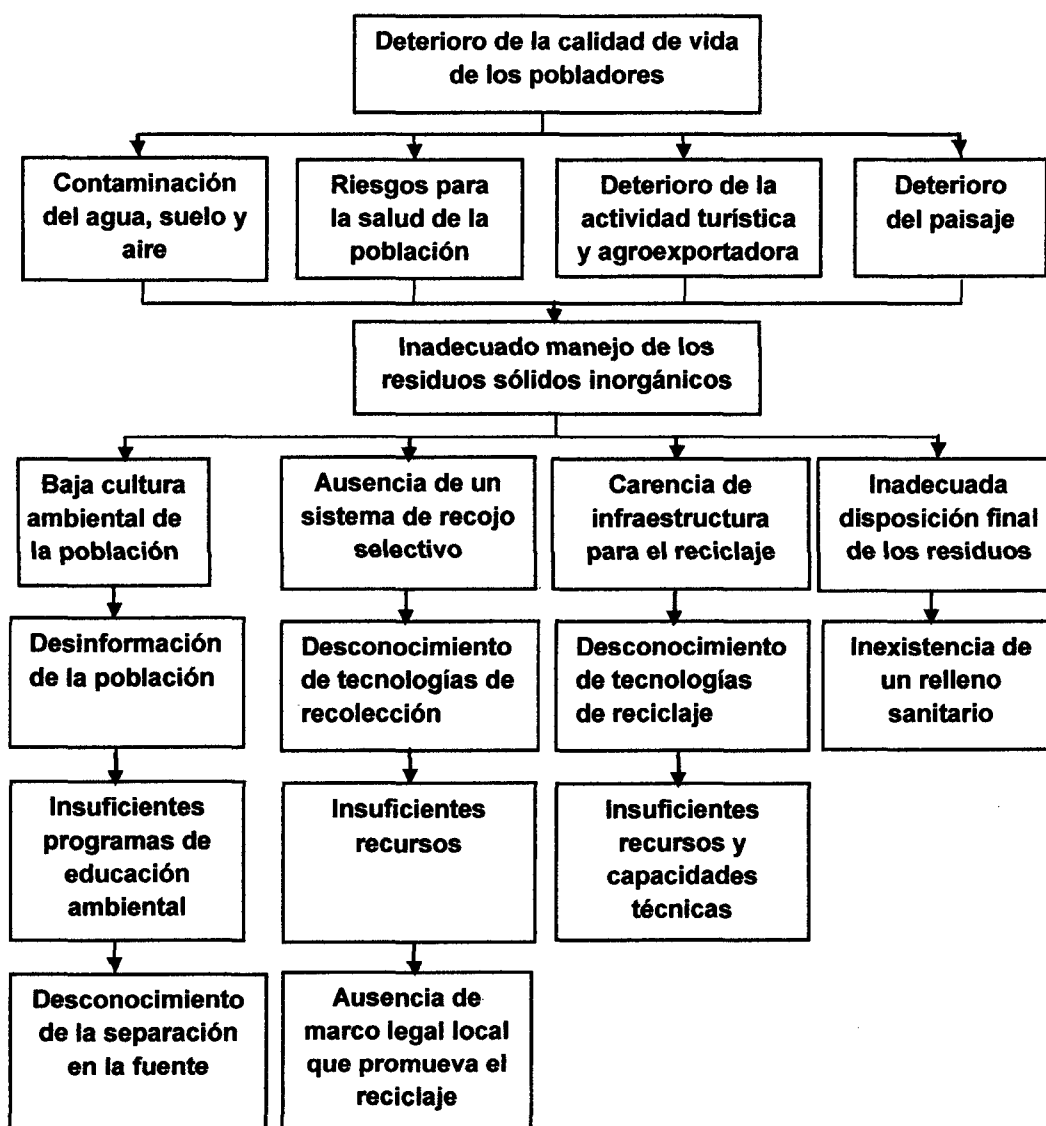
#### **2.4.3 Carencia de infraestructura para el reciclaje de los residuos**

No se cuenta con una infraestructura que permita el reciclaje de los residuos y que contribuya a reducir las prácticas inadecuadas de reciclaje como son la recuperación desde los vehículos de recolección por el propio personal municipal de limpieza pública o el reciclaje en los lugares de disposición final por segregadores informales sin las condiciones mínimas de seguridad necesaria.

#### **2.4.4 Inadecuada disposición final de los residuos**

CONAM (2006 c) analiza la generación y almacenamiento primario de los residuos sólidos, donde los generadores están desorientados porque el vehículo recolector no pasa siempre a la misma hora. Los recipientes de

almacenamiento primario no son apropiados. En su mayoría los pobladores sacan sus residuos en recipientes abiertos o deteriorados y en horarios no establecidos por el municipio, causando malos olores y presencia de insectos durante su tiempo de permanencia. La disposición final inadecuada es una causa principal del problema, fundamentalmente por la inexistencia de un relleno sanitario según las normas vigentes. La alternativa actual es el botadero. No hay personal que verifique la disposición efectiva de los residuos en el botadero. No existe compactación ni cobertura de los residuos. No hay instalación de chimeneas para eliminación de gases ni tampoco sistemas de drenaje de lixiviados. Hay presencia de recuperadores informales en el botadero. No existe un diseño de disposición de los residuos ni un plan de cierre. No hay un cerco perimétrico (vivo) que atenúe el transporte de residuos volátiles hacia otros lugares. Las causas que originan el problema de los RS son muy complejas, en la Figura 1 se muestra cada una de ellas:



Fuente: CONAM (2006 a). Centro de Segregación y Reutilización de Residuos Sólidos de San Andrés. Pisco.  
Perfil de Proyecto.

**Figura 1.** Causas que influyen en el deterioro de la calidad de vida de los pobladores causados por los RS

## 2.5 Gestión integral de residuos sólidos

Tanto la Ley como su reglamento regulan todas las actividades de las diferentes etapas del proceso de gestión y manejo de los RS; desde la generación hasta su disposición final; es decir desde el momento en que los producimos hasta

quienes se encargan de recogerlos, reutilizarlos o colocarlos en un lugar determinado para su descomposición final.

CORTES (2012) resalta sobre la gestión Integral de RS como un conjunto de acciones y programas que deben ser consideradas por las autoridades municipales como una parte fundamental de la gestión ambiental. Debe ser entendida como la disciplina asociada al control del manejo de los RSU, que armoniza con los mejores principios de salud pública, economía, ingeniería, conservación de los recursos naturales, estética del paisaje y de otras consideraciones ambientales, que responden al interés público.

Sigue opinando que uno de los principales problemas de las ciudades es la ausencia de un manejo integral de los RS, por su efecto directo en la calidad de vida de la población y del medio ambiente. Según la LEY GENERAL DEL AMBIENTE N° 28611 (2005), la gestión de los RS de origen doméstico, comercial o que siendo de origen distinto presente características similares a aquellos; son de responsabilidad de los gobiernos locales. Por ley se establece el régimen de gestión y manejo de los RSM.

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

TCHOBANOGLIOUS (1994) considera que la gestión integral de RS es la selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas de gestión idóneos para lograr metas y objetivos específicos de gestión de residuos. BERNACHE P (1998), define la gestión integral de RS como el resultado de la compleja interacción de los factores involucrados en el caso particular de una ciudad o de una región. Ese conjunto de factores comprende a la normatividad en la materia, los planes y programas de gobierno, el patrón de consumo de la sociedad y los montos de RS que resultan del consumo, la operación de los servicios de limpia y recolección de residuos, los sistemas de tratamiento de los residuos, la disposición final de los residuos, así como la participación social en programas de tratamiento (separación y aprovechamiento) y sus demandas respecto a proyectos de infraestructura para el manejo o disposición de los RS.

Para CORTES (2012) los elementos que conforman la jerarquía de la gestión integral de los RS son:

- **Reducción en el origen**

TCHOBANOGLIOUS (1994) plantea que este elemento posee el más alto nivel dentro de la gestión de RS, la cual implica reducir la cantidad y/o toxicidad de los residuos que son generados en la actualidad. Esto se debe a que al reducir las cantidades de RS, disminuye el costo asociado a su manipulación y los impactos al ambiente.

- **Reciclaje**

Implica la separación y la recogida de residuos, la preparación de estos materiales para la reutilización, el procesamiento, y transformación en nuevos productos, por último la reutilización, reprocesamiento, y nueva fabricación de

productos. Para reducir la demanda de recursos y la cantidad de residuos generada, el reciclaje es un factor fundamental para lograr este objetivo.

**- Transformación de residuos**

Implica la alteración física, química o biológica de los residuos. Generalmente las prácticas de transformación física, química y biológica de RS son ocupadas para mejorar la eficiencia de las operaciones y sistemas de gestión de residuos, para recuperar materiales reutilizables, reciclables, productos de conversión y energía en forma de calor y biogás combustible.

**- Disposición final**

Es el último elemento de la jerarquía de RS, en este sentido hay que hacer algo con los RS que no pueden ser reciclados y no tienen ningún uso adicional, también con la materia residual restante después de la separación de RS en una instalación de recuperación de materiales, y por último con la materia residual restante después de la recuperación de productos de conversión o energía. Esta etapa es la más difícil, pues no es fácil la decisión de que alternativa es la más adecuada para esta disposición final de los RS.

## **2.6 Aplicación de las erres de residuos sólidos**

Para el GOBIERNO REGIONAL DE LIMA (s.d.), los RS son un problema que se agrava por nuestros hábitos de consumo y disposición final de los residuos, que es el resultado de las actividades diarias que realizamos ya sea en el trabajo, centro de estudio, hogar, centros recreativos, y otras. Es importante entender que todos somos parte del problema ambiental que vivimos actualmente y que también somos parte de la solución, por eso es primordial cambiar nuestras costumbres para el cuidado, preservación y protección del ambiente. En nuestro hogar

podemos cooperar con la conservación de los componentes ambientales, utilizando las 3 Rs (Reducir, reusar y reciclar).

CAPISTRAN (1994) define al reciclaje como la acción de devolver al ciclo de consumo los materiales que ya fueron desechados, y que son aptos para elaborar otros productos. Dentro del enfoque de aprovechamiento conservacionista y energético, se pueden clasificar las diversas formas de aprovechamiento de residuos de acuerdo con la mayor o menor recuperación de cada proceso adoptado.

El reciclaje es la recuperación de ciertos materiales que necesitan de un proceso industrial que los transforme nuevamente en materia prima reutilizable. Como ejemplo, el papel, vidrio, plásticos y metales. La práctica tradicional, para un reciclaje eficiente; siempre ha considerado aplicar las 3 Rs, sin embargo, en la actualidad se habla de la incorporación de otras Rs, las cuales surgen como apoyo para que el reciclaje sea más eficiente y disminuya en algo el problema de los residuos sólidos. WALTER (2003), aplica para el reciclado 4 Rs: Reducir, reutilizar, reemplazar, reciclar:

- **Reducir:** Es prevenir en origen, por un lado la formación de residuos, por otro lado la toxicidad de los mismos; por lo tanto es necesario modificar tanto los procesos como nuestros hábitos de consumo.

- **Reutilizar:** Significa volver a usar un producto y tener en cuenta este aspecto cuando adquirimos el producto. Muchos de ellos pueden ser reutilizados con creatividad, dándole una nueva utilidad al objeto que de otra manera

tiraríamos; así, se alarga la vida útil del producto o envoltorio (Ejm. Utilizar envase de vidrio retornable).

- **Reemplazar:** Para ello requiere la compra de productos de vida útil prolongada, biodegradables, no tóxicos y de menor impacto ambiental o amigables con el ambiente. (Ejm. Utilizar pañuelos de tela en vez de pañuelos de papel).

- **Reciclar:** Es el último paso antes del pre tratamiento y la eliminación de los residuos. Reciclar significa utilizar un residuo para obtener un producto similar al originario; por ello, obtener energía incinerando los residuos no significa reciclar.

Otras organizaciones o movimientos sugieren que en la actualidad para un reciclaje de residuos sólidos se debe aplicar las 5 Rs: Reducir, reutilizar, reciclar, rechazar y responsabilidad.

## **2.7 Compostaje**

Los RS sin tratamiento producen malos olores, proliferación de insectos y roedores, contamina el ambiente y genera impactos negativos en la salud pública. Cita/PNUMA reportado por GUÍA AMBIENTAL DE USAID (s.d.), aclara que el compostaje es el proceso físico con desprendimiento de calor de la descomposición biológica de la materia orgánica bajo condiciones de humedad y control de aire. La materia orgánica se descompone a través de la actividad de los microorganismos, las que se van alimentando de ella: sin la presencia de agua y de aire, el proceso se detiene o la materia orgánica se pudre produciendo malos olores. El producto final del compostaje es el abono o compost.

SBARATO (s.d.) adiciona que el compostaje es un proceso biológico por el cual los microorganismos utilizan el material orgánico presente en los RSU como fuente de alimentación, como producto del proceso se obtiene un material estable, uniforme y muy beneficioso para casi cualquier tipo de suelo. El desarrollo de las bacterias y hongos depende de las condiciones de temperatura, humedad, nutrientes pH y de la concentración de oxígeno. El proceso se produce en condiciones aeróbicas y en ella intervienen microorganismos aerobios. En ausencia de oxígeno dentro de la pila, se desarrollan microorganismos anaeróbicos; los cuales no degradan la materia orgánica completamente y se producen malos olores y demoras en el proceso, a demás la temperatura del proceso no alcanza a matar muchos microorganismos que son tóxicos para las plantas. Para que el mecanismo de descomposición de la materia orgánica se produzca se necesitan condiciones adecuadas de humedad, temperatura, pH y oxigenación.

## **2.8 Relleno sanitario**

SBARATO (s.d.) aclara que la disposición final de los RSU en rellenos sanitarios o vertederos es la práctica más común aplicable en grandes y pequeñas comunidades, aunque normalmente se aplica a todo tipo de RSU, debería implementarse solamente para aquellos residuos que no han podido ser tratados por métodos como el reciclaje, compostaje o recuperación. El relleno sanitario debe utilizar el menor lugar posible y ocasionar el menor impacto ambiental negativo.

BOGOTA HUMANA (2012) refiere que el relleno sanitario es un lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de los RS, sin causar peligro, daño o riesgo a la salud pública, minimizando y controlando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de los RS en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados y cobertura final.

Para la selección del área donde estará ubicada el relleno sanitario es de importancia la participación de las autoridades y de la población, de igual manera los aspectos técnicos como por ejemplo la distancia, material de cobertura, vías de acceso; entre otros. (JARAMILLO, 2003).

MINAM (s/d), hace notar que el estudio de selección de área es el primer documento a elaborar. Es el documento que define y establece el o los espacios geográficos dentro de una jurisdicción determinada para instalar infraestructuras de transferencia, tratamiento y disposición final de residuos, tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Conforme con el uso del suelo y planes de expansión urbana.
- Conforme con el plan de gestión integral de residuos de la provincia, en caso los tuviera.
- Mínimo impacto social y ambiental por la construcción operación y cierre.
- Considerar los factores climáticos, topográficos, geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos.
- Prevención de riesgos sanitarios y ambientales.

- Preservación del patrimonio arqueológico, cultural y monumental de la zona.
- Preservación de áreas naturales protegidas por el estado y conservación de recursos naturales renovables.
- Menor vulnerabilidad del área a desastres naturales.

## **2.9 Basura cero**

Consiste en la construcción, puesta en marcha y gerenciamiento o auditoría de una planta procesadora para la disposición final de RSU, utilizando los mismos como insumos de un proceso productivo, en este caso, materiales para la construcción, pavimentación, obras de infraestructura, y otros. BOGOTA HUMANA (2012) plantea para tener basura cero, es cambiar la cultura actual de consumo que consiste en “extraer, consumir y descartar” por una cultura del aprovechamiento fundamentada en un consumo responsable, la separación en la fuente, la reutilización, la reparación y el reciclaje de los bienes de consumo. Para que esto sea posible se requiere una participación ciudadana activa.

Tradicionalmente los gobiernos han optado por sistemas de tratamiento de residuos que simplemente ocultan el problema, quemando la basura en incineradores o enterrándola en rellenos. La reducción de la capacidad de los rellenos, la contaminación, las emisiones tóxicas y peligrosas de los incineradores son claros indicadores de que el problema está lejos de resolverse.

Actualmente muchos de los rellenos y basurales existentes están completamente saturados y las autoridades no encuentran sitios donde localizar otros nuevos, frente a la importante oposición social que estos emprendimientos

generan. Por otra parte, la incineración ha demostrado no ser una alternativa para tratar los enormes volúmenes de residuos que se generan. Esta situación claramente insostenible, es el resultado de años sin políticas serias para solucionar el problema de los residuos.

Para WALTER (2003) frente a la generación de volúmenes inmanejables de residuos de la mano de un modelo de consumo que promueve prácticas insustentables, existe la propuesta de basura cero, que varios municipios, empresas y gobiernos del mundo se hallan promoviendo.

Basura cero es un principio que enfrenta el problema de los residuos desde su origen, centrándose no sólo en el tratamiento de los residuos para que los materiales se reciclen y se recupere la materia orgánica, sino también en el diseño de los productos, de forma que se alargue su vida útil y estén fabricados con materiales amigables. El desmesurado crecimiento en el volumen de los residuos en la sociedad industrial está poniendo en peligro la capacidad de la naturaleza para mantener nuestras necesidades y las de futuras generaciones. *Basura cero* plantea un nuevo sistema que exige cambios fundamentales en la forma en la que los materiales fluyen en la sociedad. El objetivo último es un sistema industrial que se dirija a la recuperación de los materiales en vez de a su eliminación (WALTER, 2003).

La solución al problema de la basura sólo puede pasar por una reducción en la generación de residuos y esto es lo que promueve basura cero. Cambiando la idea del residuo como algo a eliminar, convirtiéndolo en un recurso. Esta

interpretación proyecta como meta el aprovechamiento total de los residuos como materia prima.

Basura cero, implica:

- Minimizar la generación de residuos.
- Maximizar el reuso y reciclaje de los residuos.
- Eliminar el uso de sustancias tóxicas en los productos, envases y embalajes.

### **2.10 Impacto ambiental de los RSU**

La MUNICIPALIDAD DE PUNO (s.d.), aclara que la generación de residuos sólidos a causa de las actividades cotidianas que realiza el hombre, ocasiona daños al ambiente, ya sea a los seres vivos y a los no vivos. Los daños causados por residuos sólidos orgánicos son:

- Su presencia genera riesgos de contraer diversas enfermedades.
- Genera la presencia de animales y crianzas sin control (cerdos, perros, y otros).
- Deteriora la belleza de la ciudad.

PRIETO (2003) precisa que los contaminantes amenazan gravemente la salud y aún la vida de la tierra. Es necesario contribuir a salvar al ambiente y evitar ser ahogados en nuestros propios desechos. Los residuos o desechos, o las llamadas basuras, especialmente las urbanas son un problema como contaminantes del suelo, del agua y del aire, que acarrearán grandes gastos y desastres sanitarios, como epidemias, debido a la falta de una adecuada

educación en su manejo y utilización económica como materia prima para diversas clases de industrias.

Continúa señalando que durante un largo período el único tratamiento que se dispensó a los residuos urbanos fue su recogida y posterior traslado a determinados puntos más o menos alejados de los núcleos habitados donde se depositaban para que la mera acción de los organismos vivos y los elementos favoreciesen su desaparición. Posteriormente el desarrollo económico, la industrialización y la implantación de modelos económicos que basan el crecimiento en el aumento sostenido del consumo, han supuesto una variación muy significativa en la composición de los residuos y de las cantidades en que son producidos. Se han incorporado materiales nuevos como los plásticos, de origen sintético, han aumentado su proporción otros como los metales, los derivados de la celulosa o el vidrio, que antes se reutilizaban abundantemente y que ahora se desechan con gran profusión. A esto hay que añadir la aparición en la basura de otros de gran potencial contaminante, como pilas, aceites minerales, lámparas fluorescentes, medicinas caducadas. UNED (2006) adiciona que los residuos producidos por la minería, la industria y la producción de energía, son los que tienen un mayor impacto potencial en el ambiente. Ha surgido así una nueva problemática medioambiental derivada de su vertido incontrolado que es causa de graves afecciones ambientales, como:

- Contaminación de suelos.
- Contaminación de acuíferos por lixiviados.
- Contaminación de las aguas superficiales.

- Emisión de gases de efecto invernadero fruto de la combustión incontrolada de los materiales allí vertidos.
- Ocupación incontrolada del territorio generando la destrucción del paisaje y de los espacios naturales.
- Creación de focos infecciosos. Proliferación de plagas de roedores e insectos.
- Producción de malos olores.

### **III MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Lugar y fecha de ejecución**

El trabajo se desarrolló en la zona urbana de Naranjillo capital del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco. Ubicado a 640 msnm y con las coordenadas E: 390842 N: 8977489 (medido en la plaza de armas), temperatura promedio anual 24 °C, 83.5 % de HR, gran unidad fisiográfica planicie (Figura 17 - Anexo A); en los meses de junio a octubre del año 2013, la caracterización de los RSU se realizó del 07 al 14 de Julio.

#### **3.2 Materiales y equipos**

Los elementos para el desarrollo fueron los residuos sólidos urbanos (RSU), generados por 3085 habitantes el año 2013, residentes en 771 viviendas, los cuales fueron calculados con una tasa de crecimiento del 2,502 % (INEI 2011) de la zona urbana de Naranjillo.

##### **3.2.1 Materiales**

- Cilindro
- Tamiz
- Tachos
- Guantes y mascarillas
- Bolsas negras de plástico

- Wincha
- Manta de plástico
- Calculadora
- Compactadora de 20 Kg
- Carretilla y movilidad para el transporte de los residuos sólidos

### **3.2.2 Equipos**

- Balanza
- Estufa
- Equipo de protección individual (EPI)

### **3.3 Personal de apoyo**

El trabajo se ejecutó con el apoyo de 6 personas, previamente capacitadas sobre el manejo y la segregación de los RS, así como el cuidado que deberían tener en la manipulación de los mismos.

### **3.4 Metodología**

Se trabajó con la metodología expuesta en la guía de estudios de generación y caracterización de residuos sólidos domiciliarios en ciudades, del Programa de Gestión Urbana de las Naciones Unidas citado por FLORES y VILLAFUERTE (2003). Las bolsas codificadas fueron repartidas durante 8 días, para la segregación sólo se trabaja con 7 días, descartando lo recolectado el día 1 al cual se le considera como día cero.

### 3.4.1 Determinación de la muestra de viviendas

Se trabajó con los datos de la municipalidad de Luyando para el año 2011, se proyectó al 2030 y se determinó el número de viviendas (Anexo B)

### 3.4.2 Caracterización y cuantificación de los RSU generados en Naranjillo

Se aplicaron las siguientes fórmulas:

#### - Determinación de la producción per cápita

$$\text{Producción per cápita diaria RSU} = \frac{\text{Peso (Kg) RSU recolectados}}{\text{Número de habitantes}} \quad (1)$$

#### - Densidad de los residuos sólidos

$$\text{Densidad de los RSU (Kg)} = \frac{\text{Masa de los RSU (Kg)}}{\text{Volumen ocupado por los RSU (m}^3\text{)}} \quad (2)$$

#### - Porcentaje de humedad de los RSU

$$\% \text{ Humedad RSU} = \frac{\text{Peso (Kg) RSU húmedo} - \text{Peso (Kg) RSU seco}}{\text{Peso (Kg) RSU húmedo}} \times 100 \quad (3)$$

#### - Porcentaje de humedad de los RSO (Estufa 105 °C)

$$\% \text{ Humedad RSO} = \frac{\text{Peso RSO húmedo (Kg)} - \text{Peso RSO seco (Kg)}}{\text{Peso RSO húmedo (Kg)}} \times 100 \quad (4)$$

#### - Porcentaje de segregados o componentes separados

$$\% \text{ segregado} = \frac{\text{Peso (Kg) componente segregado}}{\text{Peso total (Kg) de RSU recolectado}} \times 100 \quad (5)$$

**- Producción generada de RSU por vivienda proyectado para el año 2013**

$$\text{Producción generada por vivienda} = \frac{\text{Peso (Kg) comp. segregado / 7 días}}{\text{N° viviendas}} \quad (6)$$

**- Producción generada de cada componente segregado proyectado al año 2030**

$$\text{Prod. Gener cada componente segregado} = \text{Pob. Estim. 2030} \times \text{Gener. per cápita.} \quad (7)$$

**- Generación de cada componente segregado**

$$\text{Generación de cada segregado} = \frac{\text{Generación RSU diario} \times \% \text{ componente}}{100} \quad (8)$$

**- Ingreso total generado por cada componente segregado**

$$\text{Ingresos económico (S/.) de cada segregado} = \text{Generación cada segregado} \times \text{Precio segregado} \quad (9)$$

**3.4.3 Determinación del manejo adecuado para reducir los RSU generados en Naranjillo**

**- Elaboración de la encuesta**

Para elaborar el instrumento (encuesta), se acondicionó la propuesta del MEF y MINAM (2008), que se observa en el Anexo I

**- Aplicación de la encuesta**

Previo a la entrega del instrumento, se instruyó respecto del trabajo, para que libremente expresen su sentir relacionado con las preguntas.

**- Análisis estadístico**

Los resultados obtenidos de la encuesta fueron procesados estadísticamente a través del programa SPSS 21 (Statistics Package for Social Sciences), con un 99 % de confianza; el instrumento encuesta fue validada con la prueba de fiabilidad de Cronbach, con su respectivo análisis crítico e interpretativo de los resultados. Para la prueba estadística no paramétrica fue Chi Cuadrado ( $X^2$ ) y de aproximación normal; la comparación de criterios y variables apoyados por gráficos y tablas.

**- Capacitación a la muestra poblacional**

Para la propuesta efectiva de la capacitación se buscó la mejor técnica a través de boletines, charlas de educación ambiental; con temas sobre el manejo de residuos sólidos aplicando las 3 Rs, el problema hacia la salud generada por los RSU y los impactos ambientales negativos que generan los residuos sólidos.

**- Disposición final de los residuos sólidos no aprovechables**

Luego de la segregación y cuantificación de los RSU, la parte no aprovechable se procedió a su disposición final en el botadero que utiliza la municipalidad en la playa Hawaii (orillas del río Huallaga).

**- Necesidad de equipo recolector municipal**

A fin de realizar una buena gestión de los RS, los recolectores utilizarán el equipo de protección individual (EPI), de acuerdo a los cálculos de producción de RS, se propone el número de unidades de recolección.

**- Cálculo del relleno sanitario**

Se tuvo en cuenta la guía para el diseño, construcción y operación de relleno sanitario manual, indicado por JARAMILLO (2002).

Para el cálculo del relleno sanitario (Anexo K), se determinó la proyección de la población al 2030 aplicando la fórmula 10 indicada por FLORES y VILLAFUERTE (2003).

$$P_{2030} = P_0 (1 + r / 100)^n \quad \dots\dots\dots (10)$$

Donde:

$P_{2030}$  : Población estimada al 2030

$P_0$  : Población censada al 2011

$r$  : Tasa crecimiento de la población (2,502 %)

$n$  : Años transcurridos desde el censo al año del estudio.

Los pasos para el cálculo del diseño del relleno sanitario son:

- a. Cálculo de la cantidad de residuo a disponer
- b. Cálculo de la capacidad útil del relleno sanitario
- c. Cálculo del área útil mínima
- d. Cálculo del tiempo real de vida útil del diseño

## **IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Determinación de la muestra de viviendas**

Para la determinación de la muestra de viviendas se utilizó el muestreo aleatorio simple, debido a que Naranjillo no tiene definido los estratos socioeconómicos; según los datos de la Municipalidad de Luyando en el 2011 existía 734 viviendas y 2936 habitantes en la zona urbana de Naranjillo, estos valores se proyectaron al 2013 y luego al 2030 con una tasa de crecimiento del 2,502 % (INEI (2011), obteniéndose 1174 viviendas y 4695 habitantes para ese año, con estos datos se calculó el número de muestras, resultando 89 viviendas (Anexo B) estableciendo 4 habitantes por vivienda en promedio; al respecto FLORES Y VILLAFUERTE (2003) establece el promedio de habitantes por vivienda para América Latina de 4 ó 5.

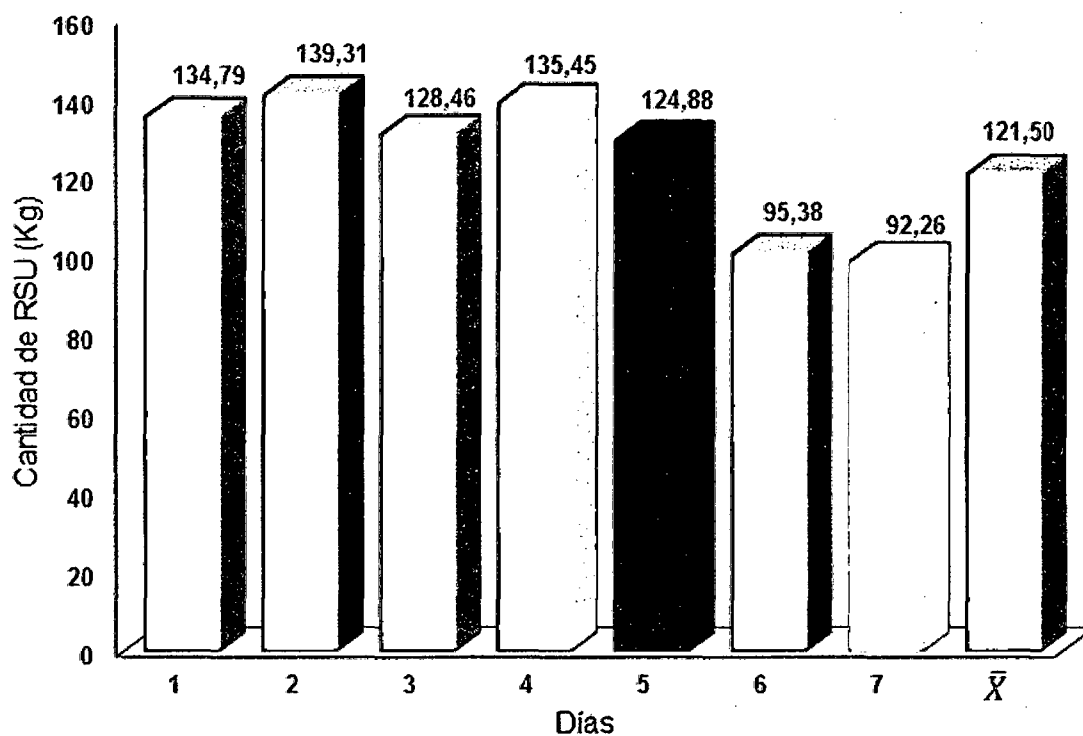
### **4.2 Caracterización y cuantificación de los RSU generados en Naranjillo**

#### **4.2.1 Cantidad de RSU segregados durante el estudio**

El Cuadro 13 del Anexo C, muestra los resultados del peso total en Kg de los RSU generados de 89 viviendas, durante 7 días en la zona urbana de Naranjillo.

La cantidad total de los RSU generados durante 7 días del estudio fue de 850,53 Kg, el peso de los cinco primeros días, varió de 128,64 y 139,31 Kg,

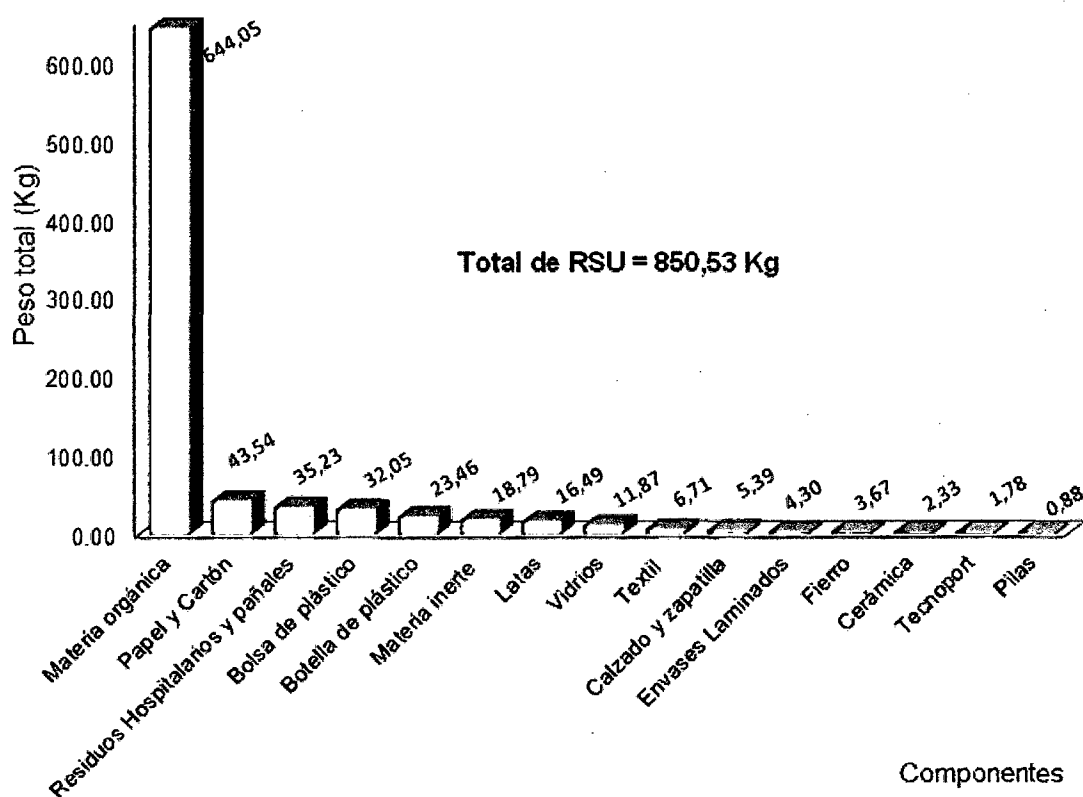
disminuyendo los días sábado y domingo a 95,38 y 92,26 Kg respectivamente, que observamos en la Figura 2, cuyo promedio es 121,50 Kg; esto posiblemente se debe a que algunas personas realizan labores fuera del hogar (deportivas, paseos, y otros) ocasionando la disminución de residuos sólidos. RODRÍGUEZ (2008) corrobora esta disminución para los sábados y domingo en comparación a los otros días de la semana.



**Figura 2.** Cantidad en Kg de RSU generados por día, durante el estudio

Si observamos el Cuadro 14 del Anexo D, referente a las cantidades de cada componente segregado, los mayores pesos corresponden a la materia orgánica con 644,05, papel y cartón 43,54, residuos hospitalarios y pañales 35,23, bolsa de plástico 32,05 y botella de plástico 23,46 Kg, cuyos resultados se

aprecia en la Figura 3 donde existe una marcada diferencia en la cantidad de materia orgánica generado en Naranjillo frente a los demás componentes, durante los 7 días del estudio; la diferencia se debe que la zona es agrícola y los pobladores consumen en su dieta alimenticia plátano, yuca y frutas; cuyas cáscaras incrementan la materia orgánica.



**Figura 3.** Peso de los componentes segregados de los RSU

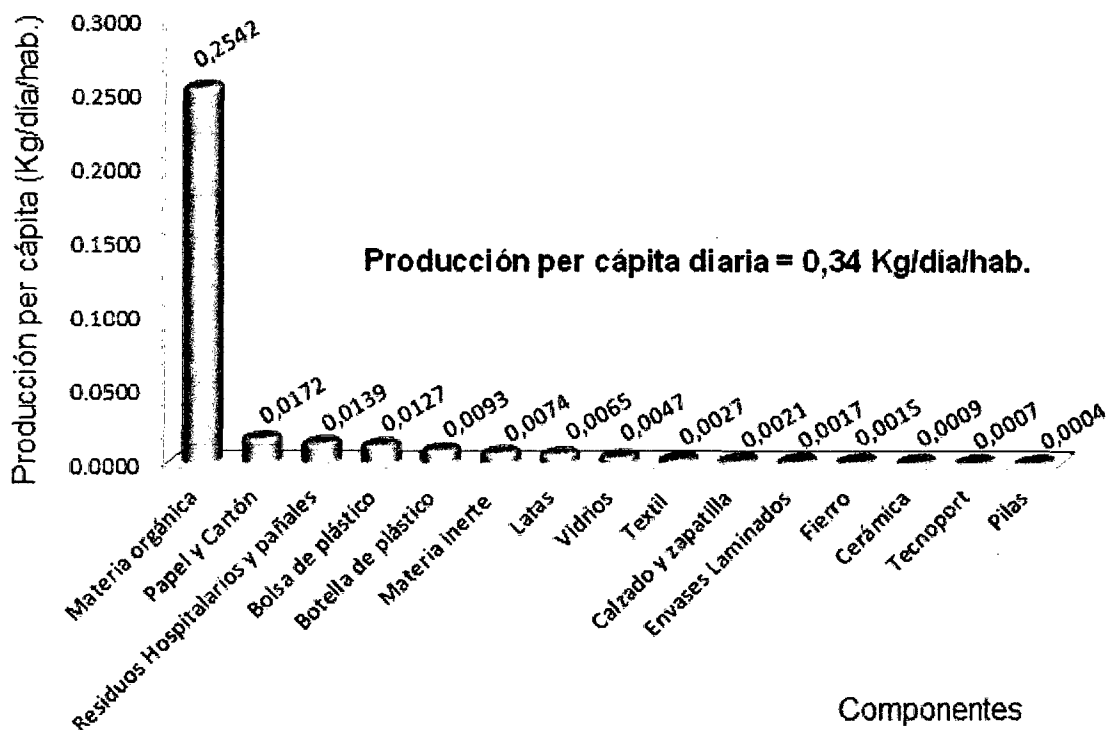
#### 4.2.2 Determinación de la producción per cápita de los RSU

El Cuadro 15 del Anexo E, muestra los resultados de la producción per cápita diaria y anual de cada componente de los RSU generados; que corresponde a 0,34 Kg/día/hab y 122,51 Kg/año/hab. La materia orgánica corresponde a 0,25 Kg/día/hab y 92,77 Kg/año/hab, respectivamente. Al respecto

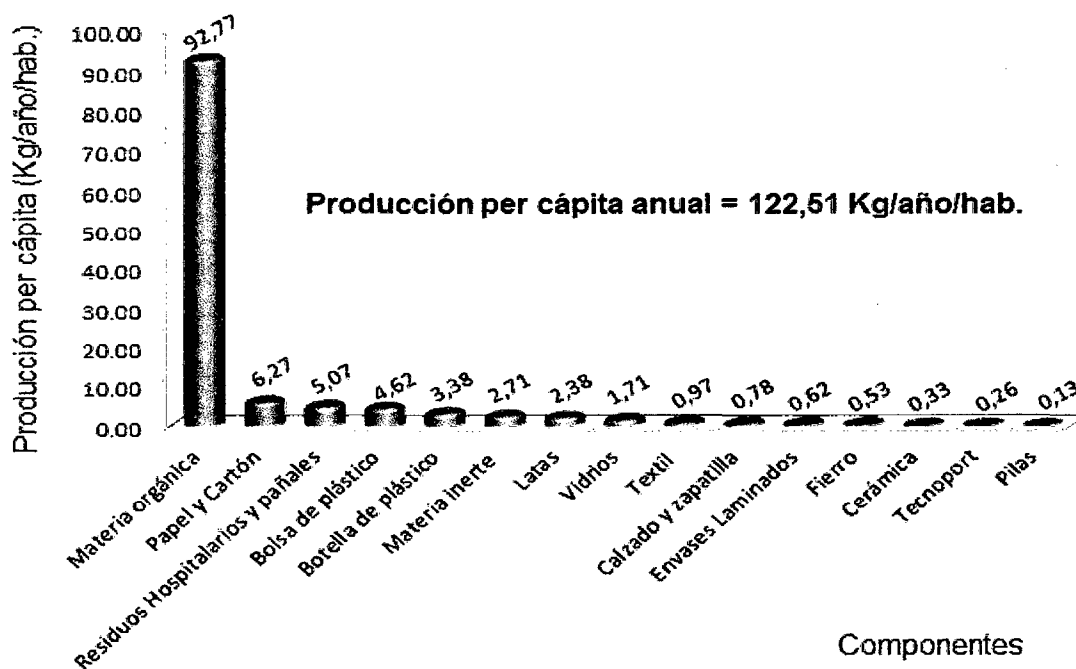
la MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MANANTAY (2011) reporta 0,53 Kg/hab/día, la MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LEONCIO PRADO (2009) 0,56 a 0,58 Kg/día/hab. MINAM (s.d.) aclara que la producción per cápita de residuos sólidos municipales en América Latina varía de 0,30 a 0,80 Kg/día/hab, en el Perú la población urbana genera 0,24 a 1,0 Kg/día/hab; la generación per cápita en las principales ciudades del país está entre 0,40 a 0,85 Kg/día /hab (cercado de Lima). Si comparamos con la producción per cápita de la provincia de Leoncio Prado, Naranjillo sería uno de los distritos que produce menos residuos sólidos, esta misma tendencia se observa para el distrito de Manantay. Sin embargo el valor encontrado en Naranjillo se encuentra dentro de los porcentajes de América Latina y de las poblaciones urbanas del Perú.

Por otro lado JARAMILLO (2002) hace notar que los índices de producción per cápita de residuos sólidos de los países de bajos ingresos es de 0,3 a 0,6 kg/día/hab, para los países de medianos ingresos es de 0,5 a 1,0 kg/día/hab, Naranjillo esta dentro de esta clasificación por ser una zona agrícola.

A continuación se presenta la generación de residuos sólidos per capita diario y anual, reflejadas en las Figuras 4 y 5, respectivamente; cuyos valores se encuentran en el Cuadro 15 del Anexo E.



**Figura 4.** Producción per cápita diario por componente segregado de RSU



**Figura 5.** Producción per cápita anual de cada componente segregado de RSU

Por otro lado el Cuadro 1 muestra los resultados de la producción total diaria y anual de cada componente segregado en el año 2013. La producción diaria de materia orgánica es 784,10 Kg/día, y 286196,50 Kg/año, obteniéndose un total de 1035,47 y 377946,60 Kg/día y Kg/año respectivamente.

**Cuadro 1.** Cuantificación de los residuos sólidos segregado para el 2013

<b>Componente</b>	<b>Producción diaria en el 2013 (Kg/día)</b>	<b>Producción anual en el 2013 (Kg/año)</b>
Bolsa de plástico	39,01	14240,17
Botella de plástico	28,56	10425,73
Latas	20,08	7328,49
Vidrios	14,45	5273,30
Cerámica	2,83	1033,15
Calzado y zapatilla	6,56	2393,80
Fierro	4,47	1631,27
Pilas	1,07	389,71
Resid. Hosp. y pañales	42,89	15653,26
Envases Laminados	5,24	1911,22
Textil	8,17	2982,59
Papel y Cartón	53,01	19349,06
Tecnoport	2,16	789,20
Materia inerte	22,87	8348,76
Materia orgánica	784,10	286196,50
<b>Total</b>	<b>1035,47</b>	<b>377946,60</b>

#### 4.2.3 Densidad de los RSU

Las densidades de los RS sin compactar y compactada, se obtuvieron a partir de los Cuadros 16, 17 y 18 del Anexo F; cuyos resultados se indican en el Cuadro 2, al igual que el grado de compactación de los 7 días que duró el estudio.

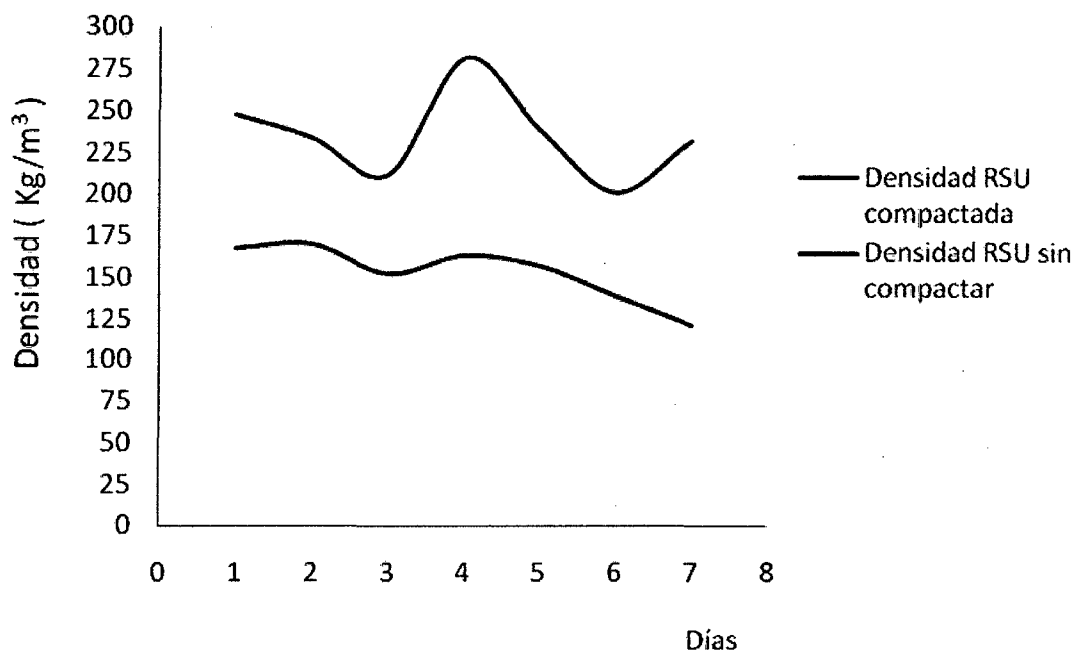
El promedio obtenido en la densidad sin compactar es de  $153,28 \pm 17,481 \text{ Kg/m}^3$  y la densidad compactada con una presión de compactación de  $252,54 \text{ Kg/m}^2$ , es de  $235,59 \pm 25,905 \text{ Kg/m}^3$ ; el promedio del grado de compactación es de  $1,55 \pm 0,198$ . La MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MANANTAY (2011), reporta la densidad de los RS sin compactar de  $190,29 \text{ Kg/m}^3$  y la densidad compactada  $228,95 \text{ Kg/m}^3$ ; estos valores no son similares a lo encontrado para la zona urbana de Naranjillo, posiblemente esto se debe a que los RS generados no tienen el mismo volumen, por lo que varía los valores de la densidad sin compactar y compactada.

**Cuadro 2.** Promedio de la densidad y del grado de compactación de los RSU

Densidad sin compactar (Kg/m <sup>3</sup> )	Densidad compactada (Kg/m <sup>3</sup> )	Grado de Compactación
(153,28 ± 17,481)	(235,59 ± 25,905)	(1.55 ± 0,198)

Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Cuadro 18

Las densidades encontradas durante los 7 días de estudio, se aprecia en la Figura 6, cuyo componente de la curva difiere notablemente entre ambas densidades, en esta variación estaría primando los diferentes componentes de los RS que la población produce cada día.



**Figura 6.** Variación de la densidad sin compactar y compactada

El volumen de los RSU después de la compactación se reduce en 42,79 %. La MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ATE (2011) reporta la densidad sin compactar de 161,46 Kg/m<sup>3</sup>, compactada 291,696 Kg/m<sup>3</sup>, haciendo un grado de compactación de 1,807, reduciéndose el volumen luego de la compactación en 44,66 %; estos valores están cercanos a 42,79 % encontrado en el estudio.

#### 4.2.4 Determinación de la humedad

Para efectuar los cálculos de la humedad de los RSU y de los RSO, se tuvo en cuenta los Cuadros 19 y 20 de Anexo G; elaborándose el Cuadro 3, que muestra los resultados promedio del porcentaje de la humedad de los RS.

**Cuadro 3. Humedad de los residuos sólidos**

<b>Residuos sólidos</b>	<b>% Humedad</b>
RSU	36,75 ± 0,415
RSO	68,68 ± 2,923

Según los resultados del Cuadro 3, la humedad de los RSU corresponde a  $36,75 \pm 0,415$  %, y de los RSO  $68,68 \pm 2,923$  %. comparado con el reporte de RODRÍGUEZ (2008), para el distrito de el Porvenir, Trujillo, 37,04 % de humedad en los RSU, y para RSO 66,49 %; en cuanto a la humedad de los RSU los valores son próximos, sin embargo difieren para los RSO; ésta diferencia se debe posiblemente a los 3000 mm/año de pluviosidad en Naranjillo y en el Porvenir es de alrededor de 790 mm/año; otra razón podría ser que Naranjillo produce cítricos y su consumo es alto, estos podrían aumentar el porcentaje de humedad de los RSO.

#### **4.2.5 Determinación del porcentaje de los componentes segregados**

Los porcentajes de cada componente segregado de los RSU generados en Naranjillo, se muestra en el Cuadro 4, y corresponde a materia orgánica  $75,72 \pm 0,48$  %, papel y cartón  $5,12 \pm 0,073$  %; los demás componentes no sobrepasan el 5 %.

**Cuadro 4. Porcentaje de los componentes segregados**

<b>Componentes</b>	<b>Porcentaje</b>
Bolsa de plástico	3,77 ± 0,0356
Botella de plástico	2,76 ± 0,02
Latas	1,94 ± 0,022
Vidrios	1,40 ± 0,029
Cerámica	0,27 ± 0,0097
Calzado y zapatilla	0,63 ± 0,014
Fierro	0,43 ± 0,01
Pilas	0,10 ± 0,0026
Residuos hospitalarios y pañales	4,14 ± 0,12
Envases laminados	0,51 ± 0,012
Textil	0,79 ± 0,015
Papel y cartón	5,12 ± 0,072
Tecnoport	0,21 ± 0,004
Materia inerte	2,21 ± 0,048
Materia orgánica	75,72 ± 0,48

El componente materia orgánica de  $75,72 \pm 0,48 \%$ , es aparentemente alto; al respecto, JARAMILLO (2002) refiere que en los países de bajos ingresos el porcentaje de vegetales y residuos de comida (materia orgánica) oscila alrededor del 40 al 85 % del total de los residuos sólidos. Al respecto la MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MANANTAY reporta 85,90 %, la MUNICIPALIDAD DISTRITAL SAN JUAN BAUTISTA (2007) cuantifica el 75 %, la MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LEONCIO PRADO (2009), refiere que la materia orgánica que genera la población de Tingo María es 74 %.

#### 4.2.6 Generación de RSU por vivienda para el año 2013

Las cantidades obtenidos en el Cuadro 5 de la producción de los RSU por vivienda diaria es de 1,37 Kg/día/viv y por año de 498,30 Kg/año/viv.

**Cuadro 5.** Generación de RSU por vivienda para el año 2013

<b>Componente</b>	<b>Peso por 7 días (Kg/7 días/89viv.)</b>	<b>Producción por vivienda diario (Kg/día/viv.)</b>	<b>Producción por vivienda anual (Kg/año/viv.)</b>
Bolsa de plástico	32,05	0,05144	18,77
Botella de plástico	23,46	0,03766	13,75
Latas	16,49	0,02647	9,66
Vidrios	11,87	0,01905	6,95
Cerámica	2,32	0,00373	1,36
Calzado y zapatilla	5,39	0,00865	3,16
Fierro	3,67	0,00589	2,15
Pilas	0,88	0,00141	0,51
Res. Hosp.y pañal	35,23	0,05654	20,64
Envases Laminados	4,30	0,00690	2,52
Textil	6,71	0,01077	3,93
Papel y Cartón	43,54	0,06989	25,51
Tecnoport	1,78	0,00285	1,04
Materia inerte	18,79	0,03016	11,01
Materia orgánica	644,05	1,03379	377,34
<b>Total</b>	<b>850,53</b>	<b>1,37</b>	<b>498,30</b>

La producción diaria y por año por vivienda, de los RSU generados en Naranjillo, se aprecian en las Figuras 7 y 8 respectivamente; donde se puede ver que los valores aparentemente son bajos y manejados adecuadamente no deberían generar problemas a la población ni al ambiente.

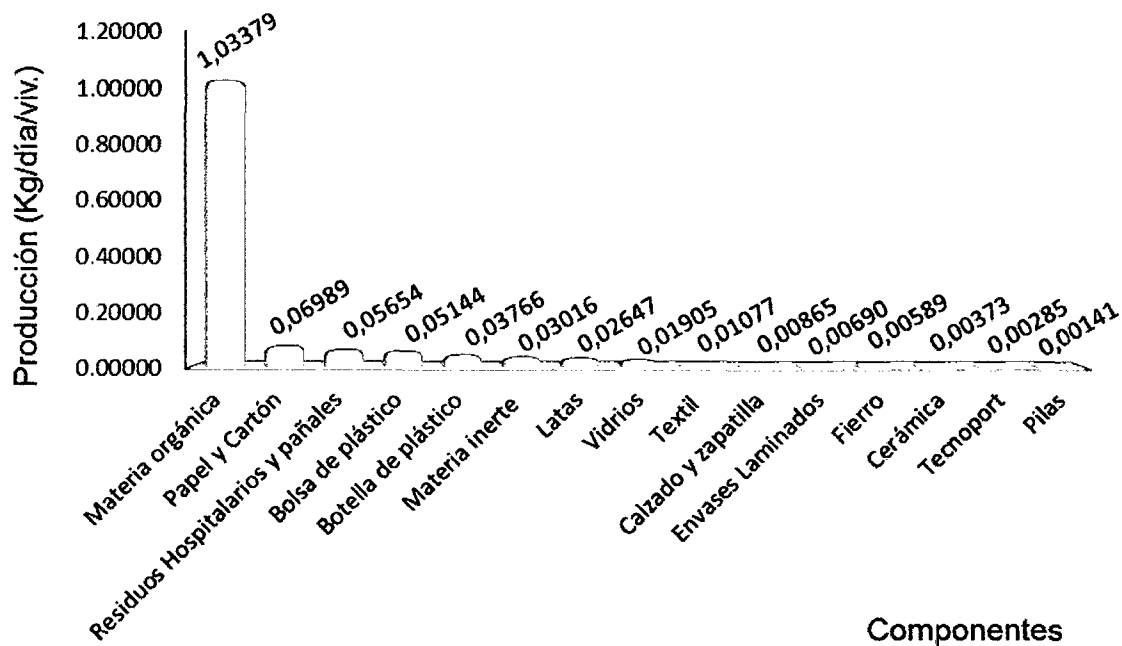


Figura 7. Generación de RSU diaria por vivienda en Naranjillo

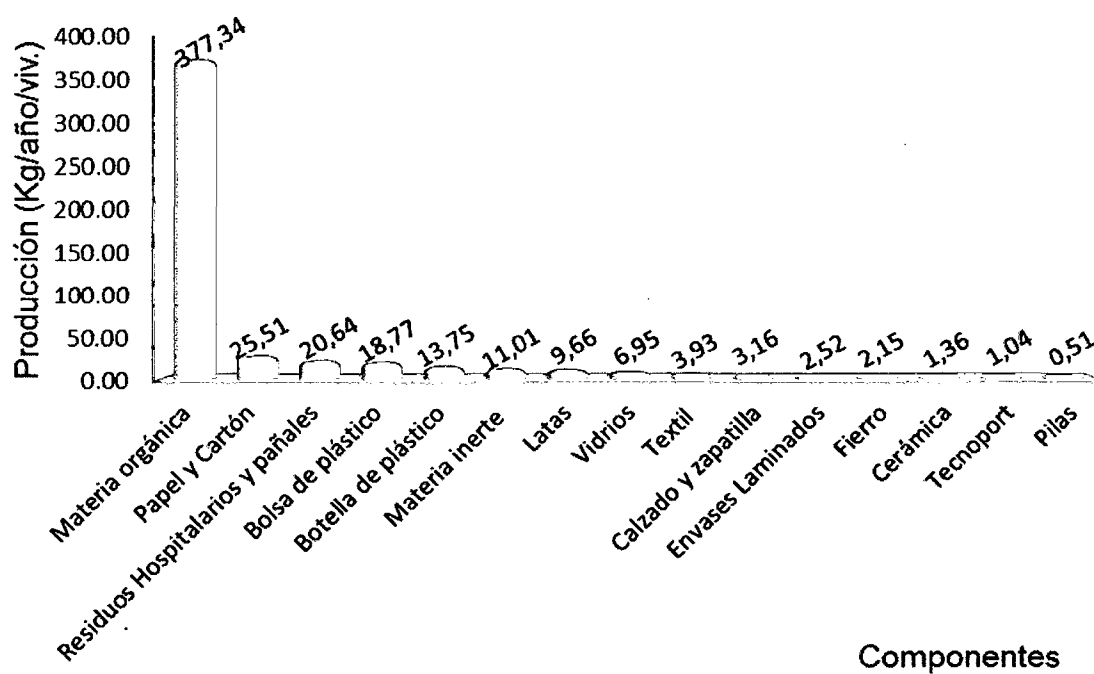


Figura 8. Generación RSU anual por vivienda en Naranjillo

#### 4.2.7 Generación de los RSU proyectada al año 2030

Según el Cuadro 6, la producción de residuos sólidos es de 1575,86 Kg/día, proyectados al año 2030 Naranjillo generará 575188,18 Kg/año; gráficamente las Figuras 9 y 10, muestran las tendencias generadas por las viviendas por día y por año. Para el año 2030 la generación de los RSU alcanza valores notables, los cuales deben ser adecuadamente manejados para no causar daños a la población con la generación de olores, vectores y al ambiente (aire, suelo, agua, ecosistema).

**Cuadro 6.** Producción proyectada al año 2030 de cada segregado

<b>Componente</b>	<b>Producción diaria (Kg/día)</b>	<b>Producción anual (Kg/año)</b>
Bolsa de plástico	59,37	21671,84
Botella de plástico	43,47	15866,71
Latas	30,56	11153,09
Vidrios	21,99	8025,33
Cerámica	4,31	1572,33
Calzado y zapatilla	9,98	3643,08
Fierro	6,80	2482,60
Pilas	1,62	593,09
Residuos Hosp. y pañal.	65,27	23822,38
Envases Laminados	7,97	2908,65
Textil	12,44	4539,14
Papel y Cartón	80,68	29446,94
Tecnoport	3,29	1201,06
Materia inerte	34,81	12705,81
Materia orgánica	1193,30	435556,13
<b>Total</b>	<b>1575,86</b>	<b>575188,18</b>

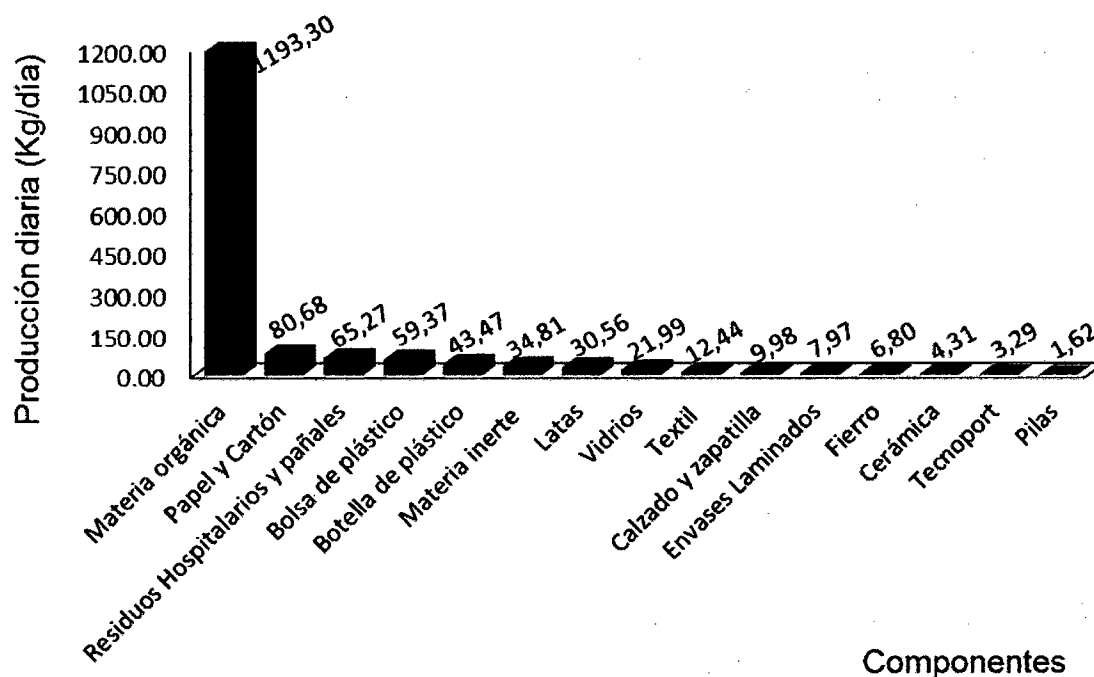


Figura 9. Generación diaria de cada componente de RSU proyectada al año 2030

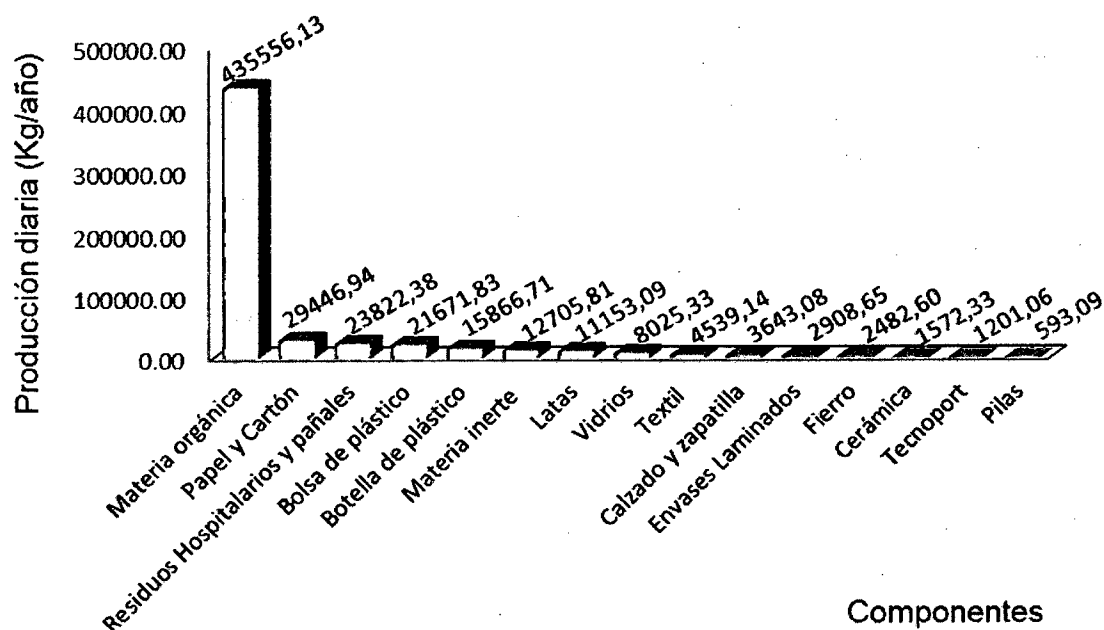


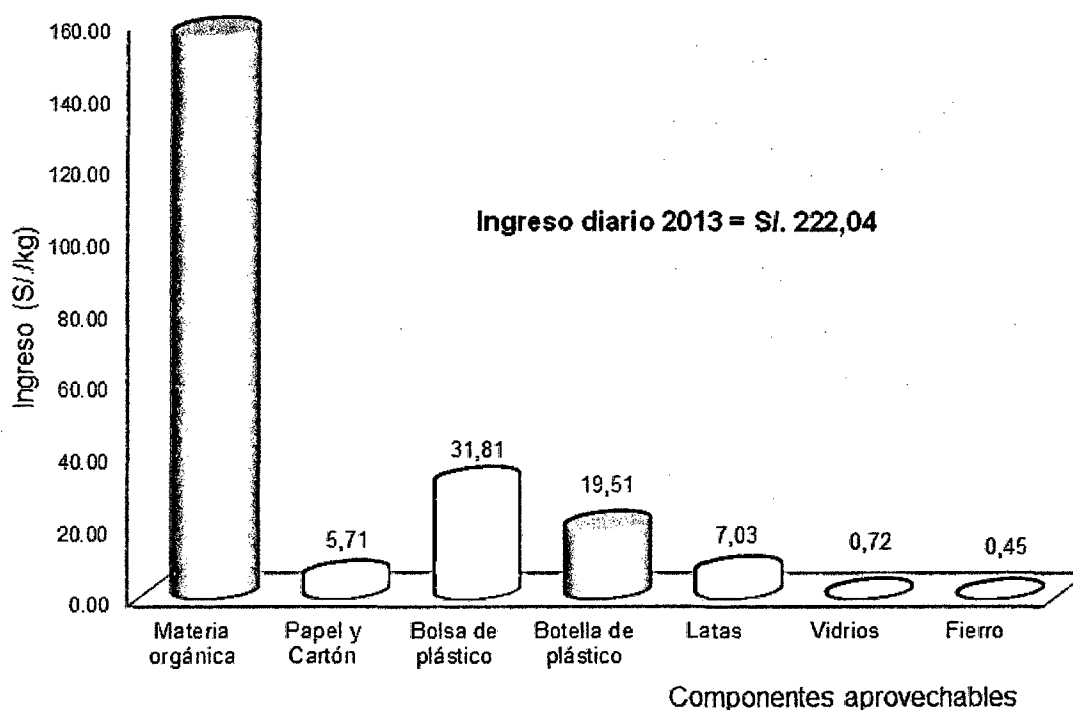
Figura 10. Generación anual de cada componente de RSU proyectada al año 2030

#### **4.2.8 Ingreso por la comercialización de los componentes de los RSU**

El Cuadro 21 del Anexo H, muestra el ingreso en soles por día y año; que generará cada componente aprovechable para el año 2013.

Tomando en consideración que el 91,14 % de los residuos sólidos son aprovechables (Cuadro 21 – Anexo H), en el 2013 el ingreso económico será de S/. 222,04 diarios y S/. 81044,78 año; estos valores no son altos, sin embargo los beneficios de trabajar ordenada y adecuadamente mejorará la calidad ambiental, la calidad de vida y la salud de la población.

Los ingresos antes analizados, se observa gráficamente en la Figura 11, donde la materia orgánica representa el 70,63 % del total de los ingresos, esto debido a la mayor cantidad que se genera; en el caso de bolsas de plástico el 14,33 %, botella de plástico 8,78 % y latas aportaría con 3,17 %; para ello la municipalidad debe tener en cuenta que los RS es materia prima para el proceso de reciclado.



**Figura 11.** Ingreso económico en soles/día del 2013 por componente aprovechable

### 4.3 Determinación del manejo adecuado para reducir los RSU generados en Naranjillo

#### 4.3.1 De la aplicación de la encuesta

La encuesta (Anexo I), se entregó a la muestra poblacional, con los datos obtenidos se realizó la prueba de fiabilidad basado en el alfa de Cronbach mostrados en los Cuadros 22, 23 y 24 del Anexo J; obteniéndose 75,6 % de fiabilidad, lo cual según los parámetros de decisiones, es aceptable.

Las preguntas, respuestas y porcentajes más relevantes se observa, en el Cuadro 7, donde el 65,17 % de los encuestados dejan los residuos sólidos en la vereda de su vivienda, respecto de la importancia del recojo de los residuos

sólidos el 76,4 % dijeron que evita las enfermedades; para ello la población debe educarse (39,33 %). El problema principal del recojo de la basura, el 59,55 % considera que la municipalidad debe aumentar la secuencia de recojo, el 55,06 % entrega todo los residuos sólidos y el 44,94 % recupera algo. El 91,01 % de la población estarían de acuerdo en segregar. Es importante resaltar que el 92,13 % no han recibido charlas, están interesados en reciclar el 55,06 %.

**Cuadro 7. Resultado de las preguntas relevantes encuestadas**

<b>Preguntas más relevantes</b>	<b>Respuesta</b>	<b>(%)</b>
1. Cant. personas que habitan por familia	Promedio 4	
2. Recipiente o tacho donde almacena los RS	Bolsa plástico	56,18
3. ¿Ud recibe el servicio de recojo de RS?	Si	93,26
4. Veces a la semana que recogen los RS?	Dos veces	67,42
5. ¿Cómo entrega los RS?	Lo dejo en la vereda	65,17
6. ¿Por qué es import. la recolec. de RS?	Evita enfermedades	76,4
7. ¿Cuál es el principal problema del recojo de RS?	Aumentar sec. Recojo	59,55
	Educar a la población	39,33
8. ¿Todo los RS se entrega?	Se entrega todo	55,06
	Se recupera algo	44,94
9. ¿Estarías de acuerdo en separar los RS?	Si	91,01
10. ¿Recibió charlas, boletines, etc, sobre RS?	No	92,13
11. ¿Qué te interesaría saber sobre RS?	Como reciclar	55,06
	Como hacer abono	7,87
	Todo sobre basura	4,35

### 4.3.2 Análisis estadístico de la prueba no paramétrica

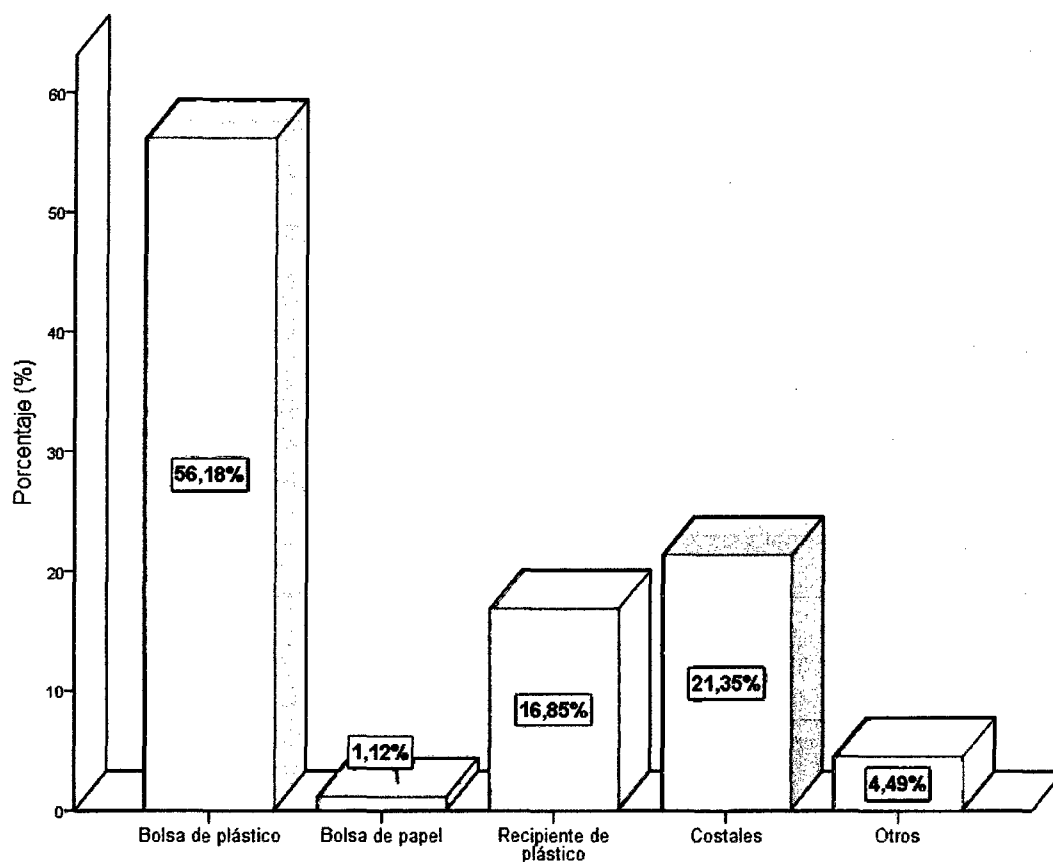
Los análisis se realizaron en cinco preguntas del Cuadro 7, considerados relevantes en la ejecución del trabajo.

**Cuadro 8.** Prueba no paramétrica Chi Cuadrado con SPSS para la pregunta: Tipo de recipiente donde almacena su RS

Tipo de recipiente	Nº Observado	Nº Esperado	Residual	Chi Cuadrado	gl	Sig. Asint.
Bolsa de plástico	50	17,8	32,2			
Bolsa de papel	1	17,8	-16,8			
Recipiente de plástico	15	17,8	-2,8	85,326	4	0,000
Costales	19	17,8	1,2			
Otros	4	17,8	-13,8			

En el Cuadro 8, el valor 0,000 quiere decir que no hay ninguna posibilidad de que la hipótesis nula sea aceptada, por lo tanto se acepta la hipótesis alternante es decir los tipos de recipientes no tienen el mismo número de personas que lo usan.

Del mismo modo, como  $X^2_C > X^2_t$ , se acepta la hipótesis alternante y el valor de significación asintótica del Cuadro 8, esto se refleja con el 56,18 % de las personas que usan bolsas de plástico para almacenar su RS, lo cual se visualiza en la Figura 12.



**Figura 12.** Porcentaje de los diferentes tipos de recipientes usados

En el Cuadro 9, se detalla la significación asintótica; se acepta la hipótesis alternante; es decir las tres opiniones de importancia de recolección de RS, tienen diferente frecuencia.

También como  $X^2_c > X^2_t$ , se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto las tres opiniones tienen diferente frecuencia y esto se refleja en los resultados del porcentaje, de los cuales el 76,40 % opinan que evita enfermedades, el 20,22 % opinan que mejora el ambiente, el 3,37 % opinan que embellece la ciudad.

**Cuadro 9.** Prueba no paramétrica Chi Cuadrado con SPSS para la pregunta:  
Importancia de la limpieza pública y recolección de RS

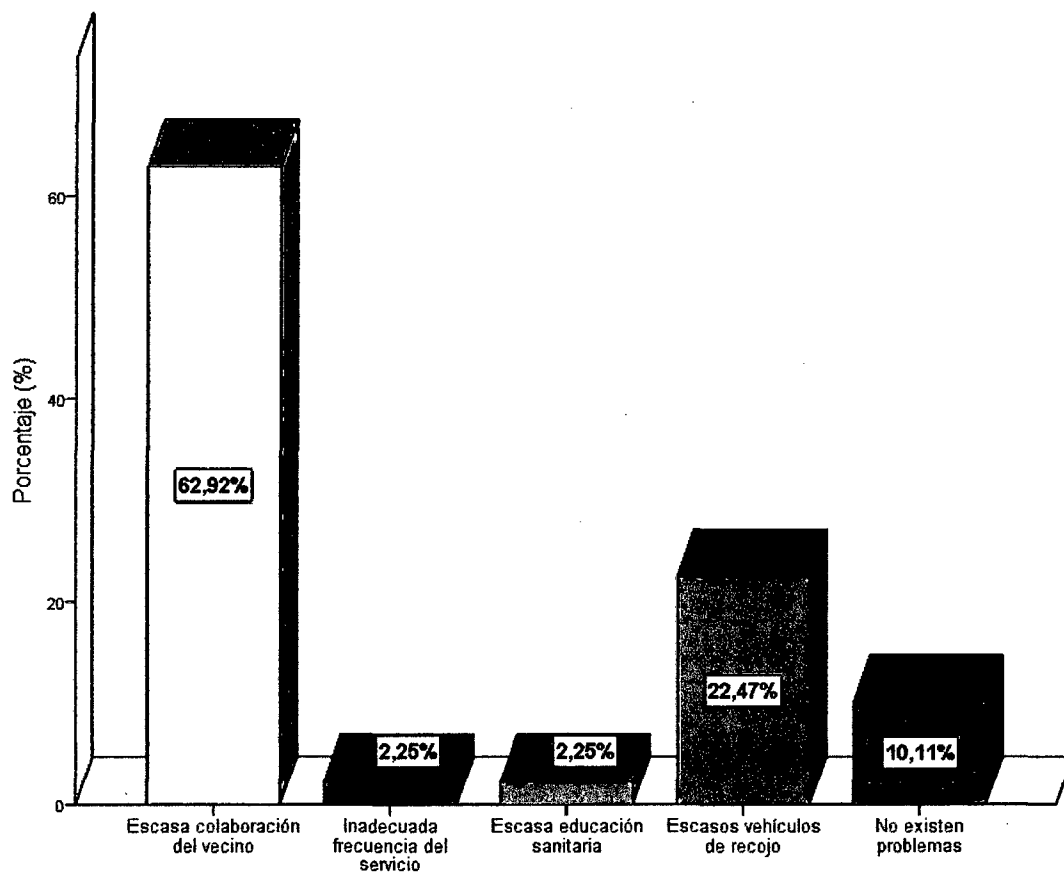
Importancia	N° Observ.	N° Esper.	Resid.	Chi Cuadrado	Gl	Sig. Asint.
Evita enfermedades	68	29,7	38,3			
Mejora el ambiente	18	29,7	-11,7	78,09	2	0,000
Embellrece la ciudad	3	29,7	-26,7			

Con la significación asintótica del Cuadro 10, se rechaza la hipótesis nula es decir no todos los problemas de recojo de RS son problemas principales.

De los cálculos,  $X^2_C > X^2_t$ , por lo tanto se rechaza la hipótesis nula. Si todos los problemas de recojo, no son problemas principales entonces al menos hay uno que es principal, evidenciándose esto en los resultados de porcentaje, siendo el principal problema la escasa colaboración del vecino con 62,92 %

**Cuadro 10.** Prueba no paramétrica Chi Cuadrado con SPSS para la pregunta:  
¿Cuál es el principal problema de recolección de RS?

Problema	N° Observ.	N° Esper.	Resid.	Chi Cuadrado	gl	Sig. Asint.
Escasa colab. del vecino	56	17,8	38,2			
Inadecuada frec. del servicio	2	17,8	-15,8			
Escasa educ. sanitaria	2	17,8	-15,8	114,652	4	0,000
Escasos vehículos de recojo	20	17,8	2,2			
No existen problemas	9	17,8	-8,8			



**Figura 13.** Porcentaje del principal problema de recojo

**Cuadro 11.** Prueba no paramétrica de aproximación normal con SPSS para la pregunta: ¿Recibió charlas, avisos, materiales educativos sobre el tema de RS?

Recibió charlas	Categoría	Nº	Proporción observada	Proporción de prueba	Sig. Asintót. (bilateral)
Grupo 1	No	82	0,92		
Grupo 2	Si	7	0,08	0,50	0,000
Total		89	1,00		

Para el análisis del Cuadro 11 se planteó como hipótesis que el 50 % (proporción de prueba) de los encuestados recibió charlas, avisos y otros sobre

RS. Como la proporción de prueba es (50 %) la significación asintótica es bilateral cuyo valor es 0,000, de modo que ese valor es menor a 0,05 se rechaza la hipótesis planteada, cuya evidencia lo confirma los porcentajes de que el 92,13 % no recibió charlas y el 7,87 % si las recibió.

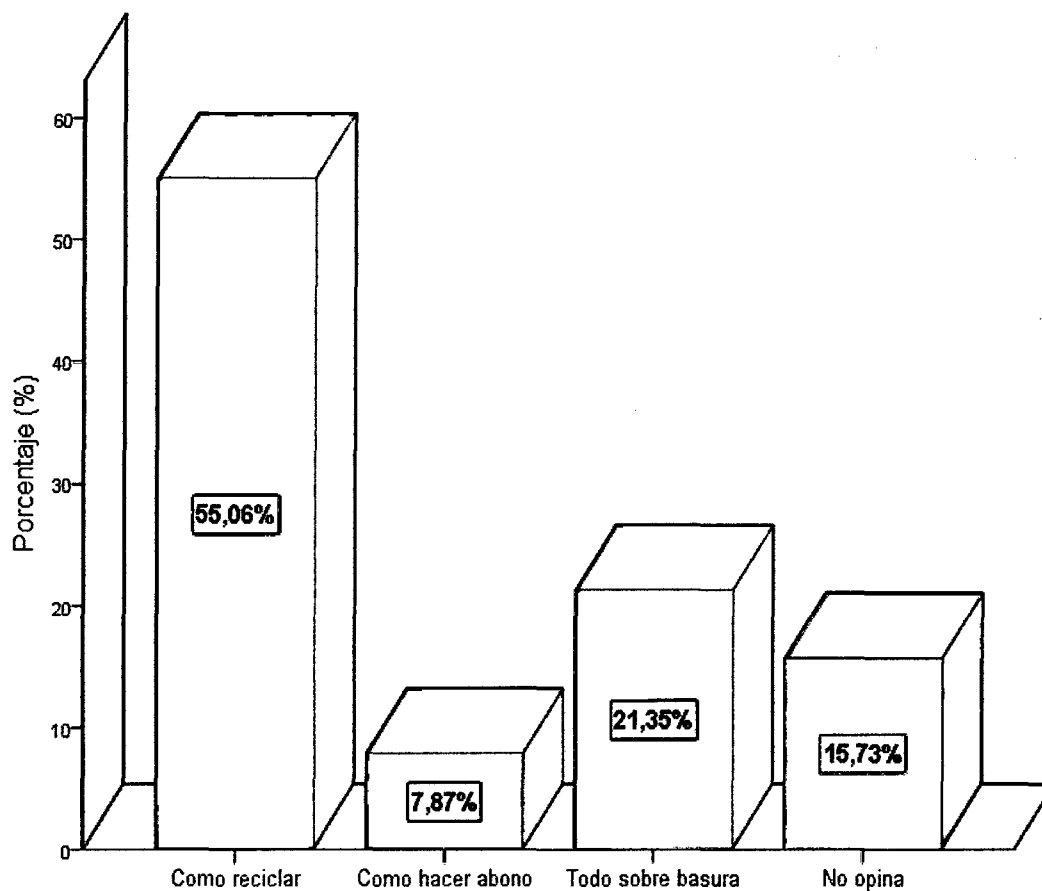
**Cuadro 12.** Prueba no paramétrica de Chi Cuadrado con SPSS para la pregunta:

¿Qué te interesaría saber sobre RS?

Tema de Interés	Nº Observ.	Nº Esper.	Resid.	Chi Cuadrado	gl	Sig. Asintót.
Como reciclar	49	22,3	26,8			
Como hacer abono	7	22,4	-15,3	46,146	3	0,000
Todo sobre basura	19	22,5	-3,3			
No opina	14	22,6	-8,3			

En el análisis del Cuadro 12 se estudió si todos los temas de la encuesta son de interés para las personas encuestadas. Con la significación asintótica (0,000), se rechaza la hipótesis nula es decir no todo los temas son de interés para las personas encuestadas.

Del mismo modo, como  $X^2_c > X^2_t$  se rechaza la hipótesis nula. Si no todo los temas de la encuesta son de interés, entonces al menos hay un tema que es interesante para la población, evidenciándose esto en los resultados, siendo el mayor tema de interés sobre “como reciclar” con un 55,06 %.



**Figura 14.** Porcentaje de temas de interés sobre RS

#### **4.3.3 Capacitación a la muestra poblacional**

La municipalidad estableció el programa de recojo de residuos sólidos, en el año 2011; al no haber culminado con las capacitaciones, quedó trunca toda expectativa; al parecer esto habría generado desconfianza en los moradores para continuar con una capacitación similar, que se programó para el estudio; notándose ausentismo en las convocatorias.

Según los resultados de la encuesta el 92,13 % (Cuadro 7) de la población no ha recibido capacitación sobre el tema de residuos sólidos, por lo que

se programó la capacitación con charlas; sin embargo, a pesar de haber sido invitados personalmente y haber asegurado su participación, asistían muy pocos pobladores. Al no tener participación, se optó por otras técnicas como entregar boletines y charlas directas con temas de educación ambiental, sobre los residuos sólidos, segregación, reciclaje (3 Rs), abono orgánico (compostaje), higiene ambiental y cuidado del ambiente, suelo, aire y agua.

La segregación de los residuos sólidos no fue posible efectuar en la fuente, debido a la renuencia de los pobladores, esta actitud estaría relacionado en las actividades similares que planteó la municipalidad terminando en un caos, no había recojo puntualmente; esto incomodó a los vecinos,

En tal sentido para evitar incomodidades, y según la metodología aplicada, se entregó a la muestra poblacional por 8 días bolsas negras de plástico codificadas cada día recogiendo los contenidos y entregando otra para el siguiente día. Para la segregación se acondicionó un ambiente y se realizó por 7 días descartando para la segregación los contenidos del primer día.

#### **4.3.4 Disposición final de los residuos sólidos no aprovechables**

Al no contar Naranjillo con un botadero oficial o relleno sanitario, la disposición final de los segregados no aprovechables fueron al botadero a cielo abierto que utiliza la municipalidad distrital de Luyando en la playa Hawaii a orillas del río Huallaga, que contraviene al Artículo 22 de la Ley de Recursos Hídricos N° 29338 y a la Ley general de residuos sólidos.

#### **4.3.5 Necesidad de equipos recolectores**

La cantidad de los RSU generados en Naranjillo es de 1035,47 Kg/día y 377946,60 Kg/año, para la recolección la municipalidad debe tener un camión compactador recolector, un chofer y 2 recogedores, deben tener equipo de protección individual (EPI) para proteger su salud.

#### **4.3.6 Cálculo del relleno sanitario**

La producción de residuos sólidos no aprovechables en Naranjillo destinados al relleno sanitario es de 0,140 Ton/día, MINAM (s.d.) recomienda para las ciudades o localidades con producción no mayor de 20 Ton/día se debe diseñar un relleno sanitario manual.

Considerando la producción de 51,1 Ton de residuos sólidos no aprovechable por año, se tuvo en cuenta para efectuar los cálculos del relleno sanitario manual, la metodología recomendada por JARAMILLO (2002), utilizando el método de trinchera o zanja.

Los Cuadros 25 al 31 del Anexo K, muestran los cálculos efectuados para el relleno sanitario; los componentes destinados al relleno sanitario (no aprovechables) sólo representan el 8,86 % de todos los RSU de Naranjillo, vale decir que el 91,14 % de los residuos generados son materiales aprovechables, con respecto a los residuos hospitalarios se encontró: Cajas de medicina, empaques y envases de pastillas, jeringas y pañales descartables, siendo todos estos destinados al relleno sanitario.

La MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LEONCIO PRADO (2009), hace notar que en Tingo María el porcentaje de los residuos sólidos destinados al relleno sanitario es 12.56 %, es decir 3.7 % más a lo encontrado.

Según los datos del Cuadro 27, la generación de RSU de Naranjillo destinados al relleno sanitario para el año 2013 es 0,092, 2,75 y 33,05, Ton/día, Ton/mes y Ton/año, respectivamente; estos valores se van incrementando cada año y en el 2030 es 50,30 Ton/año.

Por consiguiente la vida útil media (VUM) es de 1541,32 m<sup>3</sup>, el área total del diseño es 1001,858 m<sup>2</sup>, la altura del relleno sanitario es 2 m, el largo superior es 56,5 m, ancho superior es 16,2 m, largo inferior es 52,5 m, ancho inferior es 12,2 m, el talud horizontal y vertical es una relación de 1:1, la vida útil de diseño (VUD) o la capacidad útil de diseño es de 1555,80 m<sup>3</sup>, el tiempo real de vida útil del diseño es de 17 años, con 1 mes y 27 días.

MINAM (s.d.) aclara que la capacidad útil para que opere un relleno sanitario en el Perú es de 5 años mínimos, para el caso de Naranjillo se plantea hasta el año 2030; o sea para 17 años teóricos.

La Figura 18 del Anexo L muestra el diseño de la instalación para el manejo de residuos sólidos en donde se encuentra el relleno sanitario, y en la Figura 17 del Anexo A, se muestra la propuesta de la ubicación del mismo; que debe ser entre Milagro de Dios y Supte - Inkari.

## V PROPUESTAS

### 5.1 Para el mejoramiento de las condiciones ambientales, económicas y sociales de la población

Las condiciones actuales en que se encuentra el sistema de manejo de los RSU de Naranjillo, se muestra en la Figura 15; donde los residuos sólidos generados domiciliarios y municipales, son recolectados con un vehículo volquete y transportados para su disposición final a la playa Hawai a orillas del río Huallaga; en donde existe una leve separación de algunos materiales aprovechables como botellas de plástico y metales por segregadores informales del lugar.

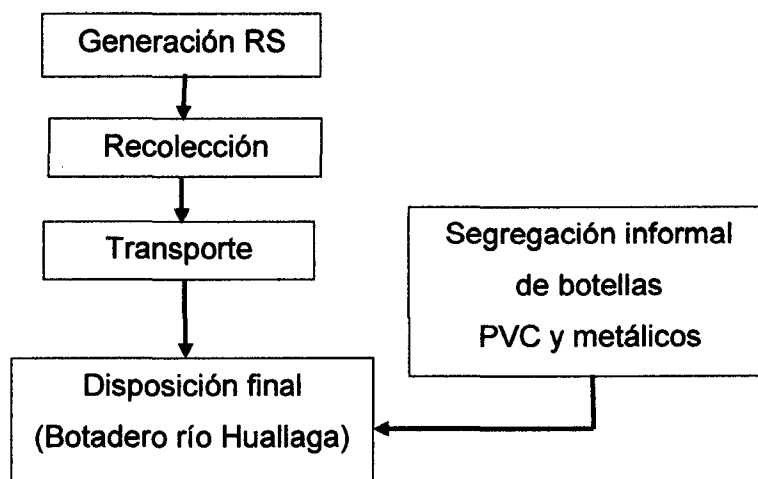


Figura 15. Manejo actual de los residuos sólidos urbanos en Naranjillo

Con la finalidad de mejorar las condiciones ambientales, económicas y sociales de la población, es necesario manejar adecuadamente los 1035,47 Kg diarios de los residuos sólidos urbanos producidos en la actualidad por la población urbana de Naranjillo capital del distrito de Luyando, para ello es necesario mejorar el flujo de manejo actual (Figura 15) aprovechando los residuos sólidos útiles, disminuyendo en la disposición final; se propone:

- De los residuos aprovechables que corresponde 91,14 %, de este porcentaje debe ser comercializado plástico, botellas de plástico, papel y cartón, latas, fierro; que representa el 15,42 %.
- Los residuos sólidos orgánicos que contribuye el 75,72 % debe reciclarse como compost utilizando los microorganismos eficientes, cuyo producto orgánico sirva para las áreas verdes de la municipalidad, ahorrando en la compra de fertilizante. Los remanentes propiciar su venta a los agricultores y a los vecinos.
- Los residuos sólidos no aprovechables, como: Restos hospitalarios y pañales, cerámica, calzado, papel laminado, textil, pilas, tecnoport, inertes, que constituye el 8,86 %, debe disponer la municipalidad en el relleno sanitario.

## **5.2 Para el adecuado manejo de los residuos sólidos urbanos**

La municipalidad debe manejar los residuos sólidos urbanos sin causar daño al ambiente, ni a la salud de la población; se propone:

- Formular y ejecutar programas de educación ambiental, manejo de residuos sólidos, así como segregación en la fuente; lo cual cambiará la

percepción que tiene la población sobre los RSU y los beneficios que pueden obtener al realizar un adecuado manejo.

- Para que la población pueda involucrarse en programas adecuados del manejo de los residuos sólidos, la municipalidad debe tener estrategias motivacionales como exoneración temporal del pago por el servicio de baja policía, reducción del pago de autoavaluo, concurso de juntas vecinales saludables, otros; que contribuya inversión a favor del ambiente y a la calidad de vida de la población. La finalidad es que la población se acostumbre a la segregación en fuente (hogares) y entregar los residuos segregado. Esto debería ser un trabajo progresivo.
- La municipalidad debe tener una instalación para el manejo de residuos sólidos, ubicado entre Milagro de Dios y Supte Inkari con un área total del terreno entre 2 a 5 hectáreas, en donde debe implementar una planta de segregación o clasificación de los residuos sólidos urbanos, para los residuos sólidos orgánicos instalar la planta de compostaje, del mismo modo la construcción del relleno sanitario, la instalación de cultivos forestales y ornamentales, cultivos agrícolas, crianza de animales menores y áreas verdes.
- El relleno sanitario para los residuos sólidos no aprovechables, con una vida útil hasta el 2030, tiene una capacidad de 1555,8 m<sup>3</sup>.

### **5.3. Para preservar el ambiente y la salud de la población**

Con la finalidad de preservar el ambiente, la salud de la población, teniendo en cuenta el numeral 22 del Artículo 2 de la Constitución Política del Perú, que

refiere que toda persona tiene derecho gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida, se propone:

- La municipalidad del distrito de Luyando debe implementar las políticas ambientales, establecer el programa de educación ambiental y capacitación por juntas vecinales, aplicando los conceptos de basura cero, incorporación de materiales amigables con el ambiente, ciudad saludable, ciudad ecológica y otros; que forman la cultura ambiental, hasta convertirse a mediano plazo como ciudad reconocida por su manejo ambiental.

En tal sentido se propone a través de la Figura 16 el modelo de manejo de los residuos sólidos generados en la zona urbana de Naranjillo, para lograrlo la municipalidad primero debe generar su política ambiental a través de manejo de residuos sólidos, incorporación de juntas vecinales, una agenda ambiental, que conlleve a programas de educación ambiental a fin de sensibilizar a la población en el manejo responsable de los residuos sólidos desde la segregación en la fuente hasta su disposición final.

Como se observa en la Figura 16, el 91,14% de los residuos sólidos deben aprovecharse reincorporándose al ciclo económico, dentro de ello es menester que la municipalidad debe implementar la planta de compostaje para el tratamiento biológico del compostaje orgánico, la clasificación, embalaje y venta de los reciclables.

El modelo debe tener mejoramiento continuo, aplicarse programas de capacitación, de fortalecimiento, verificación, hasta conseguir mejorar la calidad de vida de la población y se reafirme la calidad ambiental de Naranjillo.

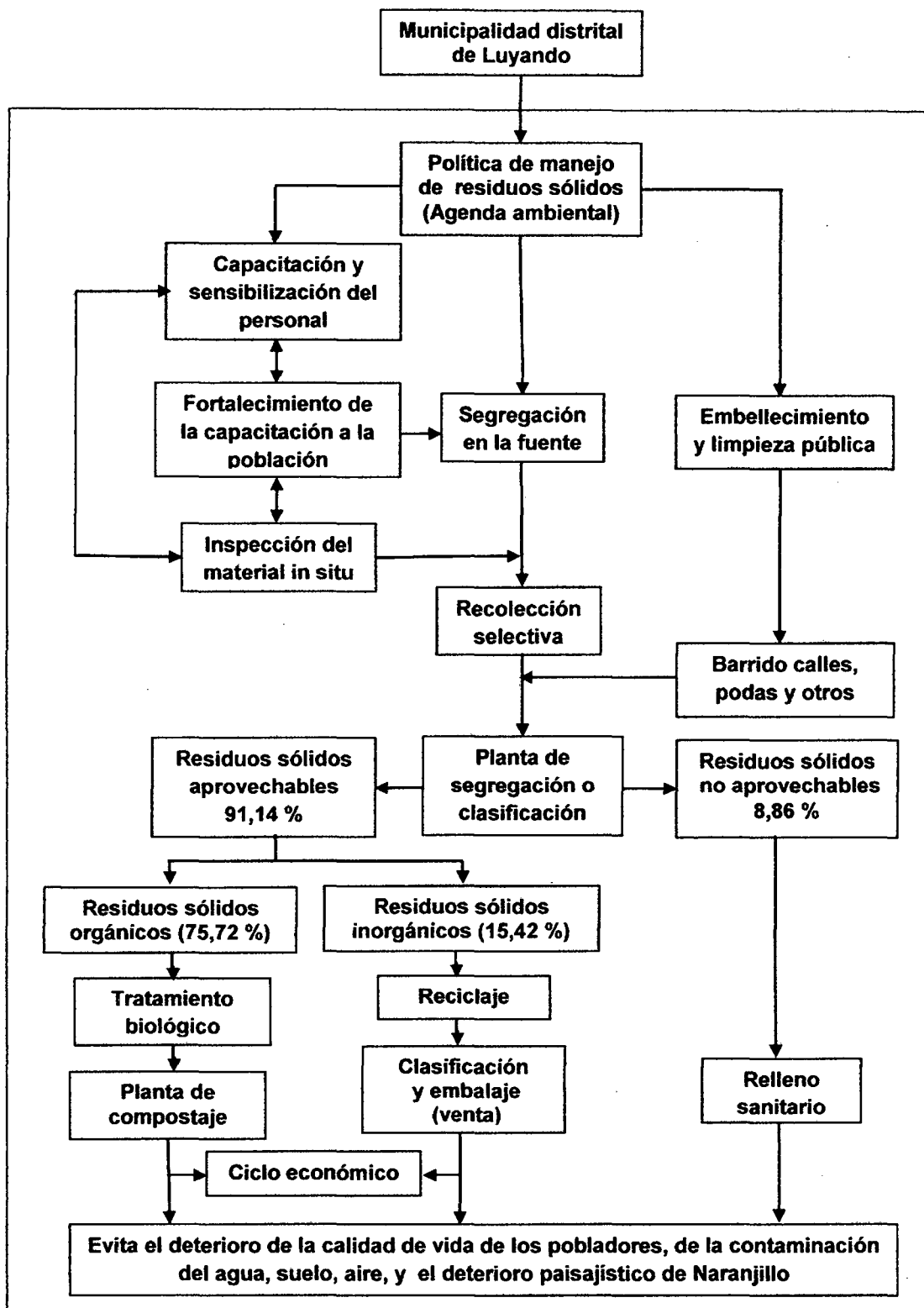


Figura 16. Propuesta del manejo de los RSU en Naranjillo

## VI CONCLUSIONES

1. En base a la política de manejo de los residuos sólidos se propone: Efectuar la segregación en la fuente, con recolección selectiva, considerando el embellecimiento y limpieza pública, como el barrido de calles podas y otros, asimismo, instalar y manejar la planta de segregación o clasificación, del mismo modo la planta de transformación de abonos orgánicos y finalmente el relleno sanitario entre el sector Milagro de Dios e Inkari.
2. En la propuesta de manejo de los residuos sólidos se debe incluir la capacitación y sensibilización del personal, el fortalecimiento de las capacitaciones a la población y en la planta de clasificación, considerar los residuos sólidos orgánicos (75,72 %) para el tratamiento biológico como compostaje, y los inorgánicos (15,42 %) que deben ser para el reciclaje e incorporarse al ciclo económico, sólo el 8,86 % de los residuos sólidos no son aprovechables destinándose al relleno sanitario, cuyo volumen proyectado al 2030 corresponde 1555,8 m<sup>3</sup>.
3. El año 2013 la zona urbana de Naranjillo produjo 377945,80 Kg/año de residuos sólidos urbanos para una población de 3085 habitantes, cuya producción per cápita fue de 122,51 Kg/año/hab; de los cuales 92,77 Kg corresponde a materia orgánica. Entre los componentes aprovechables como materia orgánica, papel y cartón, bolsa de plástico, botella de plástico, latas, vidrios y fierros corresponde un ingreso de 222,05 soles/día. El 92,13 % de la

población encuestada no recibió capacitación sobre el tema de residuos sólidos, el 55,06 % se encuentra interesado en aprender el proceso de reciclaje que ayudará a la política de manejo de residuos sólidos de Luyando, dentro de la agenda ambiental.

## **VII RECOMENDACIONES**

- 1. La municipalidad de Luyando para mejorar la calidad de vida de los pobladores, mitigar la contaminación del agua, suelo, aire y el deterioro paisajístico de Naranjillo; debe implementar el modelo de la propuesta de manejo de residuos sólidos urbanos, de acuerdo al numeral 22 del Artículo 2 de la Constitución Política del Perú, Ley General de Residuos Sólidos N° 27314 y la Ley de Recursos Hídricos N° 29388, implementando su agenda ambiental.**
- 2. Implementar el programa de educación ambiental formal, no formal e informal para la concientización y cambio de aptitudes de la población a favor del ambiente.**
- 3. La municipalidad debe prever la adquisición del terreno de 2 a 5 Ha, entre Milagro de Dios y Supte – Inkari; donde estarán las instalaciones para el manejo de residuos sólidos, en la cual se ubicará la planta de segregación o clasificación, el relleno sanitario, la planta de compostaje, áreas verdes, viveros forestales, ornamentales, cultivos agrícolas y crianza de animales menores (cuyes, conejos); de tal manera que constituya un sitio de ingreso económico y esparcimiento.**

## VIII ABSTRACT

This present study had two objectives: to characterize and quantify the municipal solid waste generated in Naranjillo district, and to propose its adequate management. The methodology used for this research was taken from the United Nations' Urban Management Program, found at the guide number 1, written by Dante Flores and Ines Villafuerte. The calculation of the landfill was taken from the guide of Design, construction and operation of manual landfills, by Jorge Jaramillo.

This study found 91.14 % of usable solid waste and 8.86 % of non-recyclable solid waste which its final disposal should be in the landfill. From the exploitable percentage, the 75.72 % is organic waste that must have the biological treatment in the composting plant, and the 15.42 % is inorganic solid waste should be recycled by manual classification in the plant segregation; both components must enter the economic cycle. A projection calculated to year 2030 results in 1555.80 m<sup>3</sup> for landfill volume, 4695 inhabitants, and a production of municipal solid waste 1575.86 kg/day.

If Luyando district municipality will apply this proposed model of urban solid waste disposal, avoiding pollution of water, soil, air and landscape deterioration, the quality of life of its inhabitants will improve.

**Key words:** urban solid waste, environment, landfill, composting, contamination, inorganic solid waste.

## IX REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, M., SALAS, H. 1993. LA BASURA: Manual para el reciclamiento urbano. Segunda reimpresión. Editorial Trillas. México 63 p.
- BERNACHE, P. 1998. Basura y Metropoli: Gestión Social y Pública de los Residuos Sólidos Municipales en la Zona Metropolitana de Guadalajara. México D.F. Editorial Gráfica Nueva, S.A. de C.V.
- BOGOTA HUMANA ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA. 2012. Basura Cero [En línea]: (<http://.bogotahumana.gov.co/index.php/2012-01-04-20-46-15/2012-07-16-16-44-18/basura-cero> 21 Ago. 2013)
- CAPISTRÁN, F. 1994. Manual de Reciclaje, Compostaje y Lombricompostaje. Instituto de Ecología, A. C. Veracruz, México.
- CONAM. 2006 a. Centro de Segregación y Reutilización de Residuos Sólidos de San Andrés. Pisco. Perfil de Proyecto.
- CONAM. 2006 b. Guía Técnica para la Formulación e implementación de Planes de Minimización y Reaprovechamiento de Residuos Sólidos en el Nivel Municipal. USAID Primera impresión. Lima. 100 p
- CONAM. 2006 c. PERFIL DE PROYECTO: "Centro de Segregación y Reutilización de Residuos Sólidos". Lima
- CORTES, P. M. 2012. Propuesta de plan de manejo integral de los residuos sólidos urbanos en Santa Catarina, Lachatao y San Juan Chicomezúchil,

localidades del estado de Oaxaca. Tesis para obtener el título de:  
Licenciado en ciencias ambientales. Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.

CHUNG, A., INCHE, J. 2002. Manejo de los residuos sólidos mediante segregación en la fuente en Lima cercado. [En línea]: Sisbib, ([http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v05\\_n1/residuo.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v05_n1/residuo.htm). 8 Ago. 2011).

FLORES, D., VILLAFUERTE, I. 2003. Guía Práctica N° 1. Para la realización de estudios de generación y caracterización de residuos sólidos domiciliarios en ciudades. Programa de Gestión Urbana de las Naciones Unidas. IPES. Coordinación para América Latina y El Caribe. Quito, Ecuador.

GUÍA AMBIENTAL DE USAID s.d. Buro para América Latina y el Caribe - Manejo de Residuos Sólidos. Capítulo 536 p.

GOBIERNO REGIONAL DE LIMA. s.d. Residuo Sólidos. Conceptos básicos y aplicación de las 3 Rs. Gerencia de Recursos Naturales y Gestión del medio ambiente. Lima. 18 p

INEI. 2011. Banca de información distrital. [En línea]: (<http://www.desa.inei.gob.pe/mapas/bid>. 15 Mar. 2012)

JARAMILLO, J. 2002. Guía para el Diseño Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales: Una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia del ambiente. Universidad de Antioquia. Colombia. p 3 - 14

LEY GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE. 2005. Ley N° 28611 Congreso de la República del Perú. 13 de octubre 2005. Lima, Perú.

- LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS. 2000. Ley N° 27314. Congreso de la República del Perú. 10 julio 2000. Lima, Perú.
- MEF, MINAM. 2008. Guía de Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Residuos Sólidos Municipales a Nivel de Perfil. Proyecto STEM USAID.
- MEJIA, M. 2009. Gestión Integral de Residuos Sólidos. [En Línea]: Instituto del Perú. ([http://institutodelperu.org.pe/index.php?option=com\\_content/task=view/id=619s/temid=130](http://institutodelperu.org.pe/index.php?option=com_content/task=view/id=619s/temid=130). 11 Ago. 2011).
- MINAM s.d. Guía de: Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Control de Relleno Sanitario Manual. Lima, Perú. 87 p
- MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ATE. 2011. Programa Municipal de Segregación de residuos sólidos en la fuente. Ate, Lima 60 p
- MUNICIPALIDAD DE PUNO. s.d. Residuos Sólidos. Gerencia de Servicios. Sub Gerencia de Saneamiento y Gestión. 16 p
- MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LEONCIO PRADO. 2009. Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos de Tingo María. Consorcio Bella Durmiente. 54 p
- MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LEONCIO PRADO. 2009. Plan Integral de residuos sólidos (Pigars) Tingo María.
- MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CORONEL PORTILLO. 2004. Plan integral de Gestión de Residuos Sólidos (PIGARS) para la provincia de Coronel Portillo. p 11 - 13
- MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ICA. 2012. Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la provincia de Ica - PIGARS. p 18

- MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MANANTAY. 2011. Mejoramiento y ampliación de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales en la zona urbana del distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali. Subgerencia de limpieza pública, parques, jardines y medio ambiente. p 97 - 107.
- MUNICIPALIDAD DISTRITAL SAN BAUTISTA. 2007. Plan distrital de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos. p 21 - 23
- PRIETO, B. 2003. BASURAS: Manejo y transformación - Práctico económico.
- REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY N° 27314 DE RESIDUOS SOLIDOS. 2004. Congreso de la República del Perú. 22 julio 2004. Lima, Perú.
- RODRÍGUEZ, R. 2008. Propuesta de Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos en el distrito El Porvenir Trujillo. Tesis para optar el grado académico de Maestro en Ingeniería Ambiental. Trujillo Perú. 73 p.
- SBARATO, D. s.d. Aspectos generales de la problemática de los residuos sólidos urbanos. Córdoba – Argentina. 104 p.
- SOCIEDAD PERUANA DE DERECHO AMBIENTAL (SPDA). 2009. Manual de residuos sólidos. Manual de capacitación: "Como cuidamos de nuestra provincia". Lerma Gómez eirl. Miraflores, Perú. 18 p.
- TCHOBANOGLIOUS, G. 1994. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Mc Graw-Hill España. 607 p
- TCHOBANOGLIOUS, G., THEISEN, H., VIGIL, S. 1998. Gestión integral de residuos sólidos. Ed. Mc Graw-Hill. Madrid España. Vol. I 607 p.
- TECNUN. 2006. España. Ciencias de la tierra y del medio ambiente. [En Línea]: Tecnun, Residuos sólidos urbanos.

(<http://www.tecnun.es/Asignaturas/Ecología/hipertexto/13Residu/110ReSolUrb.htm>. 15 Jul. 2011).

UNED. 2006. España. Gestión y tratamiento de los residuos urbanos. [En línea]:

Uned, (<http://www.uned.es/biblioteca/rsu/pagina1.htm>. 15 Jul. 2011).

WALTER, M. 2003. Basta de Basura. Greenpeace. Primera edición. Buenos Aires, Argentina. 30 p.

## **X ANEXOS**

Anexo A

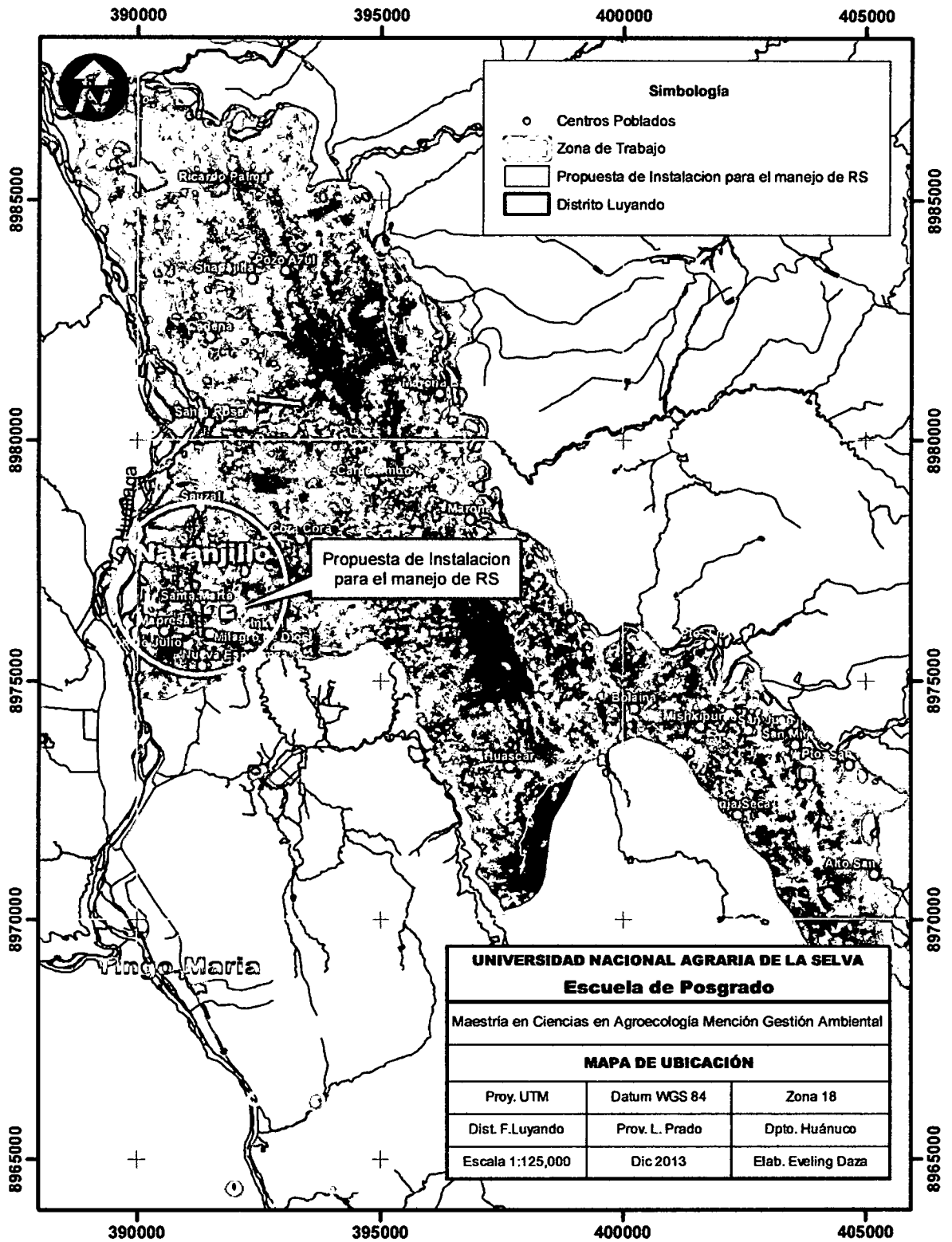


Figura 17. Mapa de ubicación de Naranjillo

## Anexo B

### Proyección de la población en la zona urbana de Naranjillo al año 2030

$$P_{2030} = p_{2011}(1+r/100)^n \quad (10)$$

Donde:

$P_{2030}$  = Población proyectada al 2030

$p_{2011}$  = Población al finalizar el año 2011 (datos MDL)

$n$  = Años de proyección (19 años)

$r$  = Tasa de crecimiento (2,502 %) (Dato del INEI)

Para éste cálculo se utilizó el número de viviendas existentes en el 2011, que son 734 y el promedio de 4 habitantes por vivienda recomendado por FLORES y VILLAFUERTE (2003), y confirmado con el resultado de la encuesta).

$$P_{2030} = 734 \times 4 (1 + (2,502/100))^{19} \text{ Habitantes}$$

$$P_{2030} = 4695 \text{ Habitantes.}$$

$$N = \text{Número de viviendas en el 2030} = (4695 \text{ Hab.}) / (4 \text{ Hab./Viv.})$$

$$N = 1174 \text{ Viviendas para el 2030}$$

### Determinación del número de muestras para el estudio.

Se utilizó la fórmula sugerida por FLORES y VILLAFUERTE (2003)

$$n = \frac{V^2}{\frac{(E)^2}{(1,96)^2} + \frac{V^2}{N}} \quad (11)$$

Donde:

$n$  = Número de muestras (Viviendas)

$V$  = Desviación estándar de la variable  $X_i$  ( $X_i = \text{ppc}$ ) = 250 g/Hab./día

$E$  = Error permisible en la estimación de PPC (g/Hab./día) = 50 g/Hab./día

$N$  = Número total de viviendas del estrato definido.

1,96 = Desviación normal de Z al 95 % de confianza.

$$n = \frac{(250)^2}{\frac{(50)^2}{(1,96)^2} + \frac{(250)^2}{1174}}$$

$$n = 89 \text{ viviendas}$$

## Anexo C

Cuadro 13. Cantidad total diario en Kg de los RSU de Naranjillo

Viv.	Hab.	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	sub
		Lun08	Mar09	Mie10	Jue11	Vie12	Sab13	Dom14	total
1	2	0,818	1,550	0,330	1,150	0,701	0,526	0,656	5,731
2	4	2,530	2,205	2,105	0,910	0,716	2,287	1,2	11,953
3	6	2,060	1,600	2,085	1,910	1,047	0,566	0,61	9,878
4	4	1,510	0,910	1,590	1,451	1,132	0,982	0,272	7,847
5	1	3,037	1,215	1,290	2,375	0,954	0,651	1,485	11,007
6	2	2,173	0,800	0,570	1,105	0,571	1,635	0,095	6,949
7		1,342	0,680	2,300	1,109	1,056	0,569	0,618	7,674
8	3	0,259	1,205	0,930	0,795	0,805	0,128	0,812	4,934
9	6	1,540	3,138	0,615	2,230	3,461	1,097	2,01	14,091
10	2	0,690	0,390	0,241	0,320	0,176	0,823	0,385	3,025
11	4	1,067	2,470	2,145	3,555	3,884	1,772	1,235	16,128
12	3	0,323	0,250	0,235	0,490	0,45	0,226	0,475	2,449
13	6	1,128	1,365	0,360	1,110	0,768	0,507	0,462	5,7
14	4	1,312	1,820	1,625	0,785	0,578	1,39	0,923	8,433
15	3	1,295	1,260	1,585	1,7	0,683	0,454	1,21	8,187
16	7	1,562	0,780	1,690	0,625	0,663	1,161	0,221	6,702
17	4	0,342	1,315	1,915	0,74	1,216	0,686	1,524	7,738
18	4	1,833	0,840	0,558	0,52	2,602	0,625	0,293	7,271
19	2	0,310	0,360	0,395	0,895	2,592	0,406	0,273	5,231
20	5	0,312	2,100	2,260	0,68	0,487	0,246	1,511	7,596
21	2	0,603	0,260	0,420	0,155	1,004	0,129	0,224	2,795
22	5	0,555	0,810	0,590	1,01	2,298	1,099	1,9	8,262
23	4	1,045	1,060	1,616	1,246	2,119	0,697	2,283	10,066
24	3	3,801	1,500	2,520	1,665	3,561	1,472	1,332	15,851
25	3	1,768	0,500	1,300	0,78	0,868	1,014	3,09	9,32
26	3	2,415	0,75	0,175	0,88	0,614	0,425	0,403	5,662
27	6	1,438	0,89	0,96	2,31	2,292	0,899	1,791	10,58
28	5	0,773	1,02	0,62	0,69	0,787	1,05	1,195	6,135

Continuación Cuadro 13.

Viv.	Hab,	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Sub
		Lun08	Mar09	Mie10	Jue11	Vie12	Sab13	Dom14	Total
29	1	0,211	0,85	0,21	0,74	0,523	0,273	0,209	3,016
30	6	0,67	3,38	0,28	0,6	0,496	0,076	0,457	5,959
31	5	0,552	1,235	1,105	0,675	1,533	1,369	0,883	7,352
32	6	4,14	1,265	1,765	3,306	1,313	1,617	1,017	14,423
33	3	1,035	3,17	2,372	2,095	0,857	0,448	0,725	10,702
34	3	4,4	4,425	5,28	5,12	3,579	5,136	1,001	28,941
35	3	0,743	0,73	0,1	1,37	1,361	0,533	0,381	5,218
36	4	2,175	0,82	1,27	1,85	0,644	1,41	1,442	9,611
37	6	0,263	0,76	0,79	2,505	0,391	0,2	1,01	5,919
38	5	1,25	1,73	3,435	2,535	1,047	1,316	1,692	13,005
39	8	0,118	0,51	0,145	0,065	0,77	0,137	0,204	1,949
40	3	0,57	0,71	0,09	0,38	0,484	0,628	0,596	3,458
41	2	3,11	3,92	0,51	0,771	0,827	2,565	0,413	12,116
42	2	0,769	0,32	3,81	3,57	0,353	0,025	0,036	8,883
43	6	2,072	3,265	1,515	2,905	0,584	1,537	1,365	13,243
44	5	4,83	2,47	2,115	1,6	2,499	1,502	1,034	16,05
45	3	0,917	1,64	0,502	1,433	0,536	1,993	1,37	8,391
46	4	0,71	0,155	0,555	1,55	0,703	0,833	0,801	5,307
47	5	0,1	0,48	0,58	3,16	1,115	0,1	0,758	6,293
48	4	0,72	1,29	0,37	0,152	0,433	0,273	0,232	3,47
49	6	0,225	0,68	0,065	0,42	0,387	0,256	0,517	2,55
50	5	0,395	0,65	0,72	0,25	0,204	0,671	0,565	3,455
51	4	3,9	4,52	2,583	0,741	0,849	2,673	3,794	19,06
52	6	1,87	1,75	3,79	2,48	5,774	0,807	1,358	17,829
53	3	3,6	2,93	2,16	3,443	1,513	0,413	1,719	15,778
54	4	2,86	0,386	1,582	3,224	1,394	0,684	0,619	10,749
55	6	2,37	3,24	1,96	3,762	0,997	1,749	0,926	15,004
56	5	1,785	3,34	1,99	1,585	2,352	2,366	1,962	15,38
57	3	0,643	0,79	1,152	3,863	2,343	0,997	0,403	10,191

Continuación Cuadro 13

Viv.	Hab.	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	sub total
		Lun08	Mar09	Mie10	Jue11	Vie12	Sab13	Dom14	
58	3	1,799	0,88	4,057	1,482	3,355	0,038	0,113	11,724
59	5	1,258	3,65	0,327	1,08	0,938	1,696	1,556	10,505
60	6	2,55	1,91	3,16	0,95	1,48	1,317	1,504	12,871
61	7	4,48	3,24	2,98	2,61	4,092	0,534	0,692	18,628
62	6	1,16	0,79	0,45	0,775	0,554	0,508	0,937	5,174
63	3	2,102	1,56	1,124	2,025	1,275	2,051	0,374	10,511
64	6	0,196	0,85	0,772	0,765	0,996	0,502	0,33	4,411
65		0,95	0,31	0,41	0,08	0,433	0,359	1,2	3,742
66	2	1,3	0,93	1,225	1,245	1,579	0,91	0,37	7,559
67	3	1,91	1,405	1,55	1,41	0,838	0,552	0,811	8,476
68	7	1,24	1,58	1,781	1,63	1,438	0,904	0,19	8,763
69	4	2,633	5,18	2,709	2,152	3,264	1,515	1,458	18,911
70	4	0,459	1,795	0,15	0,922	2,086	0,744	0,847	7,003
71	3	1,841	1,778	1,842	1,18	1,755	1,401	1,007	10,804
72	2	1,514	1,532	1,465	1,714	1,184	1,376	1,381	10,166
73	3	1,312	2,489	2,046	1,307	1,323	2,299	1,041	11,817
74	4	1,074	1,315	1,172	1,215	1,725	2,192	1,575	10,268
75	4	1,315	2,067	2,3	1,674	1,26	1,1	1,208	10,924
76	7	2,544	2,01	2,145	2,009	1,613	1,208	1,107	12,636
77	6	1,503	1,574	1,212	1,35	1,218	1,111	1,256	9,224
78	7	1,161	1,443	2,076	1,64	1,75	1,694	1,465	11,229
79	5	1,134	1,581	1,788	1,225	1,352	1,319	1,643	10,042
80	2	0,893	1,067	1,167	1,485	0,795	0,709	0,985	7,101
81	6	1,845	1,949	1,775	1,657	2,009	1,496	1,792	12,523
82	5	1,444	1,655	1,502	1,419	1,72	0,994	1,327	10,061
83	5	1,955	1,729	2,21	2,05	1,811	1,751	1,62	13,126
84	4	1,848	1,77	2,211	1,984	2,005	1,445	1,187	12,45
85	4	1,741	1,632	1,906	1,672	1,561	2,29	1,788	12,59
86	3	1,321	1,523	1,432	1,907	1,378	1,532	1,734	10,827

Continuación Cuadro 13

Viv.	Hab.	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Sub
		Lun08	Mar09	Mie10	Jue11	Vie12	Sab13	Dom14	total
87	5	1,140	1,349	1,229	1,113	1,243	1,255	0,910	8,239
88	6	1,278	1,215	1,528	1,361	1,325	1,107	1,313	9,127
89	5	1,044	1,093	0,937	1,022	1,562	1,380	1,560	8,598
<b>Total</b>	<b>362</b>	<b>134,79</b>	<b>139,31</b>	<b>128,46</b>	<b>135,45</b>	<b>124,88</b>	<b>95,38</b>	<b>92,26</b>	<b>850,53</b>

Fuente: Datos experimentales de campo

## Anexo D

Cuadro 14. Cantidad de cada componente segregado en Kg de los RSU de Naranjillo

Viv.	Bols. plás.	Bote De plást.	Lata	Vidrio	Cerá- mica	Fierro	Pila	Resi. hosp. paña.	Envases lamin.	Textil	Papel cartón	Tecn. oport	Mat. inerte	Mat. orgán	
1	0,287	0,263	0,045	0	0	0	0	0	0	0,000	0,01	0	0	5,126	
2	0,242	0,156	0,356	0,3	0	0	0	1,245	0,005	0,012	1,981	0,109	1,84	5,707	
3	0,955	0,155	0,279	0	0	0	0,5	0	0,015	0,000	0,215	0,01	0,05	7,699	
4	0,267	0,432	0,188	0	0	0	0	0	0	0,000	0,022	0,001	0	6,937	
5	0,651	1,285	0,233	0,77	0	0	0	0	0,03	0,000	0,465	0,027	0,15	7,396	
6	0,235	0,07	0,13	0,62	0	0	0,05	0,3	0,015	0,010	0,573	0,013	0,07	4,863	
7	0,381	0,122	0,036	0	0,4	0	0,089	0	0,005	0,152	0,000	3,341	0,048	0,05	3,05
8	0,275	0,283	0,369	0	0	0	0	0,21	0,023	0,000	0,026	0,025	0	3,723	
9	0,54	0,37	1,09	0,075	0	0,3	0,015	0	3,745	0,088	0,325	1,621	0,12	0,03	5,772
10	0,268	0,092	0,03	0	0	0,13	0	0	0,008	0,000	0,085	0,016	0,03	2,366	
11	0,372	1,06	0,763	0,317	0	0	0,16	0,076	5,358	0,026	0,095	0,703	0,015	0,06	7,123
12	0,494	0,069	0	0	0	0	0,021	0	0	0,028	0,000	0,543	0,005	0,017	1,272
13	0,338	0,2	0,865	0	0	0	0	0	0,078	0,000	1,359	0	0	2,86	
14	0,856	0,216	0,076	0,4	0	0	0,032	0	0,556	0,035	0,266	0,631	0,01	0,013	5,342
15	0,211	0,013	0,232	0	0	0,02	0,017	0	0,758	0,055	0,006	0,092	0,01	2,783	3,99
16	0,085	0,414	0,272	0,23	0	0	0	0	0	0,019	0,000	0,069	0	0	5,613
17	1,07	0,107	0,61	0	0	0	0	0	0	0,033	0,000	0,504	0	0,14	5,274

Continuación Cuadro 14

Viv.	Bols. plás.	Bote De plást.	Lata	Vidrio	Cerá- Mica	Calz. zapa.	Fierro	Pila	Resi. hosp. pañá.	Envases lamin.	Textil	Papel cartón	Tecn. oport	Mat. inerte	Mat. orgán.
18	0,153	0,128	0,045	0	0	0	0	0	0	0,061	0,010	0,724	0	0	6,15
19	0,266	0,099	0,19	0,573	0	0	0	0	0	0,043	0,000	1,163	0,003	0,04	2,854
20	0,317	0,529	0,226	0	0	0	0	0	0,515	0,056	0,000	0,043	0,047	0,05	5,813
21	0,189	0,08	0	0	0	0	0	0	0,022	0,03	0,000	0,117	0,007	0	2,35
22	0,22	0,381	0,1	0	0	0	0	0	0,18	0,043	0,065	0,243	0,085	0	6,945
23	0,353	0,332	0,185	0,48	0,032	0,358	0,022	0	0,065	0,059	0,577	1,347	0,023	0,573	5,66
24	0,255	0,088	0,44	0	0	0	0,05	0,05	0	0,005	0,000	1,711	0	0	13,252
25	0,337	0,497	0,349	0	0	0	0	0	0,42	0,001	0,000	0,078	0,038	0,04	7,56
26	0,241	0,069	0,134	0	0	0	0	0	0	0,042	0,000	0,186	0,052	0	4,938
27	0,21	0,375	0,302	0	0,04	0	0	0	0	0,07	0,018	0,249	0,022	0,22	9,074
28	0,201	0,215	0,23	0	0	0	0	0	0,226	0,02	0,000	0,162	0,01	0,15	4,921
29	0,138	0,159	0,121	0	0	0	0	0	0	0	0,037	0,006	0	0	2,555
30	0,252	0,081	0,275	0	0	0,1	0	0	0	0,032	0,000	0	0,02	0	5,199
31	0,35	0,314	0,342	0	0	0	0,02	0	0	0,084	0,01	0,223	0	0,125	5,884
32	0,507	0,408	0,261	0,3	0	0	0	0	0,253	0,085	0,072	1,203	0	0,07	11,264
33	0,176	0,183	0,226	0,13	0	0	0	0	0	0,056	0,024	0,048	0	0	9,859
34	1,237	0,507	0	0	0	0	0	0	0	0,031	0	0,022	0,083	0	27,061
35	0,22	0,404	0,194	0	0	0,05	0,1	0	0	0,021	0,4	0,092	0	0	3,737

Continuación Cuadro 14

Viv.	Bols. plás.	Bote de plást.	Lata	Vidrio	Cerá- Mica	Calz. zapa.	Fierro	Pila	Resi. hosp. pañá.	Envases lamin.	Textil	Papel cartón	Tecn. oport	Mat. inerte	Mat. orgán.
36	0,246	0,099	0	0	0	0	0	0	0,681	0,065	0	0,083	0,05	0	8,387
37	0,324	0,113	0,169	0	0	0	0	0	0,26	0,014	0,01	0,383	0,014	0	4,632
38	0,301	0,43	0,153	0,32	0	0,417	0	0	0,095	0,012	0,488	0,655	0	0	10,134
39	0,133	0,326	0	0	0	0	0	0	0	0,006	0,072	0,075	0,01	0	1,327
40	1,366	0,375	0,294	0	0	0	0	0	0,03	0,053	0,006	0,446	0,014	0	0,874
41	0,08	0,05	0,07	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0,039	0	0	11,477
42	0,101	0,404	0,203	0	0	0,2	0,015	0	0	0,013	0	0,006	0	0	7,941
43	0,26	0,064	0,267	0	0	0	0	0	0	0,015	0,05	0,02	0	0	12,567
44	0,663	0,411	0,353	0,315	0	0	0	0	0,01	0,02	0	0,181	0	1	13,097
45	0,291	0,662	0,05	0	0	0,4	0,41	0	2,228	0,027	0	0,991	0	0	3,332
46	0,463	0,12	0,23	0	0	0	0	0	0	0,011	0,004	0,52	0	0,228	3,731
47	0,163	0,332	0,251	0,21	0	0	0	0	0	0,012	0	0,055	0,026	0	5,244
48	0,545	0,287	0,17	0,25	0	0,09	0	0	0	0,011	0,05	0,301	0	0	1,766
49	0,159	0,093	0,122	0	0	0	0	0	0	0,041	0	0,145	0	0,076	1,914
50	0,201	0,344	0,277	0	0	0	0	0	0,003	0,014	0,032	0,171	0	0	2,413
51	1,301	0,512	0,126	0,849	0	0	0	0	0	0,003	0,046	0,41	0,01	0,118	15,685
52	1,373	0,905	0,262	1,386	0	0,21	0,069	0	4,752	0,043	0,02	0,522	0,046	0,938	7,303
53	0,253	0,343	0,179	0,22	0	0	0	0	1,05	0,86	0,491	1,675	0,002	0,13	10,575

Continuación Cuadro 14

Viv.	Bols. plás.	Bote De plást.	Lata	Vidrio	Cerá- Mica	Calz. zapa.	Fierro	Pila	Resi. hosp. pañá.	Envases lamin.	Textil	Papel cartón	Tecn. oport	Mat. inerte	Mat. orgán.
54	0,562	0,24	0,098	0	0	0	0,001	0	0,537	0,053	0,373	0,284	0,033	0	8,568
55	0,37	0,15	0,1	0	0	0,1	0	0	2,938	0,012	0,002	0,05	0,02	0,07	11,192
56	1,351	0,273	0,126	0,37	0	0,2	0,028	0	4,131	0,083	0,007	0,488	0,223	0,55	7,55
57	0,233	0,13	0,182	0,45	0	0	0	0	0,126	0,016	0	0,43	0,011	0,07	8,543
58	0,365	0,263	0,137	0	0	0	0,02	0,04	0,74	0,137	0,011	0,941	0,001	0,653	8,416
59	0,253	0,529	0,117	0,95	0,25	0	0,465	0	0,236	0,118	0,088	2,53	0	0	4,969
60	0,175	0,264	0,05	0	0	0	0	0	0,003	0,015	0	0,189	0	0	12,175
61	0,3	0,33	0,306	0,42	0	0	0,041	0	1,33	0,004	0,12	0,201	0	0	15,576
62	0,646	0,086	0,01	0	0	0,2	0	0	0,015	0,007	0	0,048	0,004	0,095	4,063
63	0,352	0,083	0,152	0,015	0	0	0,028	0	0	0,004	0	0,409	0,01	0,291	9,167
64	0,195	0,189	0,06	0	0	0,07	0,01	0	0,01	0,029	0,09	0,173	0,04	0,037	3,508
65	0,459	0,098	0	0	0	0	0	0	0,214	0,011	0	2,029	0,008	0,045	0,878
66	0,266	0	0,251	0	0	0	0,085	0	0	0	0,04	1,012	0,005	0,089	5,811
67	0,624	0,158	0,406	0,05	0	0,45	0,1	0	0,199	0,038	0,302	2,043	0	0,012	4,094
68	0,339	0,148	0,635	0,12	0	0	0	0	0,1	0,012	0,3	0,722	0	0	6,387
69	0,436	0,111	0,01	0	0	0	0	0	0	0,039	0	0,199	0,01	0	18,106
70	0,628	0,165	0,198	0	0	0	0	0	0	0,144	0	0,404	0,013	0,065	5,386
71	0,235	0,241	0,086	0	0	0,335	0,3	0	0,05	0,031	0,212	0,405	0,025	0,549	8,335

Continuación Cuadro 14

Viv.	Bols. plás.	Bote De plást.	Lata	Vidrio	Cerá- mica	Calz. zapa.	Fierro	Pila	Resi. hosp. pañá.	Envases lamin.	Textil	Papel cartón	Tecn. oport	Mat. inerte	Mat. orgán.
72	0,109	0,362	0,076	0	0	0	0	0	0,059	0,035	0,216	0,304	0,043	0,562	8,4
73	0,179	0,279	0,079	0	0	0,32	0,211	0,046	0	0,062	0,261	0,207	0,019	0,65	9,504
74	0,103	0,154	0,117	0,21	0,048	0	0	0	0,176	0	0	0,287	0,014	0,25	8,909
75	0,197	0,34	0,087	0,18	0	0,286	0	0,086	0,1	0,04	0,21	0,223	0,03	0,59	8,555
76	0,218	0,437	0,088	0,195	0,236	0,32	0	0,043	0,105	0,029	0,099	0,377	0,02	0	10,469
77	0,398	0,103	0,08	0	0	0	0	0	0	0,319	0,162	0,367	0,037	0,43	7,328
79	0,144	0,325	0,026	0,15	0,315	0,273	0,149	0	0,195	0	0	0,335	0,027	0,213	7,89
80	0,282	0,286	0,05	0,215	0,219	0	0	0,043	0,067	0,027	0,117	0,361	0	0,42	5,014
81	0,08	0,09	0,059	0	0	0	0	0	0,056	0,01	0,049	0,161	0,014	0,47	11,534
82	0,089	0,101	0,032	0,048	0	0,043	0	0,038	0,102	0,023	0,104	0,179	0,022	0,592	8,688
83	0,135	0,235	0,044	0,23	0,18	0,205	0	0,042	0,071	0,021	0	0,243	0,036	0,384	11,3
84	0,12	0,183	0,056	0,068	0	0	0,312	0,108	0,132	0,022	0,21	0,136	0,026	0,32	10,757
85	0,196	0,236	0,102	0	0	0	0	0,052	0,11	0,025	0,208	0,174	0,024	0,73	10,733
86	0,183	0,14	0,092	0	0	0,31	0,086	0,049	0,108	0	0	0,199	0,02	0	9,64
87	0,095	0,162	0,077	0,214	0	0	0	0,032	0,069	0,014	0,223	0,277	0,012	0	7,064
88	0,102	0,085	0,04	0	0	0	0,315	0,035	0,041	0,02	0,112	0,168	0	0,423	7,786
89	0,099	0,135	0,057	0,056	0	0	0	0,049	0,11	0,02	0	0,087	0,008	0,597	7,388
<b>Total</b>	<b>32,05</b>	<b>23,46</b>	<b>16,49</b>	<b>11,87</b>	<b>2,32</b>	<b>5,39</b>	<b>3,67</b>	<b>0,88</b>	<b>35,23</b>	<b>4,30</b>	<b>6,71</b>	<b>43,54</b>	<b>1,78</b>	<b>18,79</b>	<b>644,05</b>

Fuente: Datos experimentales de campo

## Anexo E

Cuadro 15. Producción per cápita diaria y anual generados de los RSU

Componente	Peso de 7 días (Kg/7 días/362 hab.)	Producción per cápita diario (Kg/día/hab.)	Producción per cápita anual (Kg/año/hab.)
Bolsa de plástico	32,05	0,01265	4,62
Botella de plástico	23,46	0,00926	3,38
Latas	16,49	0,00651	2,38
Vidrios	11,87	0,00468	1,71
Cerámica	2,32	0,00092	0,33
Calzado y zapatilla	5,39	0,00213	0,78
Fierro	3,67	0,00145	0,53
Pilas	0,88	0,00035	0,13
Res. Hosp.y pañal	35,23	0,01390	5,07
Envases laminados	4,30	0,00170	0,62
Textil	6,71	0,00265	0,97
Papel y cartón	43,54	0,01718	6,27
Tecnoport	1,78	0,00070	0,26
Materia inerte	18,79	0,00741	2,71
Materia orgánica	644,05	0,25416	92,77
<b>Total</b>	<b>850,53</b>	<b>0,03365 = 0,34</b>	<b>122,51</b>

## Anexo F

Cuadro 16. Datos para determinar la densidad de los RSU

Día	Sin compactar altura total (cm)	Compactada altura total (cm)	Peso total (Kg)
1	88	66	134,79
	88	63	
	88	61	
	62	31	
2	88	68	139,44
	88	65	
	88	59	
	68	50	
3	88	68	128,46
	88	66	
	88	61	
	78	51	
4	88	56	135,45
	88	53	
	88	46	
	72	40	
5	88	60	124,87
	88	55	
	88	60	
	58	37	
6	88	60	95,40
	88	59	
	88	65	
	14	8	
7	88	58	92,26
	88	29	
	88	49	
	44	25	

**Cuadro 17.** Densidad diaria sin compactar y compactada de los RSU

Día	Volumen sin Compactar (m <sup>3</sup> )	Volumen total diario sin compactar (m <sup>3</sup> )	Volumen Compactada (m <sup>3</sup> )	Volumen total diario compactada (m <sup>3</sup> )	Peso total (Kg)	Densidad Sin compactar (Kg/m <sup>3</sup> )	Densidad Compactada (Kg/m <sup>3</sup> )
1	0,2167448	0,802941	0,162559	0,544325	134,79	167,87	247,62
	0,2167448		0,155170				
	0,2167448		0,150244				
	0,1527065		0,076353				
2	0,2167448	0,817719	0,167485	0,596048	139,44	170,52	233,94
	0,2167448		0,160096				
	0,2167448		0,145318				
	0,1674846		0,123150				
3	0,2167448	0,842349	0,167485	0,605900	128,46	152,51	212,02
	0,2167448		0,162559				
	0,2167448		0,150244				
	0,1921147		0,125613				
4	0,2167448	0,827571	0,137928	0,480287	135,45	163,67	282,02
	0,2167448		0,130539				
	0,2167448		0,113298				
	0,1773366		0,098520				
5	0,2167448	0,793089	0,147781	0,522158	124,87	157,45	239,15
	0,2167448		0,135465				
	0,2167448		0,147781				
	0,1428545		0,091131				
6	0,2167448	0,684716	0,147781	0,472898	95,40	139,33	201,73
	0,2167448		0,145318				
	0,2167448		0,160096				
	0,0344821		0,019704				
7	0,2167448	0,758607	0,142855	0,396544	92,26	121,62	232,66
	0,2167448		0,071427				
	0,2167448		0,120687				
	0,1083724		0,061575				

**Cuadro 18.** Densidad promedio sin compactar y compactada de los RSU

<b>Día</b>	<b>Densidad sin compactar (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Densidad compactada (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Grado de compactación</b>
1	167,867914	247,624163	1,48
2	170,523153	233,940855	1,37
3	152,506867	212,021742	1,39
4	163,672985	282,021143	1,72
5	157,451477	239,147998	1,52
6	139,324835	201,730751	1,45
7	121,615067	232,654911	1,91

## Anexo G

Cuadro 19. Determinación de la humedad de los RSO

Repetición	Peso Húmedo (g)	Peso "Seco" (g)	Peso "Agua" (g)	Humedad (%)	Humedad Intervalo (%)
1	512,9775	151,0	361,9775	70,564	
2	562,1481	195,0	367,1481	65,312	(68,68 ± 2,923)
3	502,6948	150,0	352,6948	70,161	

Cuadro 20. Determinación de humedad de los RSU

Repetición	Peso Húmedo (g)	Peso "Seco" (g)	Peso "Agua" (g)	Humedad (%)	Humedad Intervalo (%)
1	462,0	290,0	172,0	37,229	
2	452,0	287,0	165,0	36,504	(36,75 ± 0,415)
3	471,0	299,0	172,0	36,518	

## Anexo H

**Cuadro 21.** Ingreso diario y por año de cada componente segregado en Naranjillo en el año 2013

<b>Componente</b>	<b>Cantidad segregado (Kg/día)</b>	<b>(*)</b>	<b>Precio venta (S/./Kg)</b>	<b>Ingreso (S/./día)</b>	<b>Ingreso (S/./año)</b>
Materia orgánica	784,10		0,2	156,82	
Papel y Cartón	28,56		0,2	5,71	
Bolsa de plástico	53,01		0,6	31,81	
Botella de plástico	39,01		0,5	19,51	81'044,78
Latas	20,08		0,35	7,03	
Vidrios	14,45		0,05	0,72	
Fierro	4,47		0,1	0,45	
<b>Total</b>	<b>943,68</b>	<b>91,14 %</b>		<b>222,04</b>	<b>(**)</b>

(\*) Porcentaje de residuos sólidos aprovechables

(\*\*) Cambio del dólar USA S/. 2,82 (20 – 12 – 2013)

## Anexo I

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**ESCUELA DE POSTGRADO**  
**MAESTRIA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA**  
**MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL**

**Estimados vecinos de Naranjillo, con la finalidad de que nuestra ciudad sea saludable, necesito su colaboración; leer las preguntas y marque con una (X) la opción que crea conveniente.**

**1. Generación y almacenamiento de residuos sólidos**

- 1.1 Cantidad de personas que habitan en el domicilio, incluido personal de servicio. (N° de personas .....)
- 1.2 Recipiente o tipo de tacho donde almacena los residuos sólidos.  
 Bolsa de plástico ( ) Bolsa de papel ( ) Recipientes de plástico ( ) Costales ( )  
 ) Otras maneras ( ) (Indiquelas).....
- 1.3 ¿Usted recibe el servicio de recolección de la municipalidad?  
 Si ( ) No ( )
- 1.4 ¿Cuántas veces a la semana le recogen sus residuos sólidos?  
 Diario ( ) Cada dos días ( ) Cada tres días ( ) Una vez por semana ( )  
 Dos veces a la semana ( ) Ninguna ( )
- 1.5 ¿En que turno se efectúa el servicio de recolección?  
 Mañana ( ) Tarde ( ) ¿A qué hora?..... Ninguna ( )
- 1.6 ¿Cómo entrega sus residuos sólidos al servicio de recolección?  
 Lo arrojo directo al vehículo recolector ( ) Lo entrego al personal que realiza la recolección ( ) Dejo mis residuos en la vereda de mi casa ( ) Dejo mis residuos en la esquina de la calle ( )
- 1.7 El pago del servicio de recojo de los residuos sólidos es:  
 Caro ( ) Razonable ( ) No dispongo de dinero para el pago ( ) Debe ser gratuito ( ) No tengo servicio de recojo ( )
- 1.8 ¿Está de acuerdo con el turno actual de recojo de los residuos sólidos?  
 Si ( ) No ( )
- 1.9 ¿Qué día y hora de la semana le gustaría que le recojan sus residuos sólidos?  
 Día ..... Hora.....

- 1.10 ¿El trabajador de recolección, tiene buen trato con usted?  
Bueno ( ) Regular ( ) Malo ( ) Muy malo ( ) No tengo servicio ( )
- 1.11 ¿Por qué es importante la limpieza pública y recolección de residuos sólidos?  
Evita las enfermedades ( ) Mejora el ambiente ( ) Embellece la ciudad ( )  
Otros ( ) .....
- 1.12 ¿Cuál es el principal problema de la recolección de residuos sólidos?  
Escasa colaboración del vecino ( ) Inadecuada frecuencia de los servicios ( )  
Escasa educación sanitaria ( ) Escasos vehículos recolectores ( ) Mal  
trabajo del personal de recolección ( ) No existen problemas ( )
- 1.13 ¿Qué debería hacer la Municipalidad para mejorar el servicio de limpieza  
pública?  
Aumentar la secuencia de recolección ( ) Propiciar la participación de la  
población ( ) Educar a la población para que no ensucie ( ) Controlar al  
personal ( ) Privatizar el servicio ( )
- 1.14 ¿Todos los residuos sólidos que se produce en la vivienda se entrega al  
camión o se recupera algo?  
Se entrega todo ( ) Se recupera algo ( )

## 2 Necesidad de sensibilización

- 2.1 ¿Qué son los residuos sólidos para tu familia?  
.....
- 2.2 ¿Qué sientes cuando observas los residuos sólidos en la calle?  
.....
- 2.3 ¿Has recibido charlas, avisos, material educativo; sobre el tema de residuos  
sólidos?. Si ( ) No ( )
- 2.4 ¿Quiénes han hecho esa actividad?  
.....
- 2.5 ¿Es importante que todos ayudemos a tener nuestra ciudad limpia?  
Si ( ) No ( )
- 2.6 ¿Estarías de acuerdo en ayudar a tu ciudad, clasificando los residuos sólidos que  
todos los días se produce en casa?. Si ( ) No ( ).
- 2.7 ¿Qué te interesaría aprender sobre los residuos sólidos?  
Como reciclar ( ) Abono orgánico ( ) Todo sobre basura ( )
- 2.8 ¿Qué día de la semana y hora, podríamos desarrollar nuestras charlas y otras  
actividades? Día ..... Hora.....

**Muchas gracias por su colaboración**

**Anexo J**

**Determinación de la fiabilidad de la encuesta en el SPSS, con un porcentaje  
de confianza de 99 %**

**Cuadro 22.** Resumen de procesamiento de casos

<b>Casos</b>	<b>N°</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Válido	89	100,0
Excluido	0	0,0
<b>Total</b>	<b>89</b>	<b>100,0</b>

**Cuadro 23.** Estadística de fiabilidad

<b>Alfa de Cronbach</b>	<b>Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados</b>	<b>N° de Elementos</b>
0,756 (75,6 %)	0,838 (83,8%)	10

**Cuadro 24.** Estadística de la validación de la encuesta

Pregunta	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
- Está de acuerdo con el turno.	20,33	24,154	0,483	0,746
- Modo de entrega de la basura.	18,45	23,000	0,292	0,752
-Cantidad de veces a la semana.	16,60	22,971	0,488	0,736
-Recibe el servicio de recojo.	20,33	23,586	0,891	0,734
-Tipo de recipiente.	19,22	19,313	0,367	0,760
-Opinión observación de basura.	18,38	20,261	0,269	0,782
-Turno en que se efectúa el recojo.	20,13	19,800	0,751	0,693
-Opinión de apoyar.	20,21	24,443	0,186	0,760
-Opinión sobre el costo de recojo.	18,76	19,773	0,532	0,718
-Trato del trabajador de recojo.	20,12	17,610	0,851	0,663

**Toma de decisiones**

Sugieren las recomendaciones siguientes para evaluar los coeficientes de alfa de Cronbach: Coeficiente alfa >0,9 (90%) es excelente, >0,8 (80%) es bueno, >0,7 (70%) es aceptable, >0,6 (60%) es cuestionable, >0,5 (50%) es pobre, <0,5 (50%) es inaceptable.

## Anexo K

### Cálculo para el diseño del relleno sanitario manual

#### a. Cálculo de la cantidad de residuos a disponer

- **Crecimiento poblacional**

Para proyectar el crecimiento poblacional se utilizó la fórmula:

$P_f = P_o(1+r/100)^n$  , cuyos datos proyectados al año 2030, se muestran a continuación.

**Cuadro 25.** Proyección del crecimiento poblacional anualmente

Nº	Año	Población
0	2013	3085
1	2014	3162
2	2015	3241
3	2016	3322
4	2017	3405
5	2018	3490
6	2019	3577
7	2020	3667
8	2021	3758
9	2022	3852
10	2023	3949
11	2024	4047
12	2025	4148
13	2026	4252
14	2027	4359
15	2028	4467
16	2029	4579
17	2030	4695

**Ejemplo:** Calculo de la población proyectada al año 2030

$$P_{2030} = P_{2013}(1+2,502/100)^{17} = 3085(1+0,02502)^{17} = 4'695 \text{ hab.}$$

**Cuadro 26.** Componentes de los RS destinados al relleno sanitario

<b>Componente</b>	<b>Producción per cápita diario (Kg/día/hab.)</b>
Cerámica	0,00092
Calzado y zapatilla	0,00213
Pilas	0,00035 (*)
Res. Hosp.y pañ.	0,0139
Envases laminados	0,0017
Textil	0,00265
Tecnoport	0,0007
Materia inerte	0,00741
<b>Total</b>	<b>0,02976 = 0,030</b>

(\*) Tratamiento especial

**Cuadro 27.** Proyección de la generación de los RS destinados al relleno sanitario

<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Ton/día</b>	<b>Ton/ mes</b>	<b>Ton/año</b>
2013	3'085	0,092	2,75	33,05
2014	3'162	0,094	2,82	33,87
2015	3'241	0,096	2,89	34,72
2016	3'322	0,099	2,97	35,59
2017	3'405	0,101	3,04	36,48
2018	3'490	0,104	3,12	37,39
2019	3'577	0,106	3,19	38,33
2020	3'667	0,109	3,27	39,28
2021	3'758	0,112	3,36	40,27
2022	3'852	0,115	3,44	41,27
2023	3'949	0,118	3,53	42,30
2024	4'047	0,120	3,61	43,36
2025	4'148	0,123	3,70	44,45
2026	4'252	0,127	3,80	45,56
2027	4'359	0,130	3,89	46,70
2028	4'467	0,133	3,99	47,86
2029	4'579	0,136	4,09	49,06
2030	4'695	0,140	4,19	50,30

**b. Capacidad útil del relleno sanitario.**

Para determinar la capacidad útil, es necesario calcular los siguientes parámetros:

**Densidad de residuos estabilizados (DRE).** Es el valor mínimo que debe alcanzar el residuo respecto a la operación de disposición final (esparcido y compactado) para los rellenos sanitarios en el Perú y está establecido por el D.S.057 - PCM -2004.

**Volumen anual de residuos (VAR).** Su valor considera el cociente de la cantidad de generación anual de residuos sobre el DRE.

**Porcentaje del material de cobertura (PMC).** (20 – 25%) del VAR.

**Cantidad del material de cobertura (CMC)**

**VARD:** Es el VAR + CMC.

**Volumen mínimo (VMU).** Que sumarán las celdas de disposición final y sobre el cual el proyecto de relleno será factible de ser debidamente autorizado, es llamado el volumen útil mínimo. Los resultados de los cálculos efectuados se muestran en el Cuadro 28.

**Cuadro 28.** Cálculo de la capacidad útil del relleno sanitario

<b>Año</b>	<b>Gen. Ton/año</b>	<b>DRE (Ton/m<sup>3</sup>)</b>	<b>VAR (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>PMC (%)</b>	<b>CMC (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>VARD (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>VMU (m<sup>3</sup>)</b>
2013	33,05	0,6	55,08	25	13,77	68,85	
2014	33,87	0,6	56,46	25	14,11	70,57	
2015	34,72	0,6	57,87	25	14,47	72,33	
2016	35,59	0,6	59,31	25	14,83	74,14	
2017	36,48	0,6	60,80	25	15,20	76,00	
2018	37,39	0,6	62,32	25	15,58	77,90	
2019	38,33	0,6	63,88	25	15,97	79,84	
2020	39,28	0,6	65,47	25	16,37	81,84	1'541,32
2021	40,27	0,6	67,11	25	16,78	83,89	
2022	41,27	0,6	68,79	25	17,20	85,98	
2023	42,30	0,6	70,51	25	17,63	88,13	
2024	43,36	0,6	72,27	25	18,07	90,34	
2025	44,45	0,6	74,08	25	18,52	92,59	
2026	45,56	0,6	75,93	25	18,98	94,91	
2027	46,70	0,6	77,83	25	19,46	97,28	
2028	47,86	0,6	79,77	25	19,94	99,71	
2029	49,06	0,6	81,77	25	20,44	102,21	
2030	50,30	0,6	83,84	25	20,96	104,80	

Fuente. Elaboración propia

En el Cuadro 27 se tiene la generación en toneladas por día, mes y año, datos que sirvieron para determinar la capacidad útil, el área útil mínima, el tiempo real de vida útil mínima, el cálculo del tiempo real de vida útil del diseño.

### c. Cálculo del área útil mínima.

Para efectuar el cálculo del área útil mínima, es importante considerar el área total de diseño, el cual a su vez considera: El área de ingreso de los residuos sólidos, pozo de lixiviados, pozo para escurrientías, zona de preselección de los residuos sólidos y la zona neta para el relleno sanitario. Los datos se muestran en el Cuadro 29.

**Cuadro 29.** Cálculo de los parámetros para el área útil mínima

<b>Parámetro</b>	<b>Cantidad</b>
VMU	1'541,32 m <sup>3</sup>
Altura	2,00 m
Área del relleno	770,66 m <sup>2</sup>
Área adicional	231,20 m <sup>2</sup>
Área total del diseño	1'001,86 m <sup>2</sup>

Fuente. Elaboración propia

Los parámetros del Cuadro anterior de altura y área del relleno sanitario obedecen siempre y cuando la figura sea un pozo rectangular, según las normas técnicas actualizadas, para la construcción de rellenos sanitarios debe ser un pozo de forma trapecial con talud horizontal y vertical en una proporción 1:1, en el Cuadro 30 se reportan los parámetros para un diseño trapecial.

Según MINAM (s.d.), la capacidad útil de diseño (CUD) tendrá que ser superior al VMU, habiéndose desarrollado varios métodos para el cálculo preciso de estos volúmenes. De los que podemos mencionar entre otros: Para volúmenes de gran longitud y poca anchura: a) el cálculo por la regla de Simpson, b) el cálculo por la regla del Prismoide y c) el cálculo a partir de las áreas externas. Aplicando el método de las áreas externas, se generarán dos (02) áreas, la primera que estará al nivel del suelo y llamaremos área superior ( $A_s$ ) y la segunda la que estará 2 m debajo del nivel del suelo y la llamaremos área inferior ( $A_i$ ), el cálculo en resumen consiste en obtener el promedio de estas dos áreas y multiplicarlo por la distancia que los separa ( $h$ ). La operación del cálculo se explica a través del Cuadro 30.

**Cuadro 30.** Cálculo para la construcción del relleno sanitario

<b>Parámetro/formula</b>	<b>Cantidad</b>
Largo superior (LS)	56,5 m
Ancho superior ( $A_s$ )	16,2 m
Área superior ( $A_s$ )	915,3 m <sup>2</sup>
Altura (h)	2 m
Talud de la trinchera (H)	1
Talud de la trinchera (V)	1
Largo inferior ( $L_i$ ) ( $L_s - 2Hh$ )	52,5 m
Ancho inferior ( $A_i$ ) ( $L_i - 2Vh$ )	12,2 m
Área inferior ( $A_i$ )	640,5 m <sup>2</sup>
VUD = Vida útil del diseño $((A_s + A_i)/2) * h$	1'555,80 m <sup>3</sup>

En el Cuadro 31 se tiene la proyección del VARDA hasta el año 2035, el cual servirá para determinar el tiempo real de vida útil del relleno sanitario

**Cuadro 31.** Proyección del volumen anual de residuos y cantidad del material de cobertura acumulado (VARDA)

Año	Gen. Ton/año	VAR (m <sup>3</sup> )	VARA (m <sup>3</sup> )	CMC (m <sup>3</sup> )	VARDA (m <sup>3</sup> )
2030	50,30	83,84	1'233,05	20,96	1'254,01
2031	51,56	85,94	1'318,99	21,48	1'340,48
2032	52,85	88,09	1'407,08	22,02	1'429,10
2033	54,18	90,29	1'497,37	22,57	1'519,95
2034	55,53	92,55	1'589,93	23,14	1'613,06
2035	56,92	94,87	1'684,79	23,72	1'708,51

#### d. Cálculo del tiempo real de vida útil del diseño

El cálculo del tiempo real de la vida útil se define comparando el valor de la capacidad útil de diseño (CUD) con los años hacia los cuales más se aproxima, y se afina el resultado mediante una regla de tres simple.

$$\text{VMU} = 1'541,32 \text{ m}^3$$

$$\text{VUD} = 1'555,80 \text{ m}^3 = \text{CUD}$$

$$D = \text{VUD} - \text{VMU}$$

$$D = 14,48 \text{ m}^3$$

$$\text{VARDA 2033} = 1'519.95 \text{ m}^3$$

$$\text{VARDA 2034} = 1'613.06 \text{ m}^3$$

$$\text{Incremento por año} = 93,11 \text{ m}^3$$

$$365 \text{ días} \longrightarrow 93,11 \text{ m}^3$$

$$X \text{ días} \longrightarrow 14,48 \text{ m}^3$$

$$X = 57 \text{ días (1 mes y 27 días)}$$

El tiempo real de vida útil del diseño es de 17 años con 1mes y 27 días.

Anexo L

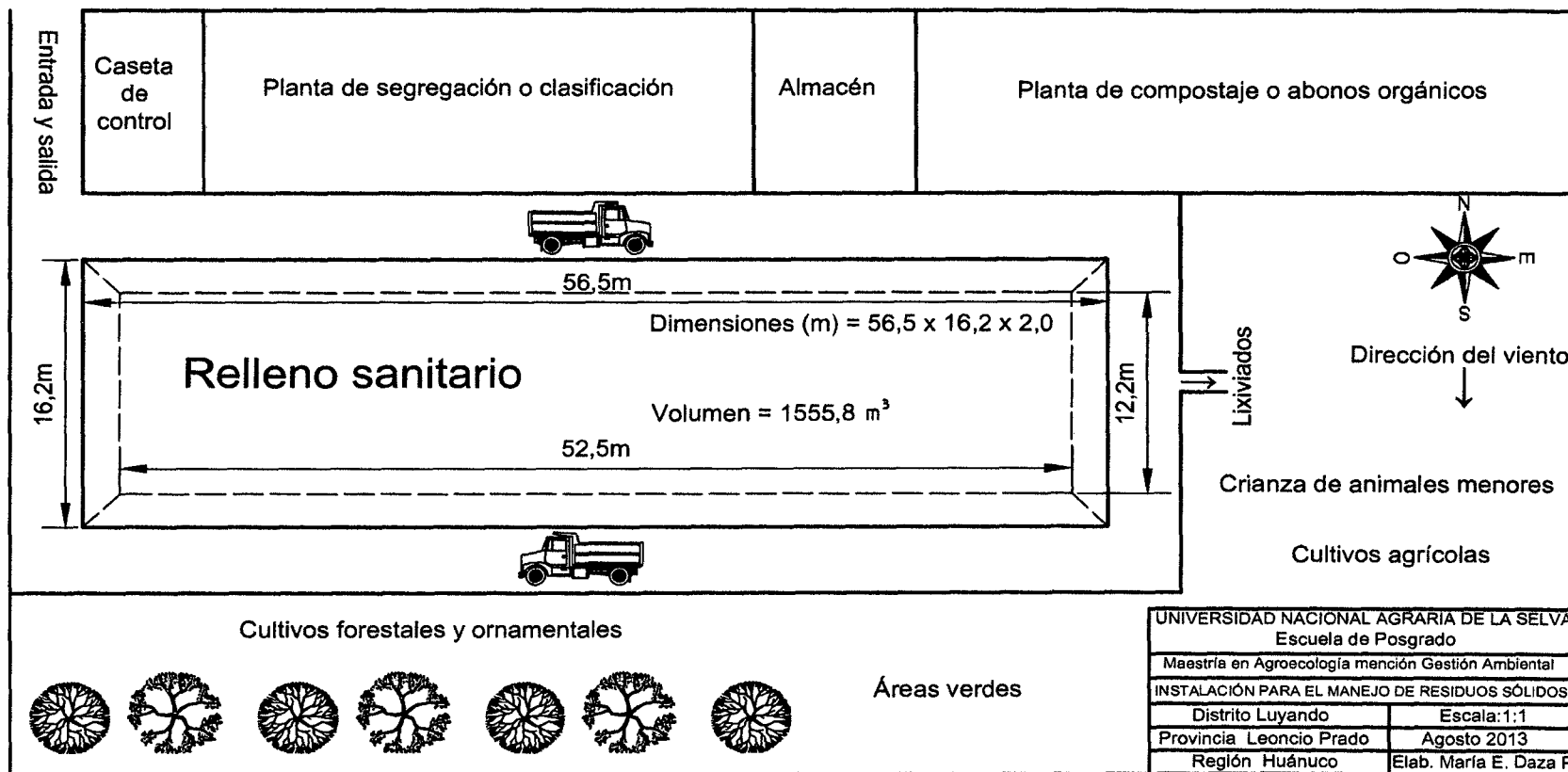
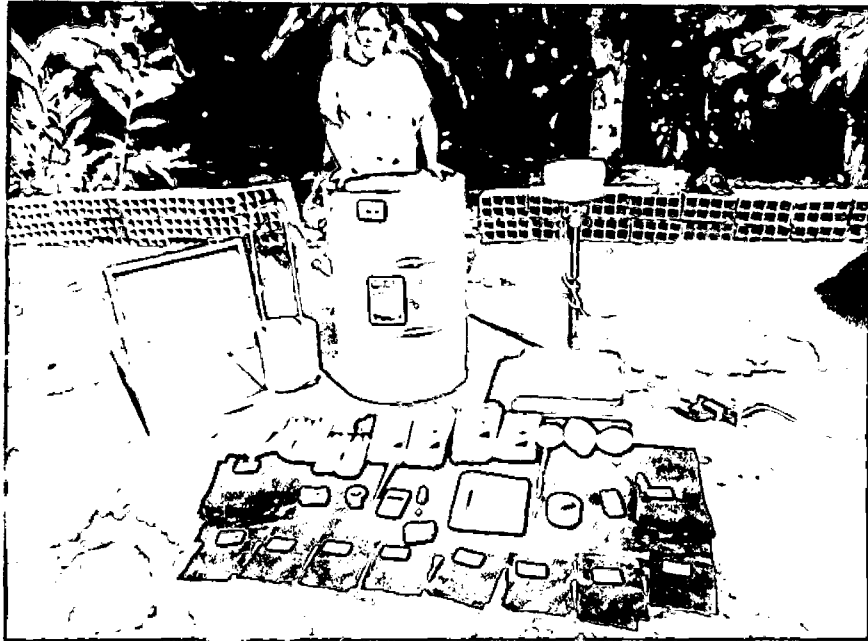


Figura 18. Diseño de la instalación para el manejo de los residuos sólidos en Naranjillo

**GALERIA DE FOTOS**

**Figura 19.** Materiales y equipos utilizados para el proceso de segregación de los RSU



**Figura 20.** Recoleccion diaria domiciliaria de los RSU



**Figura 21.** Transporte de las muestras de los RSU domiciliarios



**Figura 22.** Acopio de las muestras en el lugar de la segregación



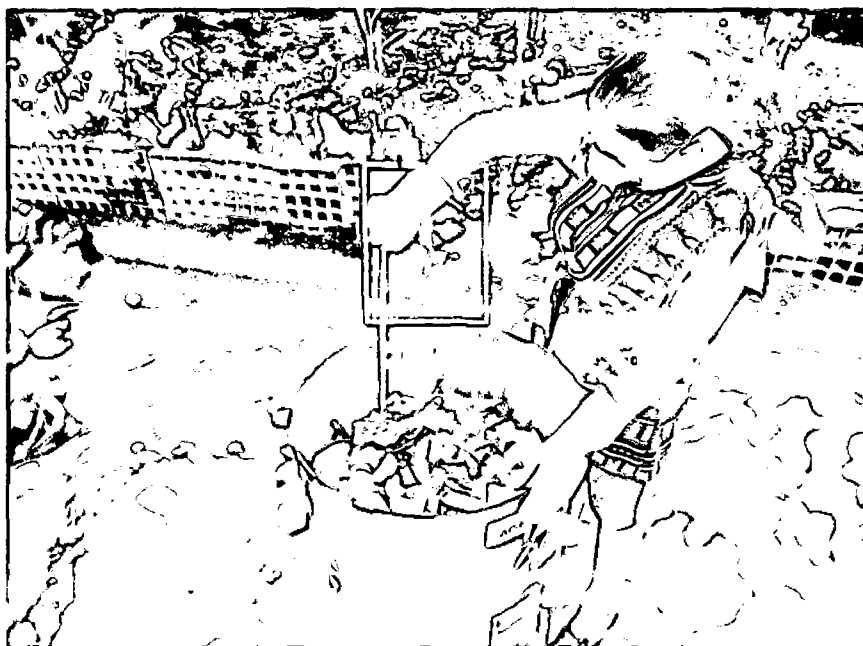
**Figura 23.** Efectuando la segregación de cada componente de los RSU



**Figura 24.** Componentes segregados de los RSU



**Figura 25.** Tamizado de muestras para determinar residuos inertes



**Figura 26.** Medida de la altura libre del cilindro para determinar el volumen de los RSU

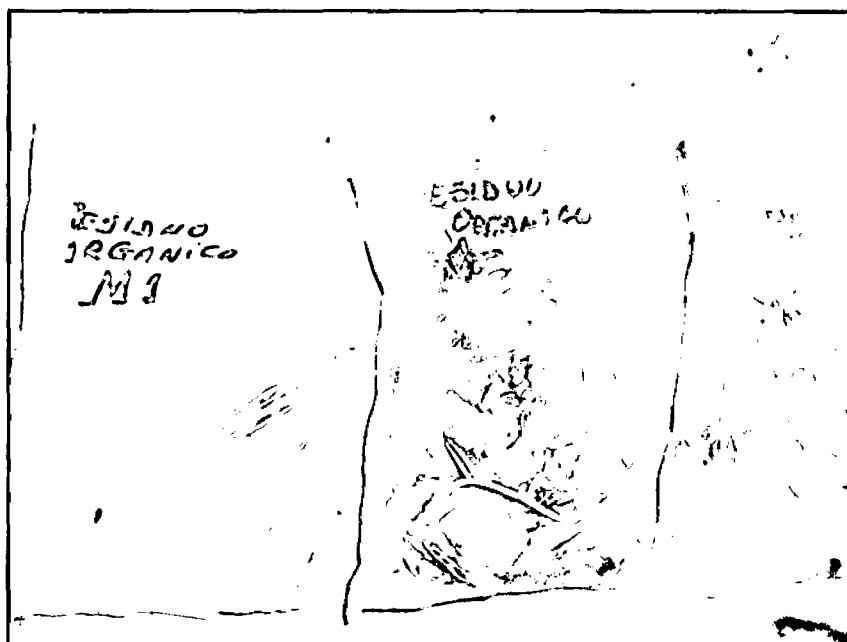


Figura 27. Bolsas con muestras de RSO para determinar humedad

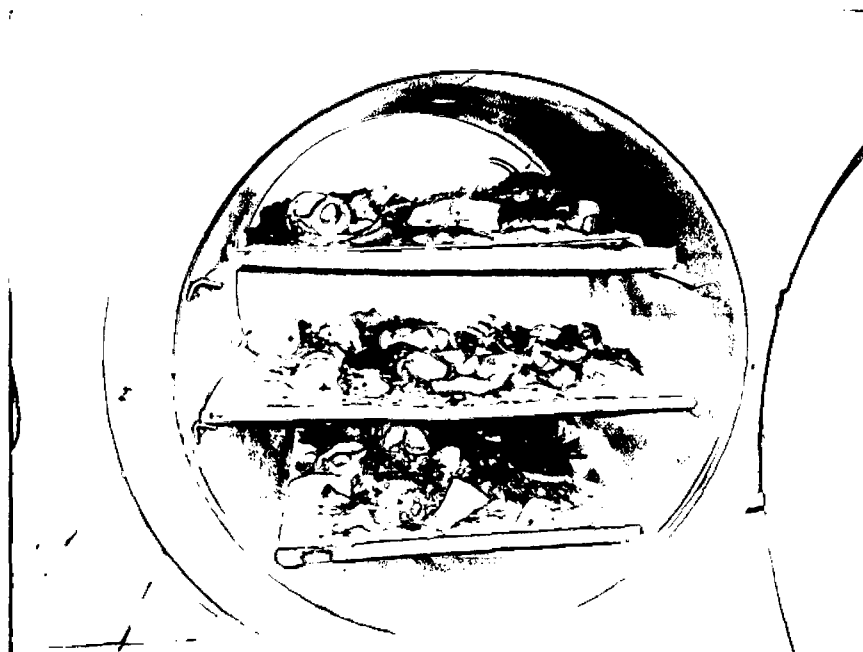


Figura 28. Muestra de RSU en la estufa para determinar humedad



**Figura 29.** Botadero la muyuna – río Huallaga



**Figura 30.** Botadero playa Hawai - Naranjillo