



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE
SULLANA

**ESTUDIO DE
CARACTERIZACIÓN DE
RESIDUOS SÓLIDOS
MUNICIPALES**

JUNIO 2019

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 4 |
| I. OBJETIVOS DEL ESTUDIO | 5 |
| 1.1 Objetivo General | 5 |
| 1.2 Objetivos Específicos | 5 |
| II. METODOLOGIA DEL ESTUDIO | 5 |
| 2.1 Determinación de número de muestras domiciliarias | 5 |
| 2.1.1 Zonificación del distrito | 5 |
| 2.1.2 Determinación y proyección de la población actual | 6 |
| 2.1.3 Determinación del tamaño y distribución de la muestra por ubicación espacial | 6 |
| 2.2 Determinación de número de muestras no domiciliarias | 8 |
| 2.2.1 Identificación de las principales actividades económicas del distrito de acuerdo al índice de usos | 8 |
| 2.2.2 Determinación del número de muestra de generadores de residuos no domiciliarios | 10 |
| 2.2.3 Determinación de la distribución de la muestra por ubicación espacial | 12 |
| 2.3 Procedimiento para la realización del estudio | 13 |
| 2.3.1 Coordinaciones generales | 13 |
| 2.3.2 Conformación del equipo técnico y de campo, y capacitación | 13 |
| 2.3.3 Determinación de equipos y materiales a utilizar en el estudio | 15 |
| 2.3.4 Sensibilización y empadronamiento | 16 |
| 2.3.5 Plan de seguridad e higiene | 18 |
| 2.4 Ejecución del estudio | 18 |
| 2.4.1 Recolección de muestras domiciliarias | 18 |
| 2.4.1.1 Determinación de la generación per-cápita | 18 |
| 2.4.1.2 Determinación de la composición física de los residuos sólidos | 19 |
| 2.4.1.3 Determinación de la densidad | 20 |
| 2.4.1.4 Determinación de la humedad | 22 |
| 2.4.2 Recolección de muestras de generadores no domiciliarios | 22 |
| 2.4.2.1 Determinación de la generación | 22 |
| 2.4.2.2 Determinación de la composición física de los residuos sólidos | 23 |
| 2.4.2.3 Determinación de la densidad | 24 |
| 2.4.2.4 Determinación de la humedad | 26 |
| III. PRESENTACION DE RESULTADOS DEL ESTUDIO | 26 |
| 3.1 Resultados de la caracterización domiciliaria | 26 |
| 3.1.1 Generación per cápita (GPC) de los residuos sólidos domiciliarios | 26 |
| 3.1.2 Densidad de residuos sólidos domiciliarios | 27 |
| 3.1.3 Composición física de los residuos sólidos domiciliarios | 27 |



| | | |
|--|--|-----------|
| 3.1.4 | Humedad de los residuos sólidos domiciliarios | 29 |
| 3.2 | Resultados de la caracterización no domiciliaria | 31 |
| 3.2.1 | Generación total | 31 |
| 3.2.2 | Densidad de residuos sólidos domiciliarios | 33 |
| 3.2.3 | Composición física de los residuos sólidos domiciliarios | 33 |
| 3.2.4 | Humedad de los residuos sólidos domiciliarios | 35 |
| 3.3 | Resultados generales de la caracterización | 37 |
| 3.3.1 | Generación total y Generación Per Cápita total municipal | 37 |
| 3.3.2 | Densidad suelta de residuos sólidos municipales | 38 |
| 3.3.3 | Composición general de los residuos sólidos municipales | 38 |
| IV. | CONCLUSIONES | 40 |
| V. | RECOMENDACIONES | 41 |
| VI. | BIBLIOGRAFÍA | 41 |
| VII. | ANEXOS | 42 |
| Anexo N° 01: Copia de Resolución de Equipo de Planificación Anexo N° 02: Registro de participantes a taller de capacitación Anexo N° 03: Registro de generadores de residuos sólidos domiciliarios Anexo N° 04: Copia de comunicación oficial a generadores de residuos sólidos domiciliarios Anexo N° 05: Registro de generadores de residuos sólidos no domiciliarios Anexo N° 06: Copia de invitaciones a generadores de residuos sólidos no domiciliarios Anexo N° 07: Resultados de análisis de laboratorios del parámetro de humedad para residuos sólidos domiciliarios Anexo N° 08: Resultados de análisis de laboratorios del parámetro de humedad para residuos sólidos no domiciliarios Anexo N° 09: Acta de acuerdos de equipo de planificación Anexo N° 10: Registro Fotográfico | | |



INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye el Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos Municipales de la ciudad de Sullana, realizado entre el 15 de mayo y el 07 de junio del 2019.

Para este trabajo se utilizó la metodología recomendada por el Ministerio del Ambiente indicada en la “Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales” aprobada con Resolución Ministerial N° 457-2018-MINAM del 31 de diciembre de 2018.

La gestión de residuos sólidos es un proceso que ha venido realizándose en el Perú siempre bajo la premisa de la solución inmediata de las necesidades de la población, pero sin resultados efectivos, debido a que en muchos casos no se toma en cuenta procesos de planificación a corto, mediano y largo plazo, ni la participación multisectorial tan importante en este caso.

Un punto de partida para la correcta gestión de los residuos sólidos en el ámbito municipales, es la caracterización de los mismos y a partir de este estudio, realizar un proceso de planificación para la ampliación o mejora de los servicios de limpieza pública y el dimensionamiento de infraestructura de valorización y disposición final de los residuos sólidos, y por consiguiente mejorar las condiciones medio ambientales del planeta y la calidad de vida de la población.



I. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Obtener los valores de parámetros físicos de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios de la ciudad de Sullana, que permitan el dimensionamiento adecuado del sistema de manejo integral de los mismos.

1.2 Objetivos Específicos

- Calcular la producción per cápita de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios.
- Determinar la cantidad y calidad de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios.
- Determinar la composición física de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios.
- Determinar la densidad de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios.
- Determinar la humedad de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios.

II. METODOLOGIA DEL ESTUDIO

2.1 Determinación de número de muestras domiciliarias

2.1.1 Zonificación del distrito

La zonificación distrital permite determinar áreas homogéneas o con características similares y delimitarlas gráficamente con fines de planificación.

Se determinó que las zonas donde se tomaría las muestras para realizar el estudio serían: Urb. Los Jardines, Urb. Mariano Santos, A.H. Nuevo Sullana y el Centro de la ciudad.



2.1.2 Determinación y proyección de la población actual

Según el XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas o Censo peruano de 2017, denominado simplemente como Censo 2017, determinó que la cantidad de viviendas y población es como se detalla a continuación:

| ZONA | POBLACION | VIVIENDA |
|--------------|----------------|---------------|
| Urbana | 161,974 | 46,420 |
| Rural | 7,361 | 2,579 |
| TOTAL | 169,335 | 47,947 |

2.1.3 Determinación del tamaño y distribución de la muestra por ubicación espacial

La “Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales” aprobada Ministerio del Ambiente establece el tamaño de muestra para diversas cantidades de viviendas en las ciudades o localidades, como se indica en el siguiente cuadro:

| Rango de viviendas (N) | Tamaño de muestra (n) | Muestras de contingencia (20% de n) | Total de muestras domiciliarias |
|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Hasta 500 viviendas | 45 | 9 | 54 |
| Más de 500 y hasta 1,000 viviendas | 71 | 14 | 85 |
| Más de 1,000 y hasta 5,000 viviendas | 94 | 19 | 113 |
| Más de 5,000 y hasta 10,000 viviendas | 95 | 19 | 114 |
| Más de 10,000 | 95 | 23 | 119 |



Teniendo en cuenta que, según el censo del año 2017 Sullana como distrito cuenta con 47,947 viviendas, es decir más de 10,000 viviendas, le corresponde un tamaño total de muestras domiciliarias de 119 viviendas.

De acuerdo a la información proporcionada por la Oficina de Catastro, la cantidad de viviendas por nivel socio-económico será la siguiente:

| Nivel Socio económico | Cantidad de viviendas | Representatividad % |
|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| A | 9,577 | 19.97 |
| B | 4,222 | 8.81 |
| C | 34,148 | 71.22 |
| Total | 47,947 | 100 |

La distribución del tamaño de la muestra se muestra a continuación:

| Nivel Socio económico | Representatividad % | Total de muestra |
|-----------------------|---------------------|------------------|
| A | 19.97 | 24 |
| B | 8.81 | 10 |
| C | 71.22 | 85 |
| Total | 100 | 119 |



Zona de estudio



Distribución de Muestras



2.2 Determinación de número de muestras no domiciliarias y especiales

2.2.1 Identificación de las principales actividades económicas del distrito de acuerdo al índice de usos

Las actividades económicas que se desarrollan en Sullana están agrupadas en las categorías que se detallan en el cuadro siguiente:

| FUENTES DE GENERACION | GIRO |
|------------------------------|---|
| Establecimientos Comerciales | <ul style="list-style-type: none"> • Bodega • Librería • Bazar • Cabinas de internet • Locutorios • Panadería • Ferretería |



| FUENTES DE GENERACION | GIRO |
|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Farmacia y Boticas • Salones de belleza • Peluquerías • Centros de entretenimiento (Cines, discotecas, casinos, otros) |
| | <ul style="list-style-type: none"> • |
| Instituciones públicas y privadas | <ul style="list-style-type: none"> • Entidades públicas y privadas • Iglesias • Bancos} • Oficinas administrativas |
| Instituciones Educativas | <ul style="list-style-type: none"> • Colegios • Institutos |
| Hoteles | <ul style="list-style-type: none"> • Hoteles • Hospedajes • Hostales |
| Mercados | <ul style="list-style-type: none"> • Mercados • Supermercados • Minimarkets |
| Restaurantes | <ul style="list-style-type: none"> • Restaurantes • Cevicherías • Bares • Venta de comida rápida |
| Barrido y limpieza de espacios públicos | <ul style="list-style-type: none"> • Servicio de barrido y limpieza de calles • Servicio de mantenimiento de áreas verdes |

De la información proporcionada se tiene la siguiente distribución de fuentes generadoras no domiciliarias:

| Fuentes de generación de residuos sólidos no domiciliarios | Cantidad total de fuentes de generación no domiciliarios | Representatividad % |
|--|--|---------------------|
| Establecimientos Comerciales | 940 | 47.3 |



| | | |
|-----------------------------------|-------------|------------|
| Restaurantes | 695 | 35.0 |
| Hoteles | 62 | 3.1 |
| Instituciones públicas o privadas | 290 | 14.6 |
| TOTAL | 1987 | 100 |

Para instituciones Educativas, tenemos:

| Nivel | Cantidad de Instituciones Educativas |
|--------------|---|
| Inicial | 83 |
| Primaria | 98 |
| Secundaria | 58 |
| Superior | 5 |
| TOTAL | 244 |

2.2.2 Determinación del número de muestra de generadores de residuos no domiciliarios

La “Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales” aprobada Ministerio del Ambiente establece el tamaño de muestra para diversas cantidades de generadores no domiciliarios, como se indica en el siguiente cuadro:

| Rango de total de fuentes de generadores no domiciliarios en el distrito (N) | Tamaño de muestra (n) | Muestras de contingencia | Total de muestras no domiciliarias |
|---|------------------------------|---------------------------------|---|
| Menor a 50 generadores | n<50 | 0 | Es igual a n |
| Más de 50 y hasta 100 | 50 | 10 | 60 |



| | | | |
|--------------------------|----|----|-----|
| Más de 100 y hasta 250 | 70 | 14 | 84 |
| Más de 250 y hasta 500 | 81 | 16 | 97 |
| Más de 500 y hasta 1,000 | 88 | 18 | 106 |
| Más de 1,000 | 88 | 22 | 110 |

De la información proporcionada se tiene que existen 1987 fuentes de generación de residuos sólidos no domiciliarios, por lo que se deduce del cuadro anterior que, corresponde trabajar con 110 fuente generadoras.

La distribución del tamaño de la muestra se muestra a continuación:

| Fuentes de generación de residuos sólidos no domiciliarios | Representatividad % | Total de muestras por fuente de generación |
|--|---------------------|--|
| Establecimientos Comerciales | 47.3 | 59 |
| Restaurantes | 35.0 | 34 |
| Hoteles | 3.1 | 3 |
| Instituciones públicas o privadas | 14.6 | 14 |
| TOTAL | 100 | 110 |

A continuación, se muestra la subdivisión de muestras en clases de generación de residuos sólidos en establecimientos comerciales:

| Clases de fuentes de generación de residuos sólidos "Establecimientos comerciales" | N° de comercios | Clase |
|--|-----------------|-------|
| Bodegas | 335 | 1 |
| Librerías | 62 | 2 |
| Bazares | 298 | 2 |
| Cabinas de internet | 11 | 2 |
| Locutorios | 4 | 2 |
| Panaderías | 37 | 1 |



| | | |
|---------------------|------------|---|
| Ferreterías | 35 | 3 |
| Farmacias y Boticas | 39 | 4 |
| Salones de belleza | 58 | 4 |
| Peluquerías | 19 | 4 |
| Entretenimiento | 42 | 5 |
| Total | 940 | |

Luego para el total de muestras por clases de establecimientos comerciales, tenemos:

| Clases | N° de comercios | Representatividad % | Total de muestras por clase |
|--------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|
| 1 | 372 | 39.57 | 23 |
| 2 | 375 | 39.89 | 24 |
| 3 | 35 | 3.72 | 2 |
| 4 | 116 | 12.34 | 7 |
| 5 | 42 | 4.47 | 3 |
| Total | 940 | 100 | 59 |

2.2.3 Determinación de la distribución de la muestra por ubicación espacial

Para esta etapa del estudio, se ha contado con la participación de la zona céntrica de la ciudad donde se concentra la mayor cantidad de fuentes de generación de residuos sólidos no domiciliarios

Distribución de Muestras





2.3 Procedimiento para la realización del estudio

2.3.1 Coordinaciones generales

Para la realización de este estudio se sostuvo reuniones de coordinación con el Gerente de Gestión Ambiental Ing. Luis Llacsahuanga Timoteo, con el responsable de la Unidad de Residuos Sólidos Pedro Correa Jiménez. Asimismo, para el requerimiento de la información necesaria, se coordinó con la Gerencia de Administración Tributaria y Oficina de Catastro.

2.3.2 Conformación del equipo técnico y de campo, y capacitación

Equipo Técnico y de Campo

Se conformó un equipo de campo quienes tuvieron a cargo la realización de diferentes actividades, como se indica a continuación:

Profesional Responsable: Quien lideró todo el proceso de desarrollo del estudio; asimismo, supervisó todas las actividades inherentes al mismo, desde la solicitud de la información necesaria para la proyección de las muestras, capacitación a los sensibilizadores, supervisión del empadronamiento y sensibilización a la población, recojo de muestras, caracterización de los residuos, cálculos y elaboración del informe final.



Personal de Apoyo: Quien apoyó en todo momento al responsable del estudio con las coordinaciones para contar oportunamente con la logística necesaria, registro de datos, obtención de muestras y elaboración de informe final.

Promotores Ambientales: Quienes fueron capacitados previamente y se encargaron del empadronamiento y capacitación a la población participante del estudio.

Operarios de campo: Fueron los encargados del recojo de las muestras, pesaje y clasificación de las mismas de acuerdo a lo indicado por el responsable del estudio.

Conductor de la Unidad Vehicular: Tuvo la responsabilidad de asegurar el adecuado transporte y recojo de las muestras, de acuerdo a lo indicado por el responsable del estudio.

Municipalidad Provincial de Sullana
Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales 2019



NOMBRES-Y-APELLIDOS: ISLHENY-CÉSPEDES-DEZAR
CARGO: PROMOTORA AMBIENTAL

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SULLANA
MTC AND RICARDO LLANAS VARGAS YIMTED
GERENTE DE GESTIÓN AMBIENTAL

VALIDO AL: 30 MAY 2019

Municipalidad Provincial de Sullana
Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales 2019



NOMBRES-Y-APELLIDOS: ROSITA-OVIEDO-AGUILAR
CARGO: PROMOTORA AMBIENTAL

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SULLANA
MTC AND RICARDO LLANAS VARGAS YIMTED
GERENTE DE GESTIÓN AMBIENTAL

VALIDO AL: 30 MAY 2019

Municipalidad Provincial de Sullana
Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales 2019



NOMBRES-Y-APELLIDOS: YUBICZA-CASTILLO-MORALES
CARGO: PROMOTORA AMBIENTAL

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SULLANA
MTC AND RICARDO LLANAS VARGAS YIMTED
GERENTE DE GESTIÓN AMBIENTAL

VALIDO AL: 30 MAY 2019

Municipalidad Provincial de Sullana
Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales 2019



NOMBRES-Y-APELLIDOS: CARMEN-POZO-ARCA
CARGO: PROMOTORA AMBIENTAL

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SULLANA
MTC AND RICARDO LLANAS VARGAS YIMTED
GERENTE DE GESTIÓN AMBIENTAL

VALIDO AL: 30 MAY 2019





Capacitación

El día jueves 02 de mayo se llevó un taller de capacitación al equipo de campo donde se brindó la información necesaria para la realización del estudio. Se hizo una explicación al detalle de todo el proceso que implica el estudio de caracterización de residuos sólidos y el uso de formatos.

Los temas tratados en dicho taller, fueron los siguientes:

- Lineamientos generales de la gestión de residuos sólidos
- ¿Qué es el estudio de caracterización de residuos sólidos y para qué sirve?
- Metodología para el desarrollo del estudio
- Trato con los participantes del estudio
- Seguridad y salud en el trabajo





2.3.3 Determinación de equipos y materiales a utilizar en el estudio

A continuación se presenta un listado de materiales y equipo utilizados durante el estudio:

- Lapicero
- Plumones de tinta indeleble
- Tijeras
- Cinta de masking tape (color beige) (50m) (para identificación y codificación de bolsas de viviendas)
- Dispensador de cinta de embalaje.
- 01 Balanza de 100 Kg.
- 01 cámara fotográfica
- 01 cilindro plástico de 200 litros de capacidad.
- 01 wincha de 3 metros
- 01 lámina doble de polietileno de 6 x 4 metros.
- 2000 bolsas de polietileno de alta densidad de 20" x 30"



- Guantes.
- Mascarillas.
- Computadora
- Proyector multimedia
- Artículos de limpieza como escobas, recogedores, lejía, detergente

2.3.4 Sensibilización y empadronamiento

Para esta actividad, se contó con 7 promotores ambientales quienes fueron distribuidos en las diferentes zonas de intervención. Se entregó cartas de invitación a participar del estudio a los vecinos y propietarios o administradores de los generadores de residuos sólidos no domiciliarios y se les explicó en qué consistía el estudio, el horario de recolección de las muestras y la presentación de las mismas. Luego se hizo entrega de las bolsas a quienes aceptaban participar en el estudio, las mismas que fueron codificadas. Para el empadronamiento de las viviendas se hizo uso del formato respectivo. Asimismo, se hizo entrega de un volante donde se indicaba las instrucciones a seguir como participante del estudio.

En cada vivienda o local se colocaba un sticker de identificación para facilitar la labor de los encargados de recolectar la muestra.

Modelo de volante con instrucciones a participantes del estudio



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SULLANA
ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES



¿QUE SON LOS RESIDUOS SOLIDOS?
Son aquellos restos que cada persona genera en sus actividades diarias y comúnmente llamados basura.

¿QUE ES UN ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE RESIDUOS SOLIDOS - ECRS?
Es una herramienta que permite obtener información acerca de la cantidad, composición, densidad y humedad de los residuos sólidos en un determinado ámbito.



¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE UN ECRS?
Es importante porque permite elaborar una serie de instrumentos de gestión de residuos sólidos, así como proyectos de inversión y otros que permitan tomar decisiones en la gestión integral de los residuos sólidos a corto, mediano y largo plazo.

¿Cómo PUEDO PARTICIPAR?
Si tu vivienda o establecimiento ha sido seleccionado(a), entonces:
1) Responde a las preguntas que te realice el(los) promotor(a) ambiental.
2) Entrega durante 8 días seguidos TODOS TUS RESIDUOS SOLIDOS SIN EXCEPCION al personal encargado e identificado.

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SULLANA
¿COMO PUEDO PARTICIPAR DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES?

1

RESPONDER LAS PREGUNTAS realizadas por los promotores ambientales, quienes estarán identificados con su fotocheck y te preguntarán lo siguiente:

- ✓ Dirección
- ✓ Urbanización, AA.HH. o Centro Poblado
- ✓ Nombre y Apellido
- ✓ DNI
- ✓ Número de habitantes

Luego de responder las preguntas, deberá **FIRMAR EL PADRON DE PERSONAS PARTICIPANTES DEL ESTUDIO**



2

NO RETIRAR el sticker de su vivienda o establecimiento comercial por ningún motivo, mientras dure el estudio (08 días); en caso de la pérdida del sticker, comunicarlo inmediatamente a los promotores ambientales.

3

ENTREGAR SUS RESIDUOS SOLIDOS UNICAMENTE al personal identificado, durante 08 días seguidos, la bolsa de los residuos debe contener absolutamente **TODOS LOS DESPERDICIOS** que se generen en su vivienda o establecimiento comercial. Durante este periodo tus bolsas con residuos **NO** deben ser recolectadas por el **VEHICULO RECOLECTOR**.



Modelo de sticker de identificación de generadores de residuos sólidos domiciliarios

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SULLANA
Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales - 2019
VIVIENDA PARTICIPANTE

CODIGO:

Modelo de sticker de identificación de generadores de residuos sólidos no domiciliarios





2.3.5 Plan de seguridad e higiene

Durante el desarrollo del presente estudio se tomó las medidas necesarias para prevenir cualquier riesgo de accidentes.

El personal técnico y los operarios, utilizó todo el equipo de protección personal necesario, poniendo en práctica las indicaciones dadas en el taller inicial para realizar este estudio.

2.4 Ejecución del estudio

2.4.1 Recolección de muestras domiciliarias

2.4.1.1 Determinación de la generación per-cápita

Para el análisis de la generación de los residuos sólidos domiciliarios en cada zona del distrito se realizó lo siguiente:

- Una vez concluido el ruteo de recolección de bolsas correspondiente, se llevaron las muestras al área municipal designada para realizar el pesaje.
- El pesaje se realizó previa identificación del código o número de cada muestra, registrándose el peso en el formato correspondiente.



- Una vez obtenidos los pesos promedios de los residuos, de cada establecimiento, en gabinete se procesaron los resultados obtenidos

Se aplicó las siguientes fórmulas:

$$P = \frac{W}{n}$$

$$P = \frac{W}{n}$$

2.4.1.2 Determinación de la composición física de los residuos sólidos

Para la determinación de la composición física de los residuos sólidos se realizó lo siguiente:

- Con la segunda parte seleccionada, se realizó la prueba de composición física de los residuos sólidos, la cual consistió en separar los residuos sólidos según su naturaleza física (plástico, vidrio, papel, metal, entre otros) y pesarlos por separado.
- Los elementos se registraron en el formato respectivo: Con los pesos de cada componente se puede calcular su proporción respecto al total, los resultados se expresaron en porcentaje.

Para los estudios, se consideró la clasificación de los siguientes componentes:

- Materia Orgánica (Considera restos de alimentos, cáscaras de frutas y vegetales, excrementos de animales menores, huesos)
- Madera, Follaje (Considera ramas, tallos, raíces, hojas y cualquier otra parte de las plantas)



- Papel (Considera papel blanco tipo bond, papel periódico)
- Cartón
- Vidrio
- Plástico PET (Considera botellas de bebidas gaseosas)
- Plástico Duro (Considera frascos, bateas, otros recipientes)
- Bolsas
- Tetrapak
- Tecnopor y similares
- Metal
- Telas. textiles
- Caucho, cuero, jebe
- Pilas
- Restos de medicinas (Considera restos de medicina, focos, fluorescentes, envases de pintura, plagicidas y similares)
- Residuos Sanitarios
- Residuos Inertes (Considera tierra, piedras y similares)
- Otros (Especificar) (El rubro "otros" debe ser el más pequeño posible, procurando identificar sus componentes)

2.4.1.3 Determinación de la densidad

Para hallar la densidad de los residuos sólidos se realizó lo siguiente:

- Acondicionamiento de un recipiente cilíndrico de 200 litros de capacidad.



- Luego del pesaje diario se mezclaron uniformemente todos los residuos sobre la superficie de trabajo, se dividieron los residuos en cuatro partes, se seleccionaron dos partes (las opuestas) y las otras dos se desecharon.
- Con la primera parte seleccionada, se realizó la prueba de peso volumétrico. Se recogieron los residuos y se vertieron sin compactarlos en el recipiente de 200 litros.
- Una vez lleno, se levantó el recipiente 10 a 15 cm sobre la superficie y se lo dejó caer tres veces, con la finalidad de llenar los espacios vacíos en el mismo.
- Luego se midió la altura libre y se registró el dato en el formato correspondiente.

El cálculo de la densidad se realizó en gabinete haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$S = \frac{W}{V} = \frac{W}{N(D/2)^2(H-h)}$$

Donde:

S: Densidad de los residuos sólidos

W: Peso de los residuos sólidos

V: Volumen del residuo sólido

D: Diámetro del cilindro

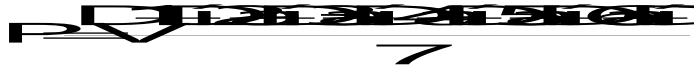
H: Altura total del cilindro

h: Altura libre de residuos sólidos

N: Constante (3.1416)

Peso volumétrico es el promedio de los siete días:





Adicionalmente, se compactó la basura dentro del cilindro, con la ayuda de un pizón, con el fin de determinar una nueva altura, con este dato y utilizando la misma fórmula anterior, se determinó la densidad de la basura compactada.

2.4.1.4 Determinación de la humedad

Se tomaron muestras de residuos sólidos orgánicos a partir del cuarto día y se trasladaron al laboratorio de la Universidad Nacional de Piura para su análisis y cálculo de la humedad, siguiendo el procedimiento establecido en la Guía y de acuerdo a la NORMA MEXICANA NMX-AA-16-1984 (Método Gravimétrico) – PROTECCION AL AMBIENTE, CONTAMINACION DEL SUELO.

2.4.2 Recolección de muestras de generadores no domiciliarios

2.4.2.1 Determinación de la generación

Para el análisis de la generación de los residuos sólidos no domiciliarios en cada zona del distrito se realizó lo siguiente:

- Una vez concluido el ruteo de recolección de bolsas correspondiente, se llevaron las muestras al área municipal designada para realizar el pesaje.
- El pesaje se realizó previa identificación del código o número de cada muestra, registrándose el peso en el formato correspondiente.
- Una vez obtenidos los pesos promedios de los residuos, de cada establecimiento, en gabinete se procesaron los resultados obtenidos

Se aplicó las siguientes fórmulas:





2.4.2.2 Determinación de la composición física de los residuos sólidos

Para la determinación de la composición física de los residuos sólidos se realizó lo siguiente:

- Con la segunda parte seleccionada, se realizó la prueba de composición física de los residuos sólidos, la cual consistió en separar los residuos sólidos según su naturaleza física (plástico, vidrio, papel, metal, entre otros) y pesarlos por separado.
- Los elementos se registraron en el formato respectivo: Con los pesos de cada componente se puede calcular su proporción respecto al total, los resultados se expresaron en porcentaje.

Para los estudios, se consideró la clasificación de los siguientes componentes:

- Materia Orgánica (Considera restos de alimentos, cáscaras de frutas y vegetales, excrementos de animales menores, huesos)
- Madera, Follaje (Considera ramas, tallos, raíces, hojas y cualquier otra parte de las plantas)
- Papel (Considera papel blanco tipo bