

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



*Una Institución Adventista*

**TESIS**

Evaluación del porcentaje de humedad y densidad de residuos sólidos de la municipalidad del distrito de Alonso Alvarado Roque Provincia de Lamas san Martín 2017

**Por:**

Edgar León Julca

Antony Raciél Meléndez Angulo

**Asesor**

Ing. Jackson Edgardo Perez Carpio

**Lima, agosto 2018**


Evaluación del porcentaje de humedad y densidad de residuos sólidos  
de la Municipalidad del distrito de Alonso Alvarado Roque, provincia  
de Lamas, San Martín, 2017

# TESIS

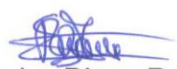
Presentada para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

## JURADO CALIFICADOR

  
Mg. Iliana del Carmen Gutiérrez Rodríguez  
**Presidenta**

  
Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga  
**Secretaria**

  
MSc. Natalí Carbo Bustinza  
**Vocal**

  
Ing. Evelyn Diana Ruiz Gonzales  
**Vocal**

  
Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio  
**Asesor**

Lima, 07 de agosto de 2018

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DEL INFORME DE TESIS


*Ing. Jackson Edgardo Pérez Carpio*, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental , de la Universidad Peruana Unión.

### DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **“RIESGOS ERGONÓMICOS Y PSICOSOCIALES EN CONSTRUCTORA SOBERON E.I.R.L, DISTRITO DE BAGUA, PROVINCIA DE BAGUA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS 2017”** constituye la memoria que presenta (las) **Bachiller Castrejón Chilón Raquel Marina y Bachiller Rafael Quispe Lita** para aspirar al título de Profesional de **Ingeniero Ambiental** ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en *Tarapoto*, a los 26 días de febrero del año 2019.



*Ing. Jackson Edgardo Pérez Carpio*

## **Dedicatoria**

Dedico esta investigación a Dios porque nos ayudó en los 5 años de estudios para culminar satisfactoriamente.

A nuestros queridos padres que siempre nos están apoyando en nuestros éxitos y fracasos porque en gran parte es gracias a ellos que hoy podemos ver alcanzada una de nuestras metas.

A mis compañeros y docentes de la Universidad por el apoyo y los buenos consejos que nos dieron.

## **Agradecimientos**

A Dios por la vida y la salud, también por las bendiciones y la sabiduría suficiente para poder sobresalir y culminar satisfactoriamente con este estudio de investigación.

A nuestras familias, por su apoyo incondicional y confianza brindada porque en los buenos y malos momentos siempre estuvieron presentes lo cual nos impulsó para seguir adelante y culminar con esta investigación.

A nuestro asesor, el Ing. Jackson Edgardo Pérez Carpio, por su asesoría en la investigación y demás docentes agradecer el tiempo brindado y compartir sus conocimientos para alcanzar el perfeccionamiento de este estudio de investigación.

A nuestra alma mater, la Universidad Peruana Unión, por acogernos en sus aulas y desarrollar nuestros conocimientos que formaran parte de nuestra vida profesional, por educarnos con principios y valores cristianos y hacernos partícipes del gran amor de Dios.

## INDICE

|   |    |
|---|----|
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....                       | 3  |
| 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                | 3  |
| 1.2 Justificación.....                              | 5  |
| 1.3 Presuposición Filosófica.....                   | 6  |
| 1.4 OBJETIVOS .....                                 | 8  |
| 1.4.1 Objetivo general.....                         | 8  |
| 1.4.2 Objetivos específicos .....                   | 8  |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....                    | 9  |
| 2.1 ANTECEDENTES .....                              | 9  |
| 2.2 MARCO CONCEPTUAL .....                          | 13 |
| 2.2.1 Manejo de Residuos solido.....                | 13 |
| 2.2.2 Residuos Solidos.....                         | 13 |
| 2.2.3 Caracterización de Residuos Solidos .....     | 15 |
| 2.2.4 Clasificación de los residuos solido.....     | 15 |
| 2.2.4.1 Según la autoridad pública competente.....  | 15 |
| 2.2.5 Operaciones del proceso de los residuos ..... | 16 |
| 2.2.5.1 Segregación.....                            | 16 |
| 2.2.5.2 Segregación en la Fuente .....              | 16 |
| 2.2.5.3 Almacenamiento .....                        | 16 |
| 2.2.5.4 Recolección.....                            | 16 |

|   |                                       |    |
|---|---------------------------------------|----|
| 2.2.5.5                                 | Valorización.....                     | 17 |
| 2.2.5.6                                 | Transporte.....                       | 17 |
| 2.2.5.7                                 | Transferencia.....                    | 17 |
| 2.2.5.8                                 | Tratamiento.....                      | 17 |
| 2.2.5.9                                 | Disposición Final.....                | 18 |
| 2.2.6                                   | Características de los Residuos.....  | 18 |
| 2.2.6.1                                 | Generación Per cápita.....            | 18 |
| 2.2.6.2                                 | Composición.....                      | 18 |
| 2.2.6.3                                 | Densidad.....                         | 18 |
| 2.2.6.4                                 | Humedad.....                          | 18 |
| 2.2.7                                   | Relleno sanitario.....                | 19 |
| 2.2.7.1                                 | Tipos de Relleno Sanitario.....       | 19 |
| 2.2.7.1.1                               | Relleno Sanitario Mecanizado.....     | 19 |
| 2.2.7.1.2                               | Relleno Sanitario Semimecanizado..... | 19 |
| 2.2.7.1.3                               | Relleno Sanitario Manual.....         | 20 |
| 2.2.8                                   | Legislación.....                      | 21 |
| CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS..... |                                       | 26 |
| 3.1                                     | ÁREA DE ESTUDIO.....                  | 26 |
| 3.2                                     | DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....          | 28 |
| 3.2.1                                   | Tipo de Investigación.....            | 28 |
| 3.2.2                                   | Diseño de la Investigación.....       | 28 |
| 3.2.3                                   | POBLACIÓN Y MUESTRA.....              | 28 |

|  |  |    |
|--|--|----|
| 3.2.3.1                                  | Población .....  | 28 |
| 3.2.3.2                                  | Muestra.....   | 29 |
| 3.3                                      | INSTRUMENTO DE MONITOREO .....   | 30 |
| 3.3.1                                    | Materiales y Equipos .....   | 30 |
| 3.4                                      | Procedimiento de campo .....   | 31 |
| 3.4.1                                    | Trabajo en Campo (Toma de muestra) .....   | 31 |
| 3.4.1.1                                  | Composición .....  | 31 |
| 3.4.1.2                                  | Densidad.....  | 32 |
| 3.4.1.3                                  | Humedad .....  | 33 |
| 3.4.2                                    | Trabajo en Laboratorio (Análisis de la muestra).....   | 34 |
| 3.4.2.1                                  | Propuesta técnica para la estimación de áreas y volúmenes de localidad<br>distrito de Alonso de Alvarado ..... | 35 |
| 3.4.2.1.1                                | Población del Departamento de San Martín Provincias y Distritos.....   | 35 |
| 3.4.2.1.2                                | Proyección del Tamaño de la Población y la Producción Per Cápita<br>Proyectada .....                           | 35 |
| 3.4.2.1.3                                | Determinación de la Cantidad de Residuos Sólidos Producidos.....   | 36 |
| 3.4.2.1.4                                | Determinación del Volumen de los Residuos Sólidos.....   | 37 |
| 3.4.2.1.5                                | Determinación del Área para el Relleno Sanitario.....  | 38 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... |  | 39 |
| 4.1                                      | Resultados .....   | 39 |
| 4.1.1                                    | Resultados de la Densidad sin compactar .....  | 39 |
| 4.1.2                                    | Resultados de densidad Compactada .....  | 39 |



|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.1.3 | Resultados de Porcentaje de Humedad.....                                       | 41 |
| 4.1.4 | Estimar del volumen del relleno sanitario y el área requerida del terreno .... | 42 |
| 4.2   | Discusión.....   | 48 |
| 4.1   | CONCLUSIONES.....  | 50 |
| 4.2   | RECOMENDACIONES .....  | 51 |
|       | ANEXOS.....  | 56 |

## INDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Materiales y equipos .....  | 30 |
| Tabla 2. Resultado de Densidad Sin Compactar .....   | 39 |
| Tabla 3. Resultado de Densidad Compactada .....  | 40 |
| Tabla 4. Resultado de porcentaje de humedad .....  | 41 |
| Tabla 5. Resultado de la producción percapita al 2030 .....  | 42 |
| Tabla 6. Resultados de la cantidad de desechos solidos .....   | 43 |
| Tabla 7. Resultados del volumen de desechos solidos .....  | 45 |
| Tabla 8. Resultado del cálculo del área requerida al 2030 .....  | 46 |
| Tabla 9. Resumen de la estimación de cantidad, volumen de desechos sólidos y área requerida para relleno sanitario ..... | 47 |

## **INDICE DE FIGURAS**

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Clasificación de residuos sólidos                           | 14 |
| Figura 2. Ubicación del centro poblado de Distrito Alonso de Alvarado | 26 |
| Figura 3. Método del cuarteo  | 31 |
| Figura 4. Fórmula para calcular la densidad                           | 33 |
| Figura 5. Población total del distrito de Alonso Alvarado             | 35 |

## **INDICE DE ANEXOS**

|  |    |
|--|----|
| Anexo 1. Datos para calcular la Densidad .....   | 56 |
| Anexo 2. Resultados de la densidad si compactar .....                                  | 57 |
| Anexo 3. Resultados de la densidad compactado .....                                    | 58 |
| Anexo 4. Resultados del análisis realizado en el laboratorio.....                      | 59 |
| Anexo 5. Población y ubicación geográfica del Departamento de San Martin .....         | 59 |
| Anexo 6. Cálculos para la estimar el volumen y el área requerida para el relleno ..... | 59 |
| Anexo 7. Galerías de Fotos .....   | 59 |
| Anexo 8. Análisis del porcentaje de humedad .....                                      | 59 |
| Anexo 9. Autorización de publicación de fotografías .....                              | 59 |

## **RESUMEN**

La investigación se ha realizado en cumplimiento a la Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y el Reglamento D.S N° 014-2017-MINAM ya que menciona que en un estudio de caracterización se debe realizar estudios de la densidad y porcentaje de humedad de la misma manera menciona como debe ser la infraestructura de un relleno sanitario, el objetivo de la investigación es evaluar el porcentaje de humedad y densidad de residuos sólidos, estimar el volumen y el área requerida del relleno sanitario al 2030 para dar a conocer y tomar medidas preventivas para realizar un buen manejo y darle un mayor tiempo de vida útil a este relleno la investigación es no experimental descriptivo comparativo de corte transectorial porque determina el grado de relación de variables de estudio. De acuerdo a los resultados la generación per-cápita de los residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Alonso Alvarado con 0.42 kg/hab./día, pero el incremento al año 2030 será de 0.49 0.42 kg/hab./día, eso hace que el área total del relleno sanitario debe ser 12073.94 Kg/día, 12.7 hectáreas y de acuerdo al artículo 108 del D.S N° 014 – 2017 aprobado por el Ministerio del Ambiente Perú (2017), menciona relleno sanitario semi-mecanizado, cuya capacidad de operación diaria es más de seis (06) hasta cincuenta (50) Tm.

**Palabras clave:** Humedad, densidad, relleno sanitario

## **ABSTRACT**

The investigation has been carried out in compliance with the Legislative N ° 1278, Legislative Decree that approves the Law of Integral Management of Solid Residues and the Regulation DS N ° 014-2017-MINAM that must be carried out in a characterization study. of the density and percentage of humidity in the same way as the infrastructure of a sanitary landfill, estimate the volume and the required area of the landfill by 2030 to publicize and take preventive measures to make good management and give importance to the useful time of the useful life of this material, the research is experimental non-descriptive comparative transectorial because it determines the degree of relationship of study variables. According to the results of computer generation of household solid waste in the district of Alonso Alvarado with 0.42 kg / inhabitant. / Day, but the increase to the year 2030 is 0.49 0.42 kg / inhabitant. / Day, that means that the total area of the sanitary landfill should be 12073.94 Kg / day, 12.7 hectares and according to article 108 of Supreme Decree No. 014 - 2017 approved by the Ministry of Environment Peru (2017), mention semi-sanitary landfill machining, whose daily operating capacity is more than six (06) to fifty (50) Tm.

**Key words:** Humidity, density, landfill

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Según el Ministerio del Ambiente Perú (2017), en el decreto legislativo N° 1278 menciona que los municipios son quienes tienen la responsabilidad del servicio de recolección, transporte y disposición final segura de los residuos sólidos de todos los vecinos, debemos apoyarlos en desarrollar sus capacidades, pues los municipios son las entidades encargadas de dar el servicio de recolección, transporte y disposición final segura de los residuos sólidos. Hoy tenemos un gran déficit, pues alrededor del 30% de la basura queda en las calles y más del 50% de la basura no llega a un relleno sanitario, espacio de disposición final segura

Después de 15 años de promulgada la Ley General de Residuos Sólidos, el Perú sufre aún de graves problemas de limpieza pública. Cada día somos más habitantes urbanos (ahora 75% de los peruanos vivimos en las ciudades) y cada día en las ciudades el peruano produce más basura (en promedio un peruano genera más de medio kilo al día). El volumen de basura producido en el Perú está aumentando; hace 10 años era de 13 mil T/día, hoy alcanza las 18 mil T. El 50% de estos residuos no se disponen adecuadamente: tenemos ciudades sucias, calles, ríos, playas y quebradas sucias, etc. Ministerio del Ambiente - MINAM (2016).

En el D.S N° 014 – 2017 aprobado por el Ministerio del Ambiente Perú (2017) menciona en el artículo 21° que las municipalidades son responsables de brindar el servicio de limpieza pública, el cual comprende el barrido, limpieza y almacenamiento en espacios públicos, la recolección, el transporte, la transferencia, valorización y disposición final de los residuos sólidos, en el ámbito de su jurisdicción.

Según Ministerio del Ambiente - MINAM (2016), menciona que la gestión integral de residuos sólidos en el año 2014 muestran que se generaron 7,5 millones de toneladas de residuos sólidos municipales, de los cuales menos del 50% fueron dispuestos adecuadamente en rellenos sanitarios . Esto demuestra que si bien se ha dado un avance en la gestión integral de residuos sólidos, los problemas de contaminación ambiental y de salud pública relacionados a estos, están todavía presentes en nuestro país.

La Presidencia del consejo de Ministros y el Ministerio de Economía y Finanzas (2015), en el D.S N° 003 – 2015 – EF del artículo 5, clasifican a las municipalidades en donde la Municipalidad de Alonso Alvarado Roque es considerado entre las Municipalidades de ciudades no principales, con 500 ó más viviendas urbanas y establecen criterio para presentar documentos y requisitos para la Gestión Ambiental Local Sostenible tales como gestión de residuos sólidos, plan de manejo de residuos sólidos o plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos.

En la municipalidad de Alonso Alvarado no cuenta con evidencias y registros con respecto a la información de manejo de residuos sólidos ya que es un requisito principal tal como se menciona en el artículo cinco del D.S N° 003 – 2015 – EF, por otro lado la disposición final de los residuos es realizado en un botadero donde se realiza sin ningún control, los residuos no se compactan no se cubren esto hace que exista malos olores desagradables el relleno sanitario es una buena solución para la disposición final de los residuos sólidos, esta investigación permitirá dar a conocer cuál es la cantidad del porcentaje de humedad, la densidad, volumen de los residuos sólidos orgánicos y área requerida para el relleno sanitario.

¿Cuál será el porcentaje de humedad y la densidad de los residuos sólidos de la Municipalidad del Distrito de Alonso Alvarado Roque Provincia de Lamas San Martin 2017?



## **1.2 Justificación**

Toda institución pública del estado debe contar con instrumentos de gestión ambiental municipalidad y cumplir con lo establecido en el Reglamento DL N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos aprobado por Ministerio del Ambiente Perú (2017), menciona en el artículo 7°, los generadores de residuos sólidos orientan el desarrollo de sus actividades a reducir al mínimo posible la generación de residuos sólidos. De la misma manera en el artículo 10° menciona el Plan Provincial de Gestión de Residuos Sólidos Municipales y el Plan Distrital de Manejo de Residuos Sólidos Municipales son instrumentos de planificación en materia de residuos sólidos de gestión municipal. Estos instrumentos tienen por objetivo generar las condiciones necesarias para una adecuada, eficaz y eficiente gestión y manejo de los residuos sólidos, desde la generación hasta la disposición final.

La municipalidad de Alonzo Alvarado Roque está clasificado como ciudades no principales de tipo “C” con 500 o más viviendas urbanas y como uno de los requisitos en temas de Gestión de residuos sólidos solicitan tener un plan de manejo de residuos sólidos o un plan integral de gestión de residuos sólidos. El Ministerio del Ambiente (2015), aprueban la R.M 238 -2015 MIMAM.

El aporte científico de nuestro estudio permitirá establecer estrategia para desarrollar mejoras de proyectos e innovación ambiental, que contribuyan científica y tecnológicamente a la formulación y aplicación de modelos, políticas y estrategias orientadas hacia el desarrollo sostenible con los resultados obtenidos en nuestro trabajo de investigación.

La Municipalidad del Distrito de Alonso Alvarado Roque no cuenta con un plan de manejo de residuos sólidos actualizada esta investigación pretende aportar información necesaria para la toma de decisiones en cuanto al manejo adecuado de los residuos sólidos, es por ello que se realizó la evaluación del porcentaje de humedad y la densidad de los residuos sólidos

y la estimación del volumen y área para el relleno sanitario al 2013 de la Municipalidad del Distrito de Alonso Alvarado Roque Provincia de Lamas San Martín 2017, ya que son parámetros principales para determinar el estudio de caracterización tanto para los domiciliarios y los no domiciliarios por ejemplo la densidad se usa para dimensionar el equipamiento de almacenamiento público de residuos (contenedores, papeleras, etc.) y la humedad se usa en el diseño de rellenos sanitarios para estimar la generación de lixiviados. Ministerio del ambiente (2015), guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales.

### **1.3 Presuposición Filosófica**

Nosotros como seres humanos que habitamos en esta tierra somos responsables de cuidar y además se nos dio la responsabilidad de ser mayordomos de la naturaleza Dios nos confió, y algún día daremos cuenta a él tal como dice en Génesis 2:15: 15 pues, Jehová Dios al hombre, y le puso en el huerto de Edén, para que lo labrara y lo guardase, pero sin embargo nosotros cada día lo vamos deshonrando con el mal manejo del residuo sólido.

En la actualidad nosotros vivimos en un mundo lleno de pecado y no somos conscientes que estamos destruyendo nuestro planeta tierra, sin darnos cuenta que nosotros mismos nos vemos perjudicados no solo se habla de la contaminación del aire y del agua sino también del mal manejo de los residuos sólidos ni que hablar de lo peligrosos, debemos de cuidar, conservar y preservar porque de Jehová es la tierra y su plenitud; El mundo, y los que en él habitan.

La ecología está "de moda" en nuestros días. Para el creyente, sin embargo, la ecología no es un valor secular, sino que posee una gran carga religiosa. La naturaleza aparece en el principio de nuestra historia y nos acompañará hasta el final del camino en esta tierra. En el Edén, Dios le mandó a la especie humana que guardara y cuidase la naturaleza que le

rodeaba; adquiriendo con ello un compromiso con su Creador. Pero con la entrada y el desarrollo del pecado, la humanidad ha olvidado este mandato, interrumpiendo el orden original de la Creación, dejando como resultado una falta de armonía ajena a los propósitos para los que fue creada López, N. (2009).

En el relato del Génesis se dice que cuando Dios creó este mundo toda la creación fue puesta a disposición de la humanidad (Génesis 1:26, 28). Es evidente que Dios les dio a los habitantes de este mundo dominio y potestad sobre toda la naturaleza. El mundo de entonces era "bueno en gran manera" (Génesis 1:31). Sin embargo, nadie desconoce el hecho de que hoy nuestro mundo está enfrentando una crisis ecológica de dimensiones cataclísmicas Murillo, A. (2013).

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general**

- Evaluar el porcentaje de humedad y densidad de residuos sólidos de la municipalidad del distrito de Alonso Alvarado Roque Provincia de Lamas San Martin 2017.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Evaluar la densidad de residuos sólidos de los residuos sólidos de la municipalidad del distrito de Alonso Alvarado Roque Provincia de Lamas San Martin 2017.
- Evaluar el porcentaje de humedad de los residuos sólidos de la municipalidad del distrito de Alonso Alvarado Roque Provincia de Lamas San Martin 2017.
- Estimar el volumen de residuos sólidos al 2030 de los residuos sólidos de la municipalidad del distrito de Alonso Alvarado Roque Provincia de Lamas San Martin 2017.
- Estimar el área requerida del terreno al 2030 de los residuos sólidos de la municipalidad del distrito de Alonso Alvarado Roque Provincia de Lamas San Martin 2017.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES

Sangama, R. (2017), menciona que los resultados se describen a continuación: De las encuestas aplicadas el 51% califica que el servicio de limpieza pública está en un nivel regular; el 90% de los jefes de hogar indican que estarían dispuestos a pagar una tarifa menor a S/. 3.00 por el servicio mensualmente. Así mismo el 21% de los encuestados están dispuestos a segregar los RS para su reaprovechamiento. Con respecto al servicio de recolección, el 96% de los encuestados califican el servicio en un nivel de regular a bueno y el 56% cree que la frecuencia de recolección debe hacerse cada dos días. La GPC de RS domiciliarios fue 0.57 kg.hab-1.día-1 (1.75 TM.día-1) y la generación de RS no domiciliarios fue 0.178 TM.día-1, lo que hace un total de 1.93 TM.día-1 de RS Municipales. La composición de los residuos sólidos fue: 69.82% de materia orgánica, 4.98% de telas y textiles, 3.79% de plástico duro 3.51% de cartón, 2.77% latas, 2.72% de plástico duro y los demás componentes en menor porcentaje. La densidad sin compactar de los RS domiciliarios fue 215.15 kg.m-3. El porcentaje de humedad promedio de los RS domiciliarios y no domiciliarios fue respectivamente 36% y 26%. Se concluye que la información obtenida sobre los parámetros de caracterización de RS, permitirá realizar una gestión y manejo adecuado de los mismos en el distrito de Caynarachi.

Se realizó el estudio de caracterización para el Distrito de Chimbote en el mes de abril del año 2015, obteniendo a una muestra noventa y ocho viviendas con la que se pudo determinar que la generación per cápita tiene un valor promedio de 0.73 kg/hab.día y la generación total diaria de 270.83 Tn de residuos. Los datos obtenidos junto con los análisis que han sido realizados permitieron obtener la cantidad de energía diaria generada para el año 2015 por tipo de tratamiento térmico, obteniendo los valores de 102.44 MW/día por medio de la incineración, 128.05 MW/día por gasificación y 170.73 MW/día por pirolisis. Con estos

resultados se puede concluir que los residuos sólidos municipales generados en la Provincia del Santa representan una alternativa de generación de energía eléctrica mediante procesos térmicos de valorización energética Álvaro, D. y Flores J. 2016

Álvaro, D. y Flores J. 2016, menciona que el Sistema de Gestión Integral de residuos sólidos en el distrito de Sallique; considerando los Aspectos fundamentales: Diagnóstico del servicio de limpieza pública donde se observa que el servicio actual es deficiente. Y la recopilación o análisis de la composición física de los residuos sólidos, donde la generación per cápita es 0,63Kg/hab/día, el mismo que es mayor al promedio nacional establecido (0,58 Kg./hab./día). En tercer lugar se aplicó las actividades de compostaje y reciclaje establecidas en el sistema de gestión integral de residuos sólidos, donde se demostró que la cantidad de producción de residuos sólidos en el botadero municipal del distrito de Sallique disminuyó. Y en cuarto lugar se aplicó la misma encuesta aplicada anteriormente, demostrando que existe un manejo adecuado de los residuos sólidos en el distrito de Sallique según las respuestas de los pobladores del distrito. Finalmente se formulan las conclusiones y recomendaciones.

Caceres, R. (2015), menciona que se ha calculado que se requiere un área de 20,23 Has para el relleno sanitario y 3,77 Has para los demás servicios, pudiendo tratarse en esta, una generación de residuos sólidos municipales de 0.388 kg/hab-día y 1 388,00 ton/año en la actualidad, llegándose también a calcular 15 349,00 ton/año par a una proyección de 10 años. Por su parte la caracterización de los residuos sólidos nos muestra que el 23,09 % son orgánicos; 25,46 % papel; 12,07 % cartón; 8,14 % plásticos; 2,62 % textiles, 4,99 % vidrios; 5,51% hojalatas; 2,89 % aluminio y 12,07 suciedad, cenizas etc. El volumen de gases generados para la fracción rápidamente descomponible es de 1 010,60 m<sup>3</sup> de metano; 724,68 m<sup>3</sup> de bióxido de carbono y para fracción lentamente descomponible es de 260,54 m<sup>3</sup> de

metano y 184,86 m<sup>3</sup> de bióxido de carbono y se ha determinado que el volumen de lixiviados sería de 502,53 m<sup>3</sup>/año.

La generación de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Los Olivos para el año 2014 es de 266.67 ton/día siendo mayor que en el año 2013 la cual fue de 253.08 ton/día debido al incremento poblacional como también al aumento de la Generación Per Cápita de residuos sólidos. Entre los años 2012 y 2014, se realizó el Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos en el distrito, el cual dio como resultado que cada habitante genera 0.68 kg./día para el año 2012, 0.69 kg/día para el año 2013 y 0.71kg/día para el año 2014. La basura no debe ser un problema, siempre y cuando se la gestione adecuadamente, y se asuma el cuidado del medio ambiente como responsabilidad de todos Sacha, R. (2014)

Taype (2006), menciona que en 110 hogares se recolectó, el peso se determinó la composición de 510 muestras de residuos tomadas durante siete días en los hogares encuestados se clasificó en estratos socioeconómicos: A (alto), B (medio alto), C (medio), D (medio bajo) y E (bajo). Los resultados obtenidos indican que los residuos sólidos en Castilla tuvieron una densidad promedio de 301,09 kg/m<sup>3</sup> y una humedad promedio de 33.7% y su generación varía entre 0,385 y 0.721 Kg/hab – día para los estratos socioeconómico E y A respectivamente.

Allende (2004), en su investigación titulada “Evaluación geológico ambiental de áreas para relleno sanitario de las ciudades de Urubamba, Ollantaytambo y Machupicchu, departamento de Cuzco”, realizó un estudio en las ciudades de Urubamba, Ollantaytambo y Machupicchu del departamento de Cusco pues adolecen de problemas de saneamiento ambiental por una disposición final de los residuos sólidos sin criterio técnico, por la existencia de puntos de acopio convertidos en botaderos de basura que están distribuidos en la zona urbana y urbano marginal de estas ciudades, provocando el deterioro del aire, el agua y el suelo y el riesgo a la salud de las personas. Se pretende llevar residuos sólidos a un

espacio físico donde no se va alterar los elementos del entorno ambiental. En este sentido, el área propuesta fue sometida a una Evaluación Geológico Ambiental para determinar la factibilidad de uso para relleno sanitario, con el fin de prevenir los problemas legales, técnicos y ambientales que podrían rodear a este tipo de obra como es el relleno sanitario.

Con el propósito de superar los problemas ambientales por el manejo de los residuos sólidos, las autoridades locales propusieron áreas donde se pueda construir un relleno sanitario que beneficie a las tres ciudades, ubicadas en las proximidades del sector Yuncacha Huayco en el distrito de Maras, y en Algarrubillo en el distrito de Ollantaytambo. Inicialmente se realizó el acopio de la información proveniente de los reportes técnicos y las coordinaciones con las autoridades de las ciudades antes mencionadas. El trabajo de campo se realizó en la ciudad del Cusco y se inició con el apoyo técnico a las Municipalidades de Urubamba, Ollantaytambo y Machupicchu a través del Grupo Técnico de Desechos Sólidos; mediante la evaluación del área propuesta para la implantación de un relleno sanitario.



## **2.2 MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1 Manejo de Residuos solido**

Según la Guía metodológica para el desarrollo del plan de manejo de residuos solido elaborado por el Ministerio del Ambiente (2016), El plan de manejo de residuos sólidos es un instrumento de gestión que surge de un proceso coordinado y concertado entre autoridades y funcionarios municipales, representantes de instituciones locales, públicas y privadas, promoviendo una adecuada gestión y manejo de los residuos sólidos, asegurando eficacia, eficiencia y sostenibilidad, desde su generación hasta su disposición final, incluyendo procesos de minimización: reducción, reutilización y reciclaje de residuos sólidos en donde se incluya a recicladores formalizados.

### **2.2.2 Residuos Solidos**

Según la Gestión Ambiental de la Sociedad Peruana (2009), menciona que los residuos sólidos son todas aquellas sustancias o productos en estado sólido que ya no necesitas, pero que pueden ser reaprovechados.

Son residuos sólidos aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente. Esta definición incluye a los residuos generados por eventos naturales Sarmiento, Meléndez, y Loyola (2016).

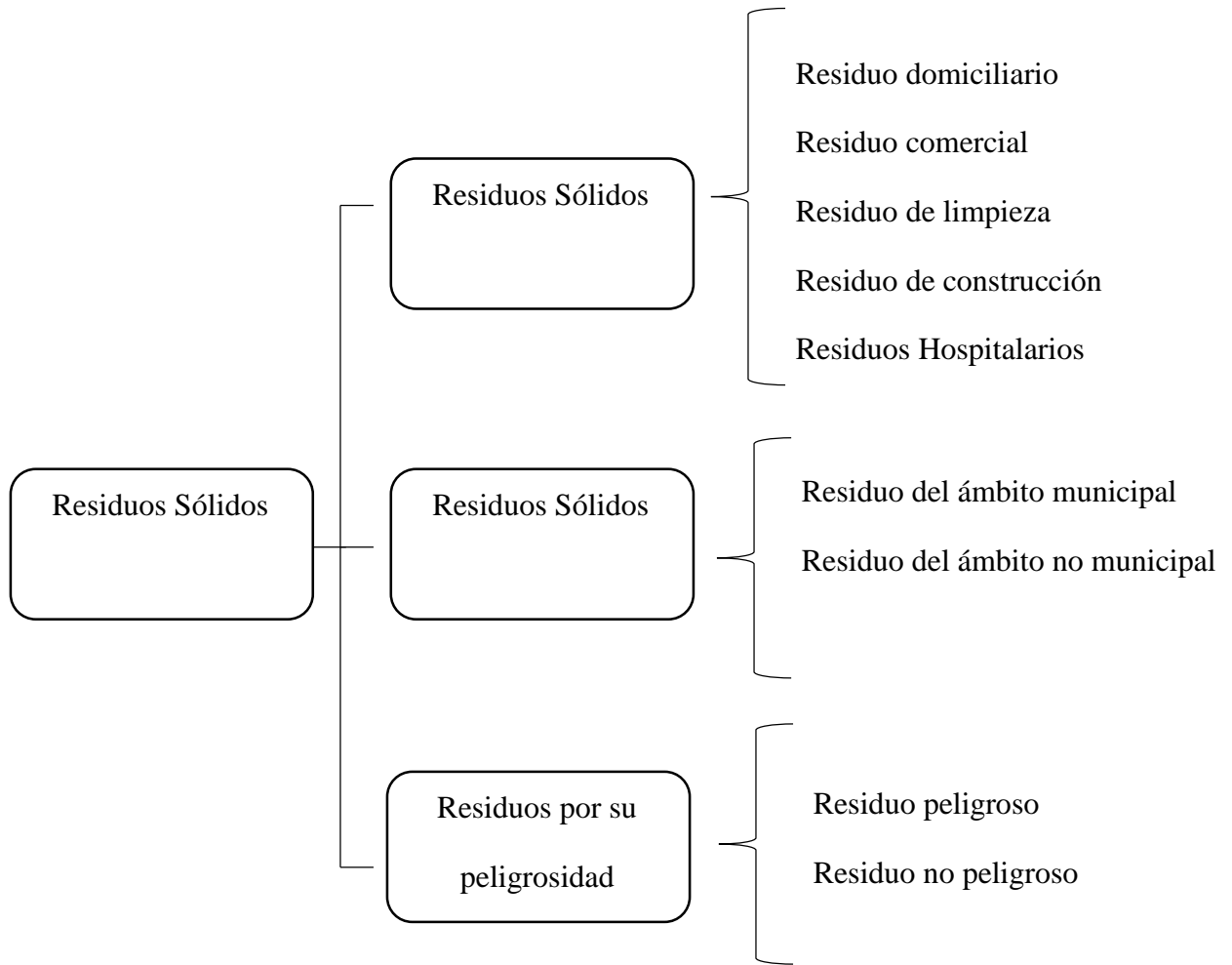


Figura 1. Clasificación de residuos sólidos

Fuente: Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. (2009). Manual de residuos sólidos.

## **Caracterización de Residuos Sólidos**

Según guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales elaborado por el Ministerio del ambiente (2015), menciona que la caracterización de residuos sólidos es una herramienta que nos permite obtener información primaria relacionada a las características de los residuos sólidos en este caso municipales, constituidos por residuos domiciliarios y no domiciliarios, como son: la cantidad de residuos, densidad, composición y humedad, en un determinado ámbito geográfico. Esta información permite la planificación técnica y operativa del manejo de los residuos sólidos y también la planificación administrativa y financiera, ya que sabiendo cuánto de residuos sólidos se genera en cada una de las actividades que se producen en el distrito, se puede calcular la tasa de cobros de arbitrios.

### **2.2.3 Clasificación de los residuos sólidos**

Según el decreto legislativo N° 1278 aprobado por el Ministerio del Ambiente Perú (2017), los residuos se clasifican, de acuerdo al manejo que reciben, en peligrosos y no peligrosos, y según la autoridad pública competente para su gestión, en municipales y no municipales.

#### **2.2.3.1 Según la autoridad pública competente**

##### **a) Residuos Municipales**

Según la Gestión Ambiental de la Sociedad Peruana (2009), menciona los residuos municipales son de origen doméstico (restos de alimentos, papel, botellas, latas, pañales descartables, entre otros); comercial (papel, embalajes, restos del aseo personal, y similares); aseo urbano (barrido de calles y vías, maleza, entre otros), y de productos provenientes de actividades que generen residuos similares a estos, los cuales deben ser dispuestos en rellenos sanitarios.

##### **b) Residuos No Municipales**

Según la Gestión Ambiental de la Sociedad Peruana (2009), menciona los residuos no municipales, son aquellos que, debido a sus características o al manejo al que deben ser sometidos, representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente. Por ejemplo, los residuos metálicos que contengan plomo o mercurio, los residuos de plaguicidas, los herbicidas, entre otros. Todos ellos deben ser dispuestos en los rellenos de seguridad.

## **2.2.4 Operaciones del proceso de los residuos**

### **2.2.4.1 Segregación**

Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial Sarmiento et al. (2009).

### **2.2.4.2 Segregación en la Fuente**

Los generadores de residuos municipales se encuentran obligados a entregar los residuos debidamente segregados a los operadores de residuos sólidos debidamente autorizados o a las municipalidades que presten el servicio Según el Ministerio del Ambiente Perú (2017) decreto legislativo N° 1278.

### **2.2.4.3 Almacenamiento**

Acumulación temporal de residuos en condiciones técnicas como parte del sistema de manejo hasta su disposición final Luis Alberto Sarmiento et al. (2009).

### **2.2.4.4 Recolección**

Acción de recoger los residuos para transferirlos mediante un medio de locomoción apropiado y continuar su posterior manejo en forma sanitaria, segura y ambientalmente adecuada Sarmiento et al. (2009).

La recolección de los residuos debe ser selectiva y efectuada de acuerdo a las disposiciones emitidas por la autoridad municipal correspondiente. Los recicladores y/o asociaciones de recicladores debidamente formalizados se integran al sistema de recolección selectiva

implementado por la municipalidad correspondiente según el Ministerio del Ambiente Perú (2017) decreto legislativo N° 1278.

#### **2.2.4.5 Valorización**

Según el decreto legislativo N° 1278 aprobado por el Ministerio del Ambiente Perú (2017), la valorización constituye la alternativa de gestión y manejo que debe priorizarse frente a la disposición final de los residuos. Esta incluye las actividades de reutilización, reciclaje, compostaje, valorización energética entre otras alternativas, y se realiza en infraestructura adecuada y autorizada para tal fin.

#### **2.2.4.6 Transporte**

Según el decreto legislativo N° 1278 aprobado por el Ministerio del Ambiente Perú (2017), el transporte constituye el proceso de manejo de los residuos sólidos ejecutada por las municipalidades u Empresas Operadoras de Residuos Sólidos autorizadas, consistente en el traslado apropiado de los residuos recolectados hasta las infraestructuras de valorización o disposición final, según corresponda, empleando los vehículos apropiados cuyas características se especificarán en el instrumento de normalización que corresponda, y las vías autorizadas para tal fin.

#### **2.2.4.7 Transferencia**

Actividad que desplaza a los residuos sólidos desde la fuente de generación hasta la estación de transferencia, planta de tratamiento o relleno sanitario Sarmiento et al. (2009).

#### **2.2.4.8 Tratamiento**

Cualquier proceso, método o técnica que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente Sarmiento et al. (2009).

#### **2.2.4.9 Disposición Final**

Procesos u operaciones para tratar o disponer en un lugar los residuos sólidos como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura Sarmiento et al. (2009).

### **2.2.5 Características de los Residuos**

#### **2.2.5.1 Generación Per cápita**

Es la generación unitaria de residuos sólidos, normalmente se refiere a la generación de residuos sólidos por persona por día. Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales elaborado por el Ministerio del ambiente (2015).

#### **2.2.5.2 Composición**

Permite conocer qué componentes tienen los residuos, esto permite tener un criterio técnico para establecer programas de recuperación y/o reciclaje de residuos. Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales elaborado por el Ministerio del ambiente (2015).

#### **2.2.5.3 Densidad**

Relación entre la masa de una sustancia y el volumen que ocupa esa sustancia. Entre las unidades de masa más utilizadas están los  $\text{kg/m}^3$  o  $\text{g/cm}^3$  para los sólidos; y  $\text{kg/l}$  o  $\text{g/ml}$  para los líquidos y los gases. Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales elaborado por el Ministerio del ambiente (2015).

#### **2.2.5.4 Humedad**

Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales elaborado por el Ministerio del ambiente (2015), menciona que la humedad es la cantidad de materia acuosa, generalmente concedida de los residuos orgánicos.

## **2.2.6 Relleno sanitario**

Según Navarrete (2016), menciona que cuando se habla de relleno sanitario, se hace referencia a un sitio de disposición final de residuos. Compuesto básicamente por una depresión en el terreno, cubierta por una membrana inferior, un sistema de recolección de líquidos lixiviados, un sistema de recolección de gases, y ocasionalmente, una cobertura superior. No necesariamente todos estos elementos están presentes en todos los rellenos sanitarios.

### **2.2.6.1 Tipos de Relleno Sanitario**

#### **2.2.6.1.1 Relleno Sanitario Mecanizado**

El relleno sanitario mecanizado es aquel diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que generan más de 40 t/día. Por sus exigencias es un proyecto de

Ingeniería bastante compleja, que va más allá de operar con equipo pesado. Esto último está relacionado con la cantidad y el tipo de residuos, la planificación, la selección del sitio, la extensión del terreno, el diseño y la ejecución del relleno, y la infraestructura requerida, tanto para recibir los residuos como para el control de las operaciones, el monto y manejo de las inversiones y los gastos de operación y mantenimiento

Para operar este tipo de relleno sanitario se requiere del uso de un compactador de residuos sólidos, así como equipo especializado para el movimiento de tierra: tractor de oruga, retroexcavadora, cargador, volquete, etc.

#### **2.2.6.1.2 Relleno Sanitario Semimecanizado**

Cuando la población genere o tenga que disponer entre 16 y 40 toneladas diarias de RSM en el relleno sanitario, es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual, a fin de hacer una buena compactación de la basura, estabilizar los terraplenes y dar mayor vida útil al relleno. En estos casos, el tractor agrícola adaptado con una hoja topadora o cuchilla y con un cucharón o rodillo para la compactación puede ser un equipo apropiado

para operar este relleno al que podríamos llamar semi mecanizado. Es necesario el empleo de equipos de movimiento de tierras (tractores de orugas o retroexcavadoras) en forma permanente cuando al relleno sanitario se llevan más de 40 t/día de RSM. En la Región, esto equivale por lo general a poblaciones mayores de 40.000 habitantes.

#### **2.2.6.1.3 Relleno Sanitario Manual**

Es una adaptación del concepto de relleno sanitario para las pequeñas poblaciones que por la cantidad y el tipo de residuos que producen menos de 15 t/día, además de sus condiciones económicas, no están en capacidad de adquirir el equipo pesado debido a sus altos costos de operación y mantenimiento. El término manual se refiere a que la operación de compactación y confinamiento de los residuos puede ser ejecutado con el apoyo de una cuadrilla de hombres y el empleo de algunas herramientas.



### **2.2.7 Legislación**

**La Constitución Política del Perú (1993):** el Estado determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de sus recursos naturales; la décimo novena política de estado, sobre desarrollo sostenible y gestión ambiental propugna integrar la política nacional ambiental con las políticas económicas, sociales, culturales y de ordenamiento territorial, para contribuir a superar la pobreza y lograr el desarrollo sostenible, asegurar la protección ambiental y promover centros poblados y ciudades sostenibles.

**Decreto Legislativo N° 1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (23/12/2016).**

#### **Artículo 1: Objeto**

El presente Decreto Legislativo establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, con la finalidad de propender hacia la maximización constante de la eficiencia en el uso de los materiales y asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos económica, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a las obligaciones, principios y lineamientos de este Decreto Legislativo.

**Artículo 2.-** Finalidad de la gestión integral de los residuos sólidos La gestión integral de los residuos sólidos en el país tiene como primera finalidad la prevención o minimización de la generación de residuos sólidos en origen, frente a cualquier otra alternativa. En segundo lugar, respecto de los residuos generados, se prefiere la recuperación y la valorización material y energética de los residuos, entre las cuales se cuenta la reutilización, reciclaje, compostaje, procesamiento, entre otras alternativas siempre que se garantice la protección de la salud y del medio ambiente. La disposición final de los residuos sólidos en la infraestructura respectiva constituye la última alternativa de manejo y deberá realizarse en condiciones ambientalmente adecuadas, las cuales se definirán en el reglamento del presente Decreto Legislativo emitido por el Ministerio del Ambiente.

#### **Artículo 22:**

Municipalidades Las municipalidades provinciales, en lo que concierne a los distritos del cercado, y las municipalidades distritales son responsables por la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, especiales y similares, en el ámbito de su jurisdicción.

**Artículo 24:**

Municipalidades Distritales Las Municipalidades Distritales en materia de manejo de residuos sólidos son competentes para: Asegurar una adecuada prestación del servicio de limpieza, recolección y transporte de residuos en su jurisdicción, debiendo garantizar la adecuada disposición final de los mismos.

**Reglamento - Decreto Supremo N° 014 – 2017 – MINAM (20/12/2017) el Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos**

Que entre sus objetivos busca minimizar la generación de residuos sólidos en el origen (viviendas, empresas, industrias, comercios, entre otros), así como promover su recuperación y valorización a través de procesos como el reciclaje de plásticos, metales, vidrios y otros, y la conversión de residuos orgánicos en compost o fuente de generación de energía, lo cual impulsará una industria moderna del reciclaje, incluyendo a los pequeños recicladores en esta cadena de valor.

**Ley General del Ambiente (Ley N° 28611) (15/10/2005) La Ley General del Ambiente [LGA]**, nos informa que los ciudadanos tenemos derecho a vivir en un ambiente saludable y adecuado para la vida. Es así, que en el capítulo preliminar y en el Artículo 1 nos menciona el derecho y deber fundamental de los ciudadanos con respecto a vivir en un ambiente sano. Además, en el capítulo de Política Nacional del Ambiente y Gestión Ambiental y en el artículo 1 menciona los principios y normas básicas para un ambiente saludable.

**Capítulo Preliminar: Artículo 1.- Del derecho y deber fundamental**

Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, Equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión

ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos.

#### **Artículo 119.- Del manejo de los residuos sólidos**

La gestión de los residuos sólidos de origen doméstico, comercial o que siendo de origen distinto presenten características similares a aquellos, son de responsabilidad de los gobiernos locales. Por ley se establece el régimen de gestión y manejo de los residuos sólidos municipales.

#### **Artículo 108.- Infraestructuras de disposición final**

Son consideradas infraestructuras de disposición final de residuos sólidos los rellenos sanitarios, los rellenos de seguridad y las escombreras.

Los rellenos sanitarios se clasifican en:

- i. Relleno sanitario manual, cuya capacidad de operación diaria no excede a seis (06) toneladas métricas (TM).
- ii. Relleno sanitario semi-mecanizado, cuya capacidad de operación diaria es más de seis (06) hasta cincuenta (50) TM.
- iii. Relleno sanitario mecanizado, cuya capacidad de operación diaria es mayor a cincuenta (50) TM.

#### **Ley General de Salud (Ley N° 26842) (20/07/97)**

Esta ley menciona en dos de sus artículos, aspectos vinculados a la protección y vigilancia del medio ambiente, con respecto a una inadecuada disposición de residuos sólidos.

#### **Artículo 104°:**

Toda persona natural o jurídica, está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección al ambiente.

### **Ley orgánica de municipalidades (Ley N°27972) (27/05/2003)**

La Ley Orgánica de Municipalidades en su Artículo 80, incisos 3 y 3.1 detalla las funciones exclusivas de las municipalidades distritales, y hace referencia al servicio de limpieza pública y el debido recojo y tratamiento de los residuos sólidos. Artículo 80, incisos 3 y 3.1: Proveer del servicio de limpieza pública determinando las áreas de acumulación de desechos, rellenos sanitarios y el aprovechamiento industrial de desperdicios.

### **Resolución Ministerial N° 191- 2016 – MINAM (26/07/2016)**

El Ministerio del Ambiente (MINAM) ha centrado sus esfuerzos en mejorar la Calidad Ambiental a nivel nacional, incorporando la gestión integral de residuos sólidos como parte de este objetivo. En ese sentido, la Agenda Nacional de Acción Ambiental y el Plan Nacional de Acción Ambiental PLANAA PERU 2011-2021 incorporan como objetivo prioritario a la gestión integral de residuos sólidos a nivel nacional, estableciendo cuatro metas definidas a ser cumplidas hacia el 2021.

### **Decreto Supremo N° 400-2015-EF-(23/12/2015).**

**Artículo 1:** Establecer las metas y procedimientos para la asignación de los recursos del Programa de Incentivos la Mejora de la Gestión Municipal del año 2016.

**Artículo 2:** El Programa de Incentivos es un instrumento del Presupuesto por Resultados (PpR) y está orientado a promover las condiciones que contribuyan con el crecimiento y desarrollo sostenible de la economía local, incentivando a las municipalidades a la mejora continua y sostenible de la gestión local.

**Artículo 5:** Señala para el establecimiento de las metas, la distribución y asignación de los recursos del Programa de Incentivos se tendrá en cuenta la siguiente clasificación de municipalidades: Municipalidades de ciudades principales tipo “A” (CPA). Municipalidades de ciudades principales tipo “B” (CPB). Municipalidades de ciudades no principales, con

500 o más viviendas urbanas (CNP con 500 o más VVUU). Municipalidades de ciudades no principales, con menos de 500 viviendas urbanas.

## CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizara en el Distrito Alonso de Alvarado se encuentra ubicado en el Departamento San Martin fue creado el 29/12/1964 cuya Capital conocida es Roque se encuentra a un altura de 1103 (m.s.n.m.) según el censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI (2007) cuenta con una población de 14883 limita por el norte: Distrito de Pinto Recodo Provincia de Lamas, por el este: Distrito de Tabalosos Provincia de Lamas, por el sur: Distrito de San Martín Alao Provincia El Dorado, por el Oeste: Distrito de Jepelacio Provincia de Moyobamba, cuenta con una extensión de Tierras de 38 451 ha.

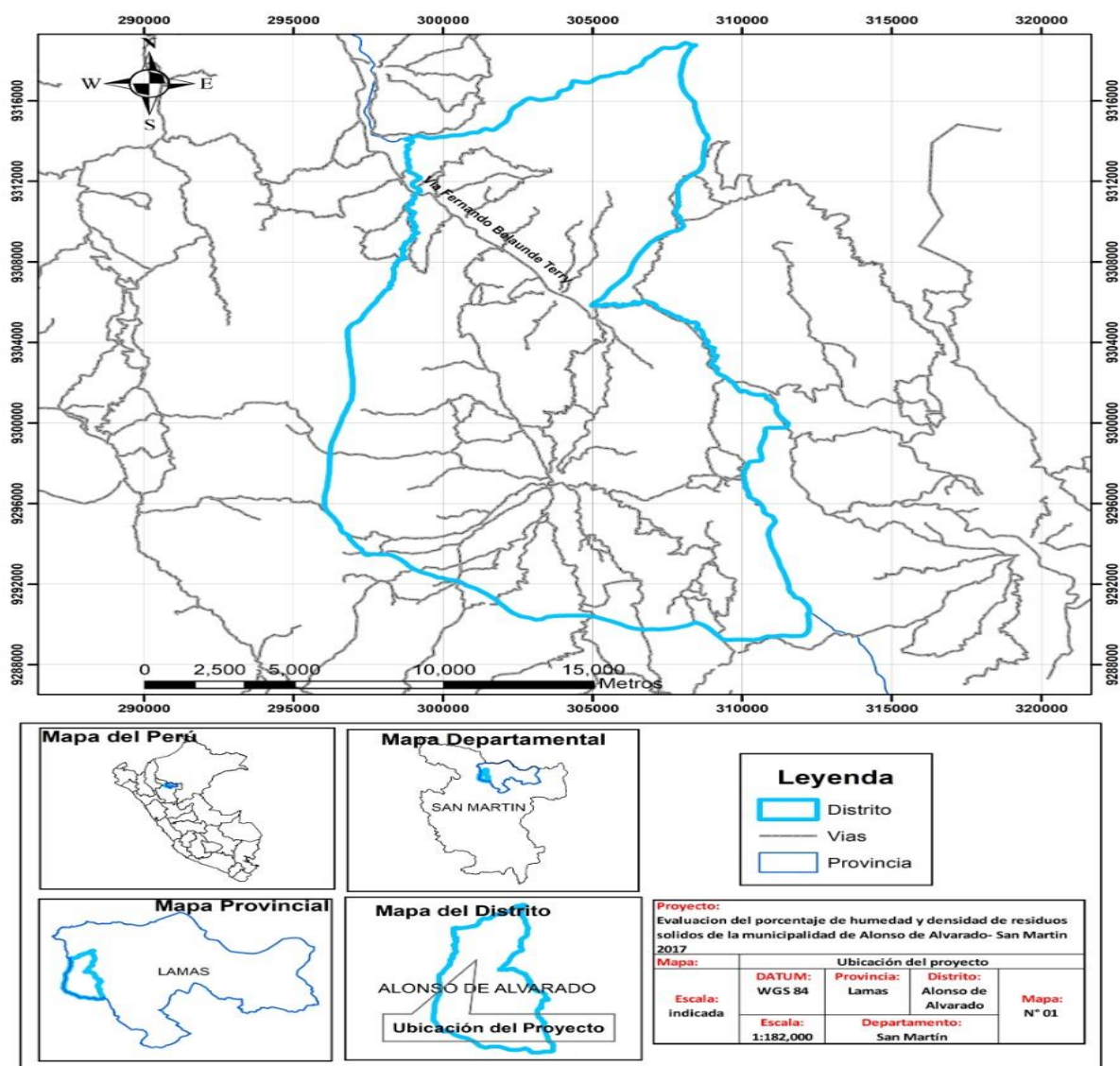


Figura 2. Ubicación del centro poblado de Distrito Alonso de Alvarado

**a) Orografía:**

El suelo es ligeramente plano, comprendiendo las orillas del río Azansa y Limón, comprendido básicamente por suelos productivos y la presencia de algunas ondulaciones en todo el territorio del distrito.

**b) Clima:**

El clima es Cálido – Húmedo, propio de la selva Alta, con una temperatura mínima de 25°C, con una máxima de 30°C, la precipitación pluvial alcanza entre los 850 mm, a 1100 mm. Por año, humedad relativa media anual asciende a 83.83%. Por su ecosistema propio de trópico húmedo, el régimen pluvial es variado durante todo el año, las precipitaciones pluviales de mayor intensidad se dan en los meses de noviembre – Abril, con una intensidad anual promedio de 1800 mm.

**c) Hidrografía**

Comprende gran parte de la cuenca del Río Mayo, cuyos tributarios en la capital del distrito, son las quebradas de Azansa y Limón, el color que presentan esta agua son claras, fondo pedregoso un poco caudalosos, con una profundidad entre 1 y 10 metros y 10 metros de ancho, nos referimos a las dos y pequeños arrolllos que alimentan a estos mencionados ríos, las quebradas que mencionan líneas arriba no son navegables, es decir estas subcuentas de la margen derecha nacen en la cordillera Sub Andina. Cabe mencionar que el río Mayo en esta parte recorre planicies y terrenos colinosos, formando valles aluviales intramontañosos.

**d) Flora y Fauna**

En cuanto a especies de flora, existe la predominancia de bosques secundarios y purmas, debido a la intensa actividad agrícola que se desarrolla en esta zona del distrito, ya que aproximadamente el 85% de la población se dedica a la siembra de productos como el café, cacao, sacha inchi, plátano, frijol, algodón entre otros, razón por la que las especies que encontramos son maderas blancas, tales como: bolaina, pashaca, cetico, atadijo, topa, caña

brava, cordoncillo, faina, pali perro, tingana, pinsha caspi, etc. La permanente deforestación ha cambiado las condiciones ecológicas, desplazando importantes ecosistemas, permitiendo de esta manera que la fauna se encuentra en proceso de extinción, desplazándose a espacios naturales alejados, entre las que se encuentra en nuestro medio son: Añuje, Majas, Carachupa, Zorro, Ratón, Conejo, Ardilla, Mono Pichico, Mana Caraco, entre otros.

#### **e) Relieve:**

El relieve de la localidad de Alonso de Alvarado roque en la parte urbana del distrito, pero, ya en la periferias y zonas rurales de la capital ya podemos encontramos Hay tres relieves predominantes: llano, ondulado y montañoso donde los comportamientos litológicos frente a factores climáticos de lluvias cíclicas moderadas a intensas en zona tropical dan un modelado especial de erosión y drenaje, haciéndose más crítica la erosión cuando la forestación de zona montañoso es eliminada.

### **3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.2.1 Tipo de Investigación**

Esta investigación es cuantitativo según señalado por Hernandez, Fernandez y Baptista, (2010), lo que se hace en la investigación no experimental, recolección de datos en un único momento para luego analizarlos.

#### **3.2.2 Diseño de la Investigación**

El presente estudio tiene un enfoque de tipo no experimental, descriptivo de corte transeccional o trasversa porque busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice Hernández et al., (2010).

#### **3.2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

##### **3.2.3.1 Población**

Residuos sólidos domiciliarios del distrito de Alonso Alvarado.



### **3.2.3.2 Muestra**

Se tomará una muestra de 250 gramos de residuos sólidos domiciliarios por ocho días para analizarlo en el laboratorio.

### 3.3 INSTRUMENTO DE MONITOREO

#### 3.3.1 Materiales y Equipos

**Tabla 1.**

*Materiales y equipos*

| <b>Materiales</b>   | <b>Marca</b> | <b>Modelo</b> | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> |
|---|--------------|---------------|---------------|-----------------|
| Formato de Campo  |              |               | Unid          | 8               |
| Lapicero  |              |               | Unid          | 2               |
| Tablero   |              |               | Unid          | 2               |
| Bolsas de Polietileno   |              |               | Unid          | 8               |
| Cilindro de 215.5 litros de capacidad                         |              |               | Unid          | 2               |
| Cinta métrica POWER TAPE PROFESSIONAL de 5.0 metros.          |              |               | Unid          | 2               |
| EPP (Casco, chaleco, lentes, botas de seguridad, mascarilla ) |              |               | Unid          | 2               |
| <b>Equipos</b>  |              |               |               |                 |
| GPS   | GARMIN       | ETREX         | Unid          | 1               |
| Balanza de 10 Kg  |              |               | Unid          | 1               |
| Cámara Fotográfica  | LUMIX        | DMC- FH2      | Unid          | 1               |

### 3.4 Procedimiento de campo

#### 3.4.1 Trabajo en Campo (Toma de muestra)

##### 3.4.1.1 Composición

La metodología sugerida es la siguiente:

- Para realizar este trabajo se utiliza la muestra de un día. Se deben colocar los residuos en una zona pavimentada o sobre un plástico grande, con la finalidad de no combinar los residuos con tierra.
- Se rompen las bolsas y se vierten los residuos formando un montón. Con la finalidad de homogenizar la muestra, se trozan los residuos más voluminosos hasta conseguir un tamaño que resulte manipulable.
- Si se tiene un volumen de residuos muy grande, se divide en cuatro partes (método de cuarteo) y se escogen las dos partes opuestas (los lados sombreados del gráfico que se muestra a continuación) para formar un nuevo montón más pequeño. La muestra menor se vuelve a mezclar y se divide en cuatro partes nuevamente, luego se escogen dos opuestas y se forma otra muestra más pequeña. Esta operación se repite hasta obtener una muestra que sea manejable.

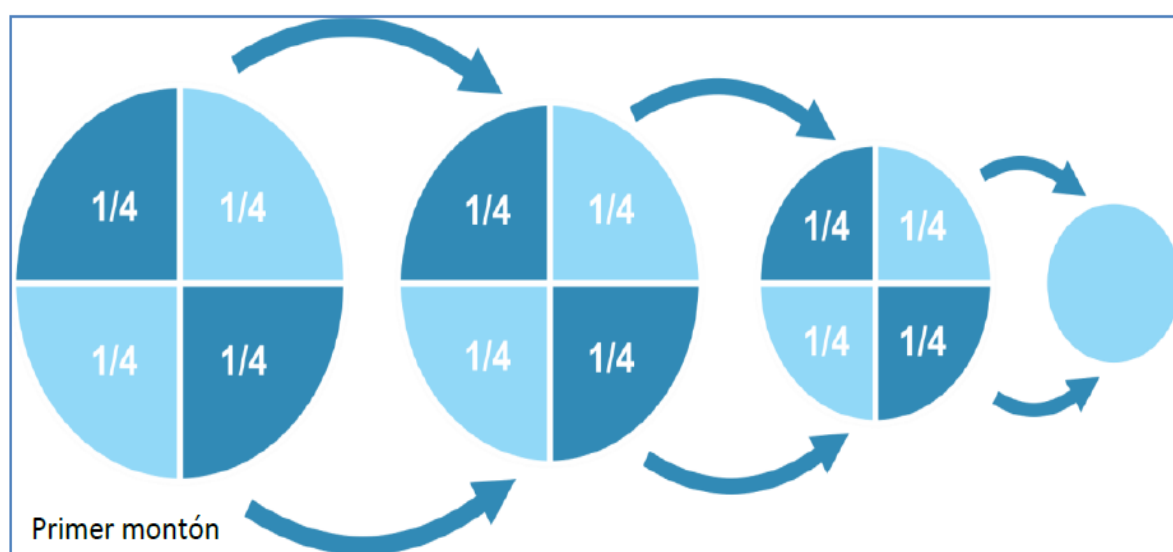


Figura 3. Método del cuarteo

Fuente: Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización para Residuos Sólidos Municipales

Los componentes se van clasificando en bolsas o recipientes pequeños.

- Con ayuda de una balanza se deben pesar los componentes.
- Se calcula el porcentaje de cada componente teniendo en cuenta los datos del peso total de los residuos recolectados en un día (Wt) y el peso de cada componente (Pi):

$$\text{Porcentaje (\%)} = (\text{Pi}/\text{Wt}) \times 100$$

- Para determinar el porcentaje promedio de cada componente, se efectúa un promedio simple, es decir sumando los porcentajes de todos los días de cada componente y dividiéndolo entre los siete días de la semana.
- Repetir el procedimiento durante los siete días que dura el muestreo de los residuos. Hay que recordar que de los ocho días iniciales que dura el muestreo, se elimina la muestra del primer día por no considerarla útil.

#### **3.4.1.2 Densidad**

- Utilizar un recipiente con capacidad conocida de preferencia cilindros 150 u 200 litros y con lados homogéneos.
- Medir la altura y diámetro del recipiente cilíndrico.
- Al azar escoger bolsas de las ya registradas y pesadas y vaciar su contenido dentro del recipiente, anotando el código de las bolsas
- Una vez lleno el recipiente, levantar el cilindro 20 cm sobre la superficie y dejarlo caer, repite esta acción por tres veces, con la finalidad de uniformizar la muestra llenando los espacios vacíos del cilindro.
- Medir la altura y registrar el dato
- Realizar este procedimiento durante los 8 días del estudio.

- Cuando se llene el cilindro se procede a determinar la altura que se deja libre de residuos sólidos dentro de este, para ello se debe medir la altura libre del cilindro es decir la altura sin residuos (m) y se registra.

**Para calcular la densidad se utiliza la siguiente fórmula:**

- Calcular la densidad haciendo uso de la siguiente fórmula, para cada uno de los residuos comerciales:

$$Densidad(S) = \frac{W}{V} = \frac{W}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times (H)}$$

*Figura 4.* Fórmula para calcular la densidad

Fuente: Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización para Residuos Sólidos Municipales

**Donde:**

S: Densidad de los residuos sólidos (kg/m<sup>3</sup>)

W: Peso de los residuos sólidos

V: Volumen del residuo sólido

D: Diámetro del cilindro

H: Altura total del cilindro

$\pi$ : Constante (3.1416)

### **3.4.1.3 Humedad**

El dato de humedad de los residuos sólidos se obtiene a través de un laboratorio. Cabe señalar, que la toma de la muestra para el análisis de humedad es determinada por cada laboratorio.

### 3.4.2 Trabajo en Laboratorio (Análisis de la muestra)

Se consideraron los siguientes pasos para el análisis de las muestras

- Se toman tres crisoles de porcelana de 50 mL, se los etiqueta y se los pesa en la balanza analítica.
- Se anota el peso con las cifras que proporciona la balanza en peso crisol.
- Se procede a aforar el crisol con la muestra húmeda y se anota con 2 cifras significativas en Peso crisol + Muestra húmeda.
- Se introducen los crisoles en la estufa automática.
- La estufa se la programa a 105 °C durante un periodo de 24 horas.
- Pasado este periodo de tiempo, se espera durante aproximadamente 10 minutos antes de abrir la estufa. Luego se retira cada crisol con pinzas y se los pesa nuevamente, su valor se lo anota en Peso crisol + residuo seco.

Calculo del % de humedad

$$\% \text{ de humedad} = (A - B / A - C) * 100$$

**Donde:**

A = Peso del crisol más la muestra húmeda (g).

B = Peso del crisol más la muestra seca (g).

C = Peso del crisol (g).

De esta manera se pudo obtener para la totalidad de las muestras un porcentaje de humedad en peso, relacionada a la muestra húmeda.

### 3.4.2.1 Propuesta técnica para la estimación de áreas y volúmenes de localidad distrito de Alonso de Alvarado

#### 3.4.2.1.1 Población del Departamento de San Martín Provincias y Distritos

|    |                      |        |                      |        |       |           |           |
|----|----------------------|--------|----------------------|--------|-------|-----------|-----------|
| 33 | Huallaga             | 25,328 | Saposoa              |        |       |           |           |
| 34 | Saposoa              | 11,341 | Saposoa              | Ciudad | 303   | 06°56'02" | 76°46'24" |
| 35 | Alto Saposoa         | 3,148  | Pasarraya            | Pueblo | 412   | 06°45'57" | 76°48'50" |
| 36 | El Eslabón           | 3,753  | El Eslabón           | Pueblo | 288   | 07°00'11" | 76°44'37" |
| 37 | Piscoyacu            | 3,830  | Piscoyacu            | Pueblo | 298   | 06°58'59" | 76°45'53" |
| 38 | Sacanche             | 2,584  | Sacanche             | Pueblo | 276   | 07°04'12" | 76°42'49" |
| 39 | Tingo de Saposoa     | 672    | Tingo de Saposoa     | Pueblo | 266   | 07°05'37" | 76°38'30" |
| 41 | Lamas                | 84,921 | Lamas                |        |       |           |           |
| 42 | Lamas                | 12,434 | Lamas                | Ciudad | 791   | 06°25'18" | 76°31'16" |
| 43 | Alonso de Alvarado   | 18,862 | Roque                | Pueblo | 1 103 | 06°21'00" | 76°46'12" |
| 44 | Barranquilla         | 5,085  | Barranquilla         | Pueblo | 158   | 06°15'06" | 76°01'59" |
| 45 | Caynarachi           | 7,899  | Pongo de Caynarachi  | Pueblo | 189   | 06°19'50" | 76°17'01" |
| 46 | Cuñumbuqui           | 4,681  | Cuñumbuqui           | Pueblo | 233   | 06°30'32" | 76°28'49" |
| 47 | Pinto Recodo         | 10,663 | Pinto Recodo         | Pueblo | 290   | 06°22'46" | 76°36'12" |
| 48 | Rumisapa             | 2,481  | Rumisapa             | Pueblo | 329   | 06°26'55" | 76°28'20" |
| 49 | San Roque de Cumbaza | 1,450  | San Roque de Cumbaza | Pueblo | 599   | 06°23'11" | 76°26'31" |
| 50 | Shanao               | 3,460  | Shanao               | Pueblo | 276   | 06°24'36" | 76°35'38" |
| 51 | Tabalosos            | 13,130 | Tabalosos            | Pueblo | 559   | 06°23'08" | 76°38'00" |
| 52 | Zapatero             | 4,776  | Zapatero             | Villa  | 289   | 06°31'51" | 76°29'28" |
| 54 | Mariscal Cáceres     | 50,608 | Juanjui              |        |       |           |           |
| 55 | Juanjui              | 26,364 | Juanjui              | Ciudad | 282   | 07°10'55" | 76°43'54" |
| 56 | Campanilla           | 7,642  | Campanilla           | Pueblo | 315   | 07°28'53" | 76°39'10" |
| 57 | Huicungo             | 6,481  | Huicungo             | Pueblo | 307   | 07°19'38" | 76°46'42" |
| 58 | Pachiza              | 4,180  | Pachiza              | Pueblo | 288   | 07°17'51" | 76°46'26" |
| 59 | Pajarillo            | 5,941  | Pajarillo            | Pueblo | 271   | 07°10'44" | 76°41'17" |

Figura 5. Población total del distrito de Alonso Alvarado

Fuente. INEI

#### 3.4.2.1.2 Proyección del Tamaño de la Población y la Producción Per Cápita Proyectada

Se proyecta la población desde la obtenida para el año 2015 a 25 años en adelante utilizando la tasa de crecimiento poblacional porcentual determinada por el INEI en el último censo de población y vivienda (2007) para la provincia de Canchis. En cuanto a la producción per cápita; se proyectará a un crecimiento del 1 % anual (EPA, 2015). La población futura la calculamos con el uso de la siguiente formula:

$$Pf = Pa * (1 + Tcp\%)^n$$

Dónde:

Pf = Población futura (hab.)

Pa = Población actual (hab.)

Tcp% = Tasa de crecimiento poblacional (proporcionado por el INEI)

n = Diferencia del número de años

#### **3.4.2.1.3 Determinación de la Cantidad de Residuos Sólidos Producidos**

El conocimiento de la producción de desechos sólidos nos permite establecer, entre otros, cuáles deben ser los equipos de recolección más adecuados, la cantidad de personal, las rutas, la frecuencia de recolección, la necesidad de área para la disposición final, los costos y el establecimiento de la tarifa o tasa de aseo.

Para su determinación se debe multiplicar la población total por la producción per cápita mediante la siguiente fórmula; este resultado nos indica la producción de residuos sólidos por día.

$$\mathbf{RSM \text{ (día)} = ppc * p}$$

Donde:

RSM (día) = Producción de residuos sólidos por día (Kg)

ppc = Producción per cápita (Kg/hab-día)

p = Población total (hab)

La producción anual de desechos sólidos se debe hallar multiplicando el valor diario por 365 días que corresponden a un año.

$$\mathbf{RSM \text{ (año)} = RSM \text{ (día)} * 365}$$

Dónde:

RSM (año) = Producción de residuos sólidos anual (Kg)



RSM (día) = Producción de residuos sólidos por día (Kg)

La producción de residuos sólidos acumulada se obtiene sumando año a año durante todo el tiempo de vida útil los residuos producidos para darnos el valor total de residuos que al final serán depositados en el relleno sanitario.

#### **3.4.2.1.4 Determinación del Volumen de los Residuos Sólidos**

El volumen diario de los residuos sólidos compactados se obtiene dividiendo la producción de residuos diaria entre la densidad de los residuos compactados, que para este caso, se considera 200 Kg/m<sup>3</sup>, según la fórmula siguiente:

$$\text{Vol. (día)} = \text{RSM (día)} / 2000 \text{ Kg/m}^3$$

Dónde:

Vol. (día) = Volumen diario de residuos sólidos compactados (m<sup>3</sup>)

RSM (día) = Producción de residuos sólidos por día (Kg)

En el caso del valor anual compactado se obtiene multiplicando el valor diario por 365 días, según la fórmula siguiente:

$$\text{Vol. (año)} = \text{Vol. (día)} * 365,$$

Dónde:

Vol. (año) = Volumen anual de residuos sólidos compactados (m<sup>3</sup>)

Vol. (día) = Volumen diario de residuos sólidos compactados (m<sup>3</sup>)

Para la determinación del volumen anual estabilizado se utiliza la producción de residuos sólidos anual y a ella se le divide entre la densidad de los residuos sólidos estabilizados, que para este caso se considera el valor de 300 kg/m<sup>3</sup>, según la fórmula siguiente:

$$\text{Vol. (estabilizado)} = \text{RSM (año)} / 300 \text{ Kg/m}^3,$$

Donde:

Vol. (estabilizado) = Volumen anual de residuos sólidos estabilizados (m<sup>3</sup>)

RSM (año) = Producción de residuos sólidos anual (Kg)

Al conformar las celdas de los residuos sólidos estas deben ser cubiertas, para lo cual se puede utilizar el material que se extrajo en el acondicionamiento de la zona, previa a la instalación del relleno; o material de zonas aledañas; corresponde fundamentalmente a tierra que permita una adecuada manipulación; esta cobertura incrementa el volumen de la celda; este incremento puede variar entre 20 a 25 %, pudiendo calcular el nuevo volumen con la siguiente formula

**Vol. (RS+MC) = Vol. (estabilizado) \* 0.2**

Dónde:

Vol. (RS+MC) = Volumen anual de residuos + material de cobertura (m<sup>3</sup>)

Vol. (estabilizado) = Volumen anual de residuos sólidos estabilizados (m<sup>3</sup>)

#### **3.4.2.1.5 Determinación del Área para el Relleno Sanitario**

Con el volumen calculado, se puede estimar el área requerida para la construcción del relleno sanitario, solamente si se puede estimar en forma aproximada la profundidad o altura del relleno. Esta solo se conocerá si se tiene una idea de la topografía de los alrededores. Pero una altura recomendable tanto por consideraciones ingenieriles, como económicas corresponde a una altura de 6 metros (EPA, 2015). Para el cálculo del área se debe considerar el volumen acumulado hasta el último año de vida útil el cual debe ser dividido entre la altura que en este caso corresponde a 6 metros.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados

#### 4.1.1 Resultados de la Densidad sin compactar

En el cuadro siguiente presenta la densidad sin compactar de los residuos domiciliarios, determinada tomando en cuenta el peso de residuos recolectados, entre el volumen en m<sup>3</sup> del cilindro donde se pesaron de los residuos sólidos.

**Tabla 2.**

*Resultado de Densidad Sin Compactar*

| Indicadores                     | Días  |       |       |       |       |       |       | Total  | Promedio |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|
|                                 | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |        |          |
| Volumen (M <sup>3</sup> )       | 0.18  | 0.18  | 0.18  | 0.18  | 0.18  | 0.18  | 0.18  | *****  | *****    |
| Masa (Kg)                       | 42.2  | 41.6  | 43.9  | 40.3  | 41.8  | 40.5  | 42.4  | *****  | *****    |
| Densidad (Kg. /m <sup>3</sup> ) | 234.4 | 231.1 | 243.8 | 223.8 | 232.2 | 225.0 | 234.4 | 1848.5 | 264.07   |

#### 4.1.2 Resultados de densidad Compactada

En el cuadro siguiente presenta la densidad compactada de los residuos domiciliarios, determinada tomando en cuenta el peso de residuos recolectados, entre el volumen en m<sup>3</sup> del cilindro donde se pesaron de los residuos sólidos.

**Tabla 3.***Resultado de Densidad Compactada*

| Indicadores                     | Días  |       |       |       |       |       |       | Total  | Promedio |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|
|                                 | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |        |          |
| Volumen (M <sup>3</sup> )       | 0.18  | 0.18  | 0.18  | 0.18  | 0.18  | 0.18  | 0.18  | *****  | *****    |
| Masa (Kg)                       | 52.8  | 53.7  | 53.8  | 57.3  | 53.8  | 58.5  | 55.4  | *****  | *****    |
| Densidad (Kg. /M <sup>3</sup> ) | 293.3 | 298.3 | 298.9 | 318.3 | 298.9 | 325.0 | 307.8 | 2140.6 | 305.7    |

La variación porcentual entre la densidad de residuos sólidos sin compactar y la densidad de residuos sólidos compactados permite tener una idea del grado de asentamiento de los residuos sólidos, cuando son dispuestos en algún espacio sin ningún tipo de tratamiento y de la reducción de volumen por la utilización de equipamiento urbano con compactación.

### 4.1.3 Resultados de Porcentaje de Humedad

Para la determinación del contenido de humedad de los residuos sólidos se procedió a la toma de siete muestras para su análisis correspondiente, obteniendo como resultado lo siguiente:

**Tabla 4.**

*Resultado de porcentaje de humedad*

| N°                      | Peso de crisol (g)<br>C | Peso de crisol + muestra húmeda (g) A | Peso neto del residuo (g) | Peso del crisol + residuo seco (g) B | Peso neto del residuo sin humedad (g) | % Calculo de la humedad |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| Muestra                 |                         |                                       |                           |                                      |                                       |                         |
| 1                       | 36.5                    | 86.5                                  | 50.0                      | 69.1                                 | 32.6                                  | 34.8                    |
| 2                       | 37.4                    | 87.4                                  | 50.0                      | 74.4                                 | 37                                    | 26.0                    |
| 3                       | 35.5                    | 85.5                                  | 50.0                      | 68.6                                 | 33.1                                  | 33.8                    |
| 4                       | 36.5                    | 86.5                                  | 50.0                      | 69.1                                 | 32.6                                  | 34.8                    |
| 5                       | 38.9                    | 88.9                                  | 50.0                      | 71.4                                 | 33.6                                  | 35.0                    |
| 6                       | 37.4                    | 89.7                                  | 50.0                      | 71.9                                 | 34.5                                  | 34.0                    |
| 7                       | 37.9                    | 85.8                                  | 50.0                      | 71.7                                 | 33.8                                  | 29.6                    |
| % Humedad de la muestra |                         |                                       |                           |                                      |                                       | 32.6%                   |

Como se puede apreciar el porcentaje de humedad resultante promedio es de 32.6 %, esto debido al número considerable de residuo solidos que se generan en los hogares.

El análisis de humedad de los residuos sólidos nos dará cuenta de la cantidad de agua que contiene una muestra de residuos sólidos, es por ello que se analizó en el laboratorio para tener mayor certeza de agua que se está generando.

El dato de la humedad como porcentaje en peso, es de utilidad para los cálculos de líquidos lixiviados producidos por los residuos tanto en su compactación como en su disposición final en relleno sanitario.

#### 4.1.4 Estimar del volumen del relleno sanitario y el área requerida del terreno

##### Cálculo PPC

$$\text{PPC} = \frac{\text{Volumen de desecho/semana} \times \text{densidad sin compactar}}{\text{Población} \times 7 \text{ días/semana} \times \text{cobertura}}$$

$$\text{PPC} = \frac{18 \text{ m}^3/\text{semana} \times 18862 \text{ Kg/m}^3}{18862 \text{ hab.} \times 7 \text{ días/semana} \times 0.6}$$

$$\text{PPC}_{2015} = 0.42 \text{ kg/hab./día} = 0.42 \text{ kg/hab./día}$$

Se estima que la producción per cápita aumentará en 1% anual.

$$\text{ppc}_{2015} = \text{ppc}_1 + (1\%) = 0.42 \times (1,01)$$

$$\text{ppc}_{2015} = 0,4242 \text{ kg/hab/día}$$

##### Tabla 5.

*Resultado de la producción percapita al 2030*

|         | Producción percapita |      |        |
|---------|----------------------|------|--------|
| PPC2016 | 0.4242               | 1.01 | 0.4284 |
| PPC2017 | 0.4284               | 1.01 | 0.4327 |
| PPC2018 | 0.4327               | 1.01 | 0.4370 |
| PPC2019 | 0.437                | 1.01 | 0.4414 |
| PPC2020 | 0.4414               | 1.01 | 0.4458 |
| PPC2021 | 0.4458               | 1.01 | 0.4503 |
| PPC2022 | 0.4503               | 1.01 | 0.4548 |
| PPC2023 | 0.4548               | 1.01 | 0.4593 |
| PPC2024 | 0.4593               | 1.01 | 0.4639 |
| PPC2025 | 0.4639               | 1.01 | 0.4685 |
| PPC2026 | 0.4685               | 1.01 | 0.4732 |
| PPC2027 | 0.4732               | 1.01 | 0.4779 |
| PPC2028 | 0.4779               | 1.01 | 0.4827 |
| PPC2029 | 0.4827               | 1.01 | 0.4875 |
| PPC2030 | 0.4875               | 1.01 | 0.4924 |

Se puede observar que la proyección al 2030, del cálculo per cápita colocando el primer año

0.42 kg/hab./día y suponiendo un incremento del 1% del incremento producido por los

desechos sólidos en el 2030 será de 0.49 kg/hab./día

### Cantidad de desechos sólidos

$$DSd = Pob \times ppc$$

$$DSd = 18862 \times 0,42 \frac{\text{kg}}{\text{hab/día}}$$

$$DSd = 7922.04 \text{ Kg/día}$$

La producción anual se calcula multiplicando la producción diaria de desechos sólidos por los 365 días del año

$$DS_{\text{anual}} = 7922.04 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \times 365 \frac{\text{días}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}} = 2891.54 \text{ t/año}$$

**Tabla 6.**

*Resultados de la cantidad de desechos solidos*

| Diaria   | Cantidad de desechos sólidos |           |
|----------|------------------------------|-----------|
|          | Anual                        | Acumulado |
| (kg/día) | ton                          | (ton/año) |
| 2        | 3                            | 4         |
| 7922.04  | 2891.54                      | 2891.54   |
| 8242.07  | 3008.36                      | 5899.90   |
| 8488.06  | 3098.14                      | 8998.04   |
| 8737.25  | 3189.10                      | 12187.13  |
| 8991.76  | 3281.99                      | 15469.13  |
| 9249.55  | 3376.08                      | 18845.21  |
| 9512.77  | 3472.16                      | 22317.37  |
| 9779.43  | 3569.49                      | 25886.86  |
| 10049.44 | 3668.04                      | 29554.91  |
| 10325.12 | 3768.67                      | 33323.57  |
| 10604.22 | 3870.54                      | 37194.11  |
| 10889.09 | 3974.52                      | 41168.63  |
| 11177.56 | 4079.81                      | 45248.44  |
| 11471.90 | 4187.24                      | 49435.68  |
| 11769.91 | 4296.02                      | 53731.70  |
| 12073.94 | 4406.99                      | 58138.69  |

Se realizó los cálculos de la cantidad de desecho sólido teniendo un acumulado de 2891.54 t/año en el año 2016.

### **Volumen de desechos sólidos**

Volumen de residuos anual compactado (Con una densidad de 200 kg/m<sup>3</sup> debido a la operación manual)

$$V_{\text{anual compactado}} = \frac{DS_{\text{anual}} \times 365}{Dr_{\text{sm}}} = \frac{7922.04 \text{ kg/día} \times 365 \text{ días/año}}{200 \text{ kg/m}^3} = 14457.72 \text{ m}^3/\text{año}$$

**Volumen de residuos anual estabilizado.** Con una densidad estimada de 300 kg/m<sup>3</sup> para el cálculo del volumen del relleno sanitario.

$$V_{\text{anual estabilizado}} = \frac{DS_{\text{anual}} \times 365}{Dr_{\text{sm}}} = \frac{7922.04 \text{ kg/día} \times 365 \text{ días/año}}{300 \text{ kg/m}^3} = 9638.48 \text{ m}^3/\text{año}$$

**Volumen del relleno sanitario estabilizado.** Está conformado por los residuos sólidos estabilizados y el material de cobertura.

**Material de cobertura.** Es la tierra necesaria para cubrir los residuos recién compactados y se calcula como 20% del volumen de basura recién compactado

$$mc = V_{\text{anual de residuos compactado}} \times 0,2 = 9638.48 \text{ m}^3/\text{año} \times 0,2 = 1927.69 \text{ m}^3 \text{ de tierra/año}$$

### **Volumen del relleno sanitario**

$$VRS = V_{\text{anual estabilizado}} + m. c. = 9638.48 \text{ m}^3/\text{año} + 1927.69 = 11566.17 \text{ m}^3/\text{año}$$



**Tabla 7.***Resultados del volumen de desechos solidos*

| <b>Volumen<br/>desechos sólidos</b> |                        |                            |                      |                  |                        |
|-------------------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------|------------------|------------------------|
| <b>Compactados</b>                  |                        | <b>Estabilizados</b>       |                      | <b>Relleno</b>   |                        |
| <b>Diaria</b>                       | <b>Anual</b>           | <b>m.c.</b>                | <b>Anual</b>         | <b>sanitario</b> | <b>Acu-<br/>mulado</b> |
| <b>(m<sup>3</sup>)</b>              | <b>(m<sup>3</sup>)</b> | <b>(m<sup>3</sup>/año)</b> | <b>m<sup>3</sup></b> | <b>(DS=m.c.)</b> | <b>(m<sup>3</sup>)</b> |
| 5                                   | 6                      | 7                          | 8                    | 9                | 10                     |
| 39.6                                | 14457.72               | 1927.696                   | 9638.482             | 1927.696         | 11566.17               |
| 41.2                                | 15041.78               | 2005.571                   | 10027.86             | 2005.571         | 12033.43               |
| 42.4                                | 15490.71               | 2065.428                   | 10327.14             | 2065.428         | 12392.57               |
| 43.7                                | 15945.48               | 2126.063                   | 10630.32             | 2126.063         | 12756.38               |
| 45.0                                | 16409.96               | 2187.995                   | 10939.97             | 2187.995         | 13127.97               |
| 46.2                                | 16880.42               | 2250.723                   | 11253.62             | 2250.723         | 13504.34               |
| 47.6                                | 17360.80               | 2314.773                   | 11573.87             | 2314.773         | 13888.64               |
| 48.9                                | 17847.46               | 2379.661                   | 11898.3              | 2379.661         | 14277.96               |
| 50.2                                | 18340.22               | 2445.363                   | 12226.82             | 2445.363         | 14672.18               |
| 51.6                                | 18843.34               | 2512.445                   | 12562.22             | 2512.445         | 15074.67               |
| 53.0                                | 19352.69               | 2580.359                   | 12901.8              | 2580.359         | 15482.16               |
| 54.4                                | 19872.59               | 2649.678                   | 13248.39             | 2649.678         | 15898.07               |
| 55.9                                | 20399.04               | 2719.872                   | 13599.36             | 2719.872         | 16319.23               |
| 57.4                                | 20936.21               | 2791.495                   | 13957.47             | 2791.495         | 16748.97               |
| 58.8                                | 21480.08               | 2864.011                   | 14320.05             | 2864.011         | 17184.06               |
| 60.4                                | 22034.95               | 2937.993                   | 14689.96             | 2937.993         | 17627.96               |

En la columna número 5 al 2030 la producción diaria de residuos sólidos compactados en el relleno será de 60.4 m<sup>2</sup>.

El volumen del relleno diario al 2030 será de 2937.993 m<sup>3</sup> anual del volumen de los residuos sólidos es decir que se requerirá un máximo de 2937.993 m<sup>2</sup> área para disponer de los residuos.

### Cálculo del área requerida

Cálculo del área por rellenar. Se asume una profundidad promedio de seis metros, las necesidades de área serán:

$$ARS_{2015} = \frac{VRS}{hRS} = \frac{11566.17 \text{ m}^3/\text{año}}{6 \text{ m}} = 1927.69 \text{ m}^2 (0.192 \text{ ha})$$

**Cálculo del área total.** Teniendo en cuenta un factor de aumento F para las áreas adicionales. En este caso, se asume 30%. Es decir:

$$AT = F \times ARS = 1,30 \times 1927.69 \text{ m}^2 = 2506.01 \text{ m}^2 (0,25 \text{ ha}^3)$$

### Tabla 8.

*Resultado del cálculo del área requerida al 2030*

| <b>Relleno Sanitario (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Área requerida</b> | <b>A Total (m<sup>2</sup>)</b> |
|--|-----------------------|--------------------------------|
| 11                                       |                       | 12                             |
| 1927.696                                 |                       | 2506.01                        |
| 2005.571                                 |                       | 2607.24                        |
| 2065.428                                 |                       | 2685.06                        |
| 2126.063                                 |                       | 2763.88                        |
| 2187.995                                 |                       | 2844.39                        |
| 2250.723                                 |                       | 2925.94                        |
| 2314.773                                 |                       | 3009.21                        |
| 2379.661                                 |                       | 3093.56                        |
| 2445.363                                 |                       | 3178.97                        |
| 2512.445                                 |                       | 3266.18                        |
| 2580.359                                 |                       | 3354.47                        |
| 2649.678                                 |                       | 3444.58                        |
| 2719.872                                 |                       | 3535.83                        |
| 2791.495                                 |                       | 3628.94                        |
| 2864.011                                 |                       | 3723.21                        |
| 2937.993                                 |                       | 3819.39                        |

Para el 2030 se debe adquirir un terreno de 3819.39 m<sup>2</sup>, donde se también se debe considerar una caseta de vigilancia, instalaciones sanitarias, vestidores y comedor para los trabajadores del relleno sanitario.

Por los resultados obtenidos de la generación per-cápita de los residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Alonso Alvarado con 0.42 kg/hab./día, pero el incremento al año 2030 será de 0.49 0.42 kg/hab./día, eso hace que el área total del relleno sanitario debe ser 12073.94 Kg/día, 12.7 hectáreas y de acuerdo al artículo 108 del D.S N° 014 – 2017 aprobado por el Ministerio del Ambiente Perú (2017), menciona relleno sanitario semi-mecanizado, cuya capacidad de operación diaria es más de seis (06) hasta cincuenta (50) Tn.

**Tabla 9.**

*Resumen de la estimación de cantidad, volumen de desechos sólidos y área requerida para relleno sanitario*

| ppc<br>kg/hab-<br>día | Cantidad de<br>desechos sólidos |              |                        | Volumen<br>desechos sólidos |                            |                               |                         |           |          | Área<br>requerida                   |   |                              |
|-----------------------|---------------------------------|--------------|------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------|----------|-------------------------------------|---|------------------------------|
|                       | Diaria<br>(kg/día)              | Anual<br>ton | Acumulado<br>(ton/año) | Compactados                 |                            |                               | Estabilizados           |           | Relleno  |                                     | Relleno<br>Sanitario<br>(m <sup>2</sup> ) | A Total<br>(m <sup>2</sup> ) |
|                       |                                 |              |                        | Diaria<br>(m <sup>3</sup> ) | Anual<br>(m <sup>3</sup> ) | m.c.<br>(m <sup>3</sup> /año) | Anual<br>m <sup>3</sup> | sanitario |          |                                     |   |                              |
|                       |                                 |              |                        |                             |                            |                               |                         | (DS=m.c.) |          | Acu-<br>mulado<br>(m <sup>3</sup> ) |   |                              |
| 1                     | 2                               | 3            | 4                      | 5                           | 6                          | 7                             | 8                       | 9         | 10       |                                     | 11  | 12                           |
| 0.420                 | 7922.04                         | 2891.54      | 2891.54                | 39.6                        | 14457.72                   | 1927.696                      | 9638.482                | 1927.696  | 11566.18 | 1927.696                            | 2506.01                                   |                              |
| 0.428                 | 8242.07                         | 3008.36      | 5899.90                | 41.2                        | 15041.78                   | 2005.571                      | 10027.86                | 2005.571  | 12033.43 | 2005.571                            | 2607.24                                   |                              |
| 0.433                 | 8488.06                         | 3098.14      | 8998.04                | 42.4                        | 15490.71                   | 2065.428                      | 10327.14                | 2065.428  | 12392.57 | 2065.428                            | 2685.06                                   |                              |
| 0.437                 | 8737.25                         | 3189.10      | 12187.13               | 43.7                        | 15945.48                   | 2126.063                      | 10630.32                | 2126.063  | 12756.38 | 2126.063                            | 2763.88                                   |                              |
| 0.441                 | 8991.76                         | 3281.99      | 15469.13               | 45.0                        | 16409.96                   | 2187.995                      | 10939.97                | 2187.995  | 13127.97 | 2187.995                            | 2844.39                                   |                              |
| 0.446                 | 9249.55                         | 3376.08      | 18845.21               | 46.2                        | 16880.42                   | 2250.723                      | 11253.62                | 2250.723  | 13504.34 | 2250.723                            | 2925.94                                   |                              |
| 0.450                 | 9512.77                         | 3472.16      | 22317.37               | 47.6                        | 17360.80                   | 2314.773                      | 11573.87                | 2314.773  | 13888.64 | 2314.773                            | 3009.21                                   |                              |
| 0.455                 | 9779.43                         | 3569.49      | 25886.86               | 48.9                        | 17847.46                   | 2379.661                      | 11898.3                 | 2379.661  | 14277.96 | 2379.661                            | 3093.56                                   |                              |
| 0.459                 | 10049.44                        | 3668.04      | 29554.91               | 50.2                        | 18340.22                   | 2445.363                      | 12226.82                | 2445.363  | 14672.18 | 2445.363                            | 3178.97                                   |                              |
| 0.464                 | 10325.12                        | 3768.67      | 33323.57               | 51.6                        | 18843.34                   | 2512.445                      | 12562.22                | 2512.445  | 15074.67 | 2512.445                            | 3266.18                                   |                              |
| 0.469                 | 10604.22                        | 3870.54      | 37194.11               | 53.0                        | 19352.69                   | 2580.359                      | 12901.8                 | 2580.359  | 15482.16 | 2580.359                            | 3354.47                                   |                              |
| 0.473                 | 10889.09                        | 3974.52      | 41168.63               | 54.4                        | 19872.59                   | 2649.678                      | 13248.39                | 2649.678  | 15898.07 | 2649.678                            | 3444.58                                   |                              |
| 0.478                 | 11177.56                        | 4079.81      | 45248.44               | 55.9                        | 20399.04                   | 2719.872                      | 13599.36                | 2719.872  | 16319.23 | 2719.872                            | 3535.83                                   |                              |
| 0.483                 | 11471.90                        | 4187.24      | 49435.68               | 57.4                        | 20936.21                   | 2791.495                      | 13957.47                | 2791.495  | 16748.97 | 2791.495                            | 3628.94                                   |                              |
| 0.488                 | 11769.91                        | 4296.02      | 53731.70               | 58.8                        | 21480.08                   | 2864.011                      | 14320.05                | 2864.011  | 17184.06 | 2864.011                            | 3723.21                                   |                              |
| 0.49                  | 12073.94                        | 4406.99      | 58138.69               | 60.4                        | 22034.95                   | 2937.993                      | 14689.96                | 2937.993  | 17627.96 | 2937.993                            | 3819.39                                   |                              |

## 4.2 Discusión

El promedio de densidad de los residuos sólidos del distrito de Alonso Alvarado sin compactar es de 264.07 Kg/m<sup>3</sup>. De igual manera resultados similares fueron encontrados por la Municipalidad distrital de Llata Huánuco (2015) donde la densidad promedio de los residuos domiciliarios sin compactar tuvo un valor de 217.83 kg.m<sup>-3</sup>.

En la Municipalidad distrital de Ate (2016) se encontró un valor para la densidad promedio de los residuos domiciliarios sin compactar de 222.43 kg.m<sup>-3</sup>. Así mismos resultados similares fueron encontrados por la Municipalidad distrital de Bagua Grande (2016) donde la densidad promedio de los residuos sin compactar fue 211.74 kg.m<sup>-3</sup>.

El porcentaje de humedad resultante promedio es de 32.6 %, esto debido al número considerable de residuo solidos que se generan en los hogares. Resultados aproximados fueron encontrados por Vera (2015) en la Municipalidad Provincial de Chumbivilcas donde, el contenido de la humedad de los residuos sólidos domiciliarios fue 27.23%. Igualmente, para la municipalidad distrital de Comas, (2014), el contenido de la humedad de los residuos sólidos domiciliarios fue 21.95%.

La generación per cápita de residuos sólidos en el distrito de Alonso Alvarado es de 0.42 kg/hab./día resultados similares fueron encontrados por la (Municipalidad distrital de Tarapoto, 2010) donde se encontró, 0.492 kg.hab<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup> de GPC, para los residuos sólidos domiciliarios. Resultados similares fueron encontrados por la Municipalidad del distrito de Zapatero (2012) donde se encontró una GPC de 0.507 kg.hab<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>. Igualmente, resultados equivalentes fueron encontrados por la Municipalidad del distrito de San Martín de Alao (2011) donde se encontró 0.441 kg.hab<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup> de GPC. Asimismo, en la Municipalidad del distrito de Caspizapa San Martín (2011) donde se encontró 0.56 kg.hab<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup> de GPC.

Según Noemí pacheco 2011, en su tesis realizada menciona que la producción per cápita de residuos sólidos diarios es de 0.18 kg/hab./día y el incremento anual será del 1 % con respecto a los residuos que se genera de manera anual, la cantidad de desechos sólidos diarios será de 117 m<sup>3</sup> y el volumen del relleno será el 22.4 % del volumen de los residuos sólidos es decir que para los cinco primeros años se obtendrá un máximo de 72148.8 m<sup>2</sup> de área para disponer los residuos sólidos para una población de 38000 habitantes, Comparando con los resultados obtenidos en el 2015 la producción per cápita de residuos sólidos es de 0.42 kg/hab./día y suponiendo un incremento del 1% del incremento producido por los desechos sólidos en el 2030 será de 0.49 kg/hab./día y al 2030 se tendrá una producción diaria de residuos sólidos compactados en el relleno de 60.4 m<sup>2</sup> y un volumen de 2937.993 m<sup>3</sup> anual del volumen de los residuos sólidos es decir que se requerirá un máximo de 2937.993 m<sup>2</sup> área para disponer de los residuos donde se debe adquirir un terreno de 3819.39 m<sup>2</sup>.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 CONCLUSIONES**

1. Con los cálculos obtenidos de la densidad compactado es de  $305.7 \text{ Kg/m}^3$ , 32.6% del porcentaje de humedad se estimó el volumen y el área para la disposición de los residuos sólidos de la municipalidad del distrito de Alonso Alvarado Roque Provincia de Lamas San Martin 2017.
2. Se calculó la densidad de residuos sólidos teniendo un promedio de  $264.07 \text{ Kg/m}^3$  de la densidad sin compactar y  $305.7 \text{ Kg/m}^3$  densidad compactado, con estos resultados se dimensiono el equipamiento de almacenamiento para su disposición final de los residuos sólidos de la municipalidad del distrito de Alonso Alvarado Roque Provincia de Lamas San Martin 2017.
3. Se obtuvo un promedio de 32.6% del porcentaje de humedad, con este valor se calculó el diseño del rellenos sanitarios de los residuos sólidos de la municipalidad del distrito de Alonso Alvarado Roque Provincia de Lamas San Martin 2017.
4. Se realizaron los cálculos matemáticos donde se estimó que para el 2030, el volumen será de  $2937.993 \text{ m}^3$  anual de los residuos sólidos de la municipalidad del distrito de Alonso Alvarado Roque Provincia de Lamas San Martin 2017.
5. La estimación requerida para el 2030 con un volumen de  $2937.993 \text{ m}^3$  anual de los residuos sólidos será de  $3819.39 \text{ m}^2$  área para disponer de los residuos sólidos de la municipalidad del distrito de Alonso Alvarado Roque Provincia de Lamas San Martin 2017.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

1. Se deben implementar nuevas tecnologías (compostaje, reciclado de plástico, vidrio y papel) para realizar el reciclado de los desechos sólidos desde el origen, para poder incrementar la vida útil del relleno sanitario.
2. Realizar campañas de sensibilización y separación de residuos sólidos a los centros educativos o instituciones que puedan reutilizar estos residuos para el compostaje o humus.
3. Realizar cálculos de lixiviados para conocer la cantidad que se está generando y como perjudica el medio ambiente.
4. Se recomienda impartir charlas para hacer conciencia a la población sobre la importancia de realizar la separación de los desechos sólidos, el valor de los desechos reciclables y las tecnologías que se pueden implementar para su disposición final.
5. Dar incentivos por parte de la municipalidad a las instituciones que realizan planes de recuperación de la materia prima de residuos sólidos.



## REFERENCIAS

- Álvaro, D. y Flores J. 2016. Universidad Nacional el Santa. Recuperado de:  
(<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2657/42942.pdf?sequence=1&isAllowed=y>).
- Municipalidad distrital de Comas (2014). Estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios. Recuperado el 02 de agosto del 2014 de:  
[http://www.municomas.gob.pe/anuncios/Estudio\\_de\\_Caracterizacion\\_de\\_Residuos\\_domiciliarios.pdf](http://www.municomas.gob.pe/anuncios/Estudio_de_Caracterizacion_de_Residuos_domiciliarios.pdf)
- Municipalidad distrital de Zapatero (2017). Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios Municipales de Zapatero y Pampa Hermosa. Recuperado el 13 de junio de 2017 de: [https://es.scribd.com/document/195127514/Informe\\_de\\_estudio\\_de\\_caracterización\\_de\\_RRSS\\_Zapatero](https://es.scribd.com/document/195127514/Informe_de_estudio_de_caracterización_de_RRSS_Zapatero).
- Inga, Y. (2015). Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la zona urbana del distrito de Llata, provincia de Huamalies, departamento de Huánuco. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva. Recuperado el 17 de mayo del 2017 de:  
[http://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades\\_academicas/FINALLL.pdf](http://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/FINALLL.pdf).
- López, N. 2009. *La Enseñanza Del Cuidadode La Naturaleza*. Silver Spr. España Madrid. Retrieved ([http://christintheclassroom.org/vol\\_39/39cc\\_157-176.pdf](http://christintheclassroom.org/vol_39/39cc_157-176.pdf)).
- Sarmiento, Meléndez, y Loyola. 2009. “Residuos Solidos y Areas Verdes.” Recuperado 18 de Junio 2018 de: (<http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/39096>).
- Ministerio del ambiente. 2015. *Guía Metodológica Para El Desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales*. Lima. Recuperado el 20 Junio de (<http://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302182233.pdf>).

Ministerio del Ambiente. 2015. *Clasificación de Municipalidades*. Lima. Recuperado el 22 de Mayo de (<http://www.minam.gob.pe/gals/wp-content/uploads/sites/59/2014/08/RM-N°-238-2015-MINAM-GALS.pdf>).

Ministerio del Ambiente. 2016. “Guía Metodológica Para El Desarrollo Del Plan de Manejo de Residuos Sólido.” Recuperado el 12 de Abril de: (<http://sial.segat.gob.pe/documentos/guia-metodologica-desarrollo-plan-manejo-residuos-solidos>).

Ministerio del Ambiente - MINAM. 2016. *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024*. Recuperado el 15 de Junio de: (<http://sinia.minam.gob.pe/documentos/plan-nacional-gestion-integral-residuos-solidos-2016-2024>).

Ministerio del Ambiente Perú. (2017). *Decreto Legislativo Que Aprueba La Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Recuperado el 17 de Abril de: (<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-N°-1278.pdf>).

Municipalidad distrital de Ate (2016). Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales 2016. Recuperado el 02 de noviembre del 2017 de: [http://www.muniate.gob.pe/ate/files/documentosPlaneamientoOrganizacion/Gestion\\_residuos\\_solidos/2017/Estudio\\_de\\_caracterizacion\\_de\\_residuos\\_solidos.pdf](http://www.muniate.gob.pe/ate/files/documentosPlaneamientoOrganizacion/Gestion_residuos_solidos/2017/Estudio_de_caracterizacion_de_residuos_solidos.pdf)

Municipalidad Provincial de Utcubamba. (2012). Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos del distrito de Bagua Grande. Recuperado el 12 de mayo del 2017 de: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/931%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/931%20(1).pdf)

Municipalidad Distrital de Santo Tomás de la Provincia de Chumbivilcas (2015). Estudio de caracterización de residuos sólidos del distrito de Santo Tomás de la provincia de Chumbivilcas. Recuperado el 22 de octubre del 2017 de:

<http://www.munichumbivilcas.gob.pe/doc/GGARRNN/SADSAD4FS5DFS4D56F465FDSF.pdf>

Municipalidad Provincial de San Martín. (2011). Plan de Manejo de los Residuos Sólidos. Recuperado el 17 de abril del 2017 de: [http://www.mpsm.gob.pe/architrans/pmrs/plan\\_de\\_manejo\\_de\\_residuos\\_solidos.pdf](http://www.mpsm.gob.pe/architrans/pmrs/plan_de_manejo_de_residuos_solidos.pdf)

Municipalidad distrital de San Martín Alao. (2011). Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos municipales del distrito de San Martín Alao. Recuperado el 27 de noviembre del 2016 de: [cdam.minam.gob.pe/.../Coaching%20PAT%20SNIP%20San%20Martin%20.../PIP%20](http://cdam.minam.gob.pe/.../Coaching%20PAT%20SNIP%20San%20Martin%20.../PIP%20)

Murillo, A. (2013). *La Mayordomía y El Medioambiente*. Lección 10. Retrieved (<http://www.escuela-sabatica.com/files/2013/1/com/2013-01-10ComentarioESUvq92.pdf>).

Presidencia del consejo de Ministros y el Ministerio de Economía y Finanzas. 2015. *Procedimiento Para El Cumplimiento de Meta Y La Asignación de Los Recursos Del Plan de Incentivo a La Mejora de La Gestión Y Modernización Municipal 2015*. Recuperado el 20 de Junio del 2017 de: (<http://www.minam.gob.pe/gals/wp-content/uploads/sites/59/2014/10/Decreto-supremo-033-2015-Procedimientos-del-Plan-de-Incentivos-Clasificación-Actual-de-Municipalidades.pdf>).

Hernandez, Fernandez y Baptista. 2010. *Metodología de La Investigación*. Quinta edi. edited by McGraw-Hill. México D.F.

Caceres, R. 2015. “Universidad Nacional Del Altiplano ‘gestion Integral de Los Residuos Solidos de La Ciudad de Juli Destinado Para Un Relleno Sanitario. Recuperado el 20 de Mayo del 2017 de: (<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2696?show=full>).

Sacha, R. (2014). “Segregación En La Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos.”

Universidad Católica del Perú. Recuperado el 5 de Junio del 2017  
([http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6285/Renteria\\_Jose\\_Zeballos\\_Maria\\_propuesta\\_mejora.pdf?sequence=1](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6285/Renteria_Jose_Zeballos_Maria_propuesta_mejora.pdf?sequence=1)).

Sangama, R. (2017). “Caracterización de Residuos Sólidos Municipales Del Distrito de Caynarachi, Lamas 2016.” Universidad Peruana Unión. Recuperado el 4 de Abril del 2018  
([http://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/978/Ronnel\\_Tesis\\_Bachiller\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/978/Ronnel_Tesis_Bachiller_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)).

Taype, G. 2006. “Caracterización de Los Residuos Sólidos En Castilla Piura , Perú  
Characterization of Solid Residuals In Castilla - Piura , Peru.” 11(2):73–79. Recuperado el 10 de Setiembre del 2017 de:  
(<https://scholar.google.com.pe/scholar?um=1&ie=UTF-8&lr&cites=2363721733507971544>).

## ANEXOS

Anexo 1. Datos para calcular la Densidad

| V: Volumen del residuo sólido m <sup>3</sup> | $\pi$  | D    | $(D/2)^2$ (m) | H (m) |
|--|--------|------|---------------|-------|
| 0.18   | 3.1416 | 0.58 | $(0.58/2)^2$  | 0.7   |
| 0.18   | 3.1416 | 0.58 | $(0.58/2)^2$  | 0.7   |
| 0.18   | 3.1416 | 0.58 | $(0.58/2)^2$  | 0.7   |
| 0.18   | 3.1416 | 0.58 | $(0.58/2)^2$  | 0.7   |
| 0.18   | 3.1416 | 0.58 | $(0.58/2)^2$  | 0.7   |
| 0.18   | 3.1416 | 0.58 | $(0.58/2)^2$  | 0.7   |
| 0.18   | 3.1416 | 0.58 | $(0.58/2)^2$  | 0.7   |
| 0.18   | 3.1416 | 0.58 | $(0.58/2)^2$  | 0.7   |
| 0.18   | 3.1416 | 0.58 | $(0.58/2)^2$  | 0.7   |

Anexo 2. Resultados de la densidad si compactar

| Densidad de los residuos sólidos (kg/m <sup>3</sup> ) | W: Peso de los residuos sólidos                                  | V: Volumen del residuo sólido |
|---|--|-------------------------------|
| 234.4   | 42.2   | 0.18                          |
| 231.1   | 41.6   | 0.18                          |
| 243.8   | 43.9   | 0.18                          |
| 223.8   | 40.3   | 0.18                          |
| 232.2   | 41.8   | 0.18                          |
| 225.0   | 40.5   | 0.18                          |
| 234.4   | 42.4   | 0.18                          |
| 1624.7  | Densidad de los residuos sólidos (kg/m <sup>3</sup> ) por semana |                               |

Anexo 3. Resultados de la densidad compactado

| Densidad de los residuos sólidos (kg/m <sup>3</sup> ) | W: Peso de los residuos sólidos | V: Volumen del residuo sólido |
|---|---------------------------------|-------------------------------|
| 293.3   | 52.8                            | 0.18                          |
| 298.3   | 53.7                            | 0.18                          |
| 298.9   | 53.8                            | 0.18                          |
| 318.3   | 57.3                            | 0.18                          |
| 298.9   | 53.8                            | 0.18                          |
| 325.0   | 58.5                            | 0.18                          |
| 307.8   | 55.4                            | 0.18                          |

Anexo 4. Resultados del análisis realizado en el laboratorio

| N°                      | Peso de crisol (g)<br>C | Peso de crisol + muestra húmeda (g) A | Peso neto del residuo (g) | Peso del crisol + residuo seco (g) B | Peso neto del residuo sin humedad (g) | % Calculo de la humedad |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| Muestra                 |                         |                                       |                           |                                      |                                       |                         |
| 1                       | 36.5                    | 86.5                                  | 50.0                      | 69.1                                 | 32.6                                  | 34.8                    |
| 2                       | 37.4                    | 87.4                                  | 50.0                      | 74.4                                 | 37                                    | 26.0                    |
| 3                       | 35.5                    | 85.5                                  | 50.0                      | 68.6                                 | 33.1                                  | 33.8                    |
| 4                       | 36.5                    | 86.5                                  | 50.0                      | 69.1                                 | 32.6                                  | 34.8                    |
| 5                       | 38.9                    | 88.9                                  | 50.0                      | 71.4                                 | 33.6                                  | 35.0                    |
| 6                       | 37.4                    | 89.7                                  | 50.0                      | 71.9                                 | 34.5                                  | 34.0                    |
| 7                       | 37.9                    | 85.8                                  | 50.0                      | 71.7                                 | 33.8                                  | 29.6                    |
| % Humedad de la muestra |                         |                                       |                           |                                      |                                       | 32.6%                   |



Anexo 5. Población y ubicación geográfica del Departamento de San Martín

|           |                           |               |                      |
|-----------|---------------------------|---------------|----------------------|
| 33        | <b>Huallaga</b>           | <b>25,328</b> | <b>Saposoa</b>       |
| 34        | Saposoa                   | 11,341        | Saposoa              |
| 35        | Alto Saposoa              | 3,148         | Pasarraya            |
| 36        | El Eslabón                | 3,753         | El Eslabón           |
| 37        | Piscoyacu                 | 3,830         | Piscoyacu            |
| 38        | Sacanche                  | 2,584         | Sacanche             |
| 39        | Tingo de Saposoa          | 672           | Tingo de Saposoa     |
| 41        | <b>Lamas</b>              | <b>84,921</b> | <b>Lamas</b>         |
| 42        | Lamas                     | 12,434        | Lamas                |
| <b>43</b> | <b>Alonso de Alvarado</b> | <b>18,862</b> | <b>Roque</b>         |
| 44        | Barranquita               | 5,085         | Barranquita          |
| 45        | Caynarachi                | 7,899         | Pongo de Caynarachi  |
| 46        | Cuñumbuqui                | 4,681         | Cuñumbuqui           |
| 47        | Pinto Recodo              | 10,663        | Pinto Recodo         |
| 48        | Rumisapa                  | 2,481         | Rumisapa             |
| 49        | San Roque de Cumbaza      | 1,450         | San Roque de Cumbaza |
| 50        | Shanao                    | 3,460         | Shanao               |
| 51        | Tabalosos                 | 13,130        | Tabalosos            |
| 52        | Zapatero                  | 4,776         | Zapatero             |
| 54        | <b>Mariscal Cáceres</b>   | <b>50,608</b> | <b>Juanjui</b>       |
| 55        | Juanjui                   | 26,364        | Juanjui              |
| 56        | Campanilla                | 7,642         | Campanilla           |
| 57        | Huicungo                  | 6,481         | Huicungo             |
| 58        | Pachiza                   | 4,180         | Pachiza              |
| 59        | Pajarillo                 | 5,941         | Pajarillo            |

Anexo 6. Cálculos para la estimar el volumen y el área requerida para el relleno

### **Cálculo PPC**

$$\text{PPC} = \frac{\text{Volumen de desecho/semana} \times \text{densidad sin compactar}}{\text{Población} \times 7 \text{ días/semana} \times \text{cobertura}}$$

$$\text{PPC} = \frac{18 \text{ m}^3/\text{semana} \times 1848.5 \text{ Kg/m}^3}{18862 \text{ hab.} \times 7 \text{ días/semana} \times 0.6}$$

$$\text{PPC} = 0.42 \text{ kg/hab./día}$$

### **Cálculo de la generación diaria de basura**

18862 habitantes de una ciudad cuya generación por habitante se estimó en 0.42 kg/hab/día

$$\text{DSd} = \text{Pob} \times \text{ppc}$$

$$\text{DSd} = 18862 \times 0.42 = 776.4 \text{ kg/día} = 0.77 \text{ t/día}$$

Si el relleno operará seis días a la semana, ¿cuánta basura será necesario procesar cada día hábil?

$$\text{DSd hábil} = \frac{7 \times 0.77}{6} = 0.89 \text{ t/día}$$

### **Cálculo de volumen necesario del relleno**

La administración municipal de una ciudad tiene entre sus proyectos construir un relleno sanitario como solución al destino final de su basura. Se necesita conocer la cantidad de basura producida, el volumen del relleno y el área requerida para iniciar la selección del sitio. Para tal efecto, se dispone de la siguiente información

|  |                            |
|--|----------------------------|
| Población en el área urbana  | 18862 habitantes           |
| Tasa de crecimiento de la población                                | 2 % anual                  |
| Volumen de desechos sólidos recolectados en el vehículo recolector | 126 m <sup>3</sup> /semana |
| Cobertura del servicio de recolección de residuos sólidos          | 90%                        |
| Densidad de los residuos sólidos (sin compactación)                | 264.07 kg/m <sup>3</sup>   |
| Recién compactados en el relleno sanitario manual                  | 200 kg/m <sup>3</sup>      |
| Estabilizados en el relleno sanitario manual                       | 300 kg/m <sup>3</sup>      |

## Proyección de la población

Se adoptará un crecimiento geométrico para el cálculo de la proyección de la población con una tasa de 2 % anual.

$$Pf = P1 (1 + r)^n$$

| Pf = P1 (1 + r) <sup>n</sup> |   |                       |   |         |
|------------------------------|---|-----------------------|---|---------|
| Pf <sub>2015</sub>           |   | 18862                 |   |         |
| Pf <sub>2016</sub>           | = | 18862 (1+ (0,02)(1))  | = | 19239.2 |
| Pf <sub>2017</sub>           | = | 18863 (1+ (0,02)(2))  | = | 19616.5 |
| Pf <sub>2018</sub>           | = | 18864 (1+ (0,02)(3))  | = | 19993.7 |
| Pf <sub>2019</sub>           | = | 18865 (1+ (0,02)(4))  | = | 20371.0 |
| Pf <sub>2020</sub>           | = | 18866 (1+ (0,02)(5))  | = | 20748.2 |
| Pf <sub>2021</sub>           | = | 18867 (1+ (0,02)(6))  | = | 21125.4 |
| Pf <sub>2022</sub>           | = | 18868 (1+ (0,02)(7))  | = | 21502.7 |
| Pf <sub>2023</sub>           | = | 18869 (1+ (0,02)(8))  | = | 21879.9 |
| Pf <sub>2024</sub>           | = | 18870 (1+ (0,02)(9))  | = | 22257.2 |
| Pf <sub>2025</sub>           | = | 18871 (1+ (0,02)(10)) | = | 22634.4 |
| Pf <sub>2026</sub>           | = | 18872 (1+ (0,02)(11)) | = | 23011.6 |
| Pf <sub>2027</sub>           | = | 18873 (1+ (0,02)(12)) | = | 23388.9 |
| Pf <sub>2028</sub>           | = | 18874 (1+ (0,02)(13)) | = | 23766.1 |
| Pf <sub>2029</sub>           | = | 18875 (1+ (0,02)(14)) | = | 24143.4 |
| Pf <sub>2030</sub>           | = | 18876 (1+ (0,02)(15)) | = | 24520.6 |

## Cálculo PPC

$$\text{PPC} = \frac{\text{Volumen de desecho/semana} \times \text{densidad sin compactar}}{\text{Población} \times 7 \text{ días/semana} \times \text{cobertura}}$$

$$\text{PPC} = \frac{18 \text{ m}^3/\text{semana} \times 18862 \text{ Kg/m}^3}{18862 \text{ hab.} \times 7 \text{ días/semana} \times 0.6}$$

$$\text{PPC}_{2015} = 0.42 \text{ kg/hab./día} = 0.42 \text{ kg/hab./día}$$

Se estima que la producción per cápita aumentará en 1% anual.

$$\text{ppc}_{2015} = \text{ppc}_1 + (1\%) = 0.42 \times (1,01)$$

$$\text{ppc}_{2015} = 0,4242 \text{ kg/hab/día}$$

|         |        |      |        |
|---------|--------|------|--------|
| PPC2016 | 0.4242 | 1.01 | 0.4284 |
| PPC2017 | 0.4284 | 1.01 | 0.4327 |
| PPC2018 | 0.4327 | 1.01 | 0.4370 |
| PPC2019 | 0.437  | 1.01 | 0.4414 |
| PPC2020 | 0.4414 | 1.01 | 0.4458 |
| PPC2021 | 0.4458 | 1.01 | 0.4503 |
| PPC2022 | 0.4503 | 1.01 | 0.4548 |
| PPC2023 | 0.4548 | 1.01 | 0.4593 |
| PPC2024 | 0.4593 | 1.01 | 0.4639 |
| PPC2025 | 0.4639 | 1.01 | 0.4685 |
| PPC2026 | 0.4685 | 1.01 | 0.4732 |
| PPC2027 | 0.4732 | 1.01 | 0.4779 |
| PPC2028 | 0.4779 | 1.01 | 0.4827 |
| PPC2029 | 0.4827 | 1.01 | 0.4875 |
| PPC2030 | 0.4875 | 1.01 | 0.4924 |

### Cantidad de desechos sólidos

$$DSd = Pob \times ppc$$

$$DSd = 18862 \times 0,42 \text{ Kg/día}$$

$$DSd = 7922.04 \text{ Kg/día}$$

La producción anual se calcula multiplicando la producción diaria de desechos sólidos por los 365 días del año.

$$DS_{\text{anual}} = \frac{7922.04 \text{ kg}}{\text{días}} \times \frac{365 \text{ días}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}} = 2891.54 \text{ t/año}$$

### Volumen de desechos sólidos

Volumen de residuos anual compactado (Con una densidad de 200 kg/m<sup>3</sup> debido a la operación manual)

$$V_{\text{anualcompactado}} = \frac{DS \text{ anual} \times 365}{Drsm} = \frac{7922.04 \text{ kg/día} \times 365 \text{ días/año}}{200 \text{ kg/m}^3} = 14457.72 \text{ m}^3/\text{año}$$

**Volumen de residuos anual estabilizado.** Con una densidad estimada de 300 kg/m<sup>3</sup> para el cálculo del volumen del relleno sanitario.

$$V_{\text{anual estabilizado}} = \frac{DS \text{ anual} \times 365}{Drsm} = \frac{7922.04 \text{ kg/día} \times 365 \text{ días/año}}{300 \text{ kg/m}^3} = 9638.48 \text{ m}^3/\text{año}$$

**Volumen del relleno sanitario estabilizado.** Está conformado por los residuos sólidos estabilizados y el material de cobertura.

**Material de cobertura.** Es la tierra necesaria para cubrir los residuos recién compactados y se calcula como 20% del volumen de basura recién compactado

$$mc = V_{\text{anual de residuos compactado}} \times 0,2 = 9638.48 \text{ m}^3/\text{año} \times 0,2 = 1927.69 \text{ m}^3 \text{ de tierra/año}$$

Volumen del relleno sanitario

$$\text{VRS} = \text{Vannual estabilizado} + \text{m. c.} = 9638.48 \text{ m}^3/\text{año} + 1927.69 = 11566.17 \text{ m}^3/\text{año}$$

### **Cálculo del área requerida**

Cálculo del área por rellenar. Se asume una profundidad promedio de seis metros, las necesidades de área serán:

$$\text{ARS}_{2015} = \frac{\text{VRS}}{\text{hRS}} = \frac{11566.17 \text{ m}^3/\text{año}}{6 \text{ m}} = 1927.69 \text{ m}^2 (0.192 \text{ ha})$$

**Cálculo del área total.** Teniendo en cuenta un factor de aumento F para las áreas adicionales. En este caso, se asume 30%. Es decir:

$$\text{AT} = \text{F} \times \text{ARS} = 1,30 \times 1927.69 \text{ m}^2 = 2505.09 \text{ m}^2 (0,25 \text{ ha}^3)$$

## Anexo 7. Galerías de Fotos



Cuardeo de los residuos solidos



Anexo 8. Análisis del porcentaje de humedad



Anexo 9. Autorización de publicación de fotografías



***“Año del Dialogo y la Reconciliación Nacional”***

***AUTORIZACIÓN***

***PARA PUBLICACIÓN DE FOTOS EN LA TESIS***

Me es grato dirigirme a nombre de la Municipalidad Distrital Alonso de Alvarado, deseándoles muchas bendiciones de Dios, en su institución y desearles que sigan con ese entusiasmo de egresar buenos profesionales, a nuestra ciudadanía peruana y al mismo tiempo autorizar a los bachilleres Edgar León Julca, identificado con DNI 46091547 y Antony Raciél Meléndez Angulo, identificado con DNI 46785672, para la publicación de las fotos tomadas en los residuos sólidos de Roque y Pinshapampa, del Distrital Alonso de Alvarado, con la finalidad de plasmar en la Tesis, Titulado “Evaluación del porcentaje de humedad y densidad de los residuos sólidos municipales del Distrito Alonso de Alvarado – Roque, Provincia de Lamas, Región San Martín”, y de esa manera obtener el Título Profesional, de la Escuela Profesional De Ingeniería Ambiental, en la Universidad Peruana Unión.

Es todo cuanto puedo informar a su distinguido despacho me suscribo de usted reiterándole las muestras de nuestra especial consideración y estima.

Alonso de Alvarado, 28 de Noviembre del 2018.

CREAR  
MUNICIPALIDAD DISTRITAL  
ALONSO DE ALVARADO  
Inga. Santa Maritza Ciguenas Pina  
GERENTE GESTIÓN AMBIENTAL  
ORDENAMIENTO TERRITORIAL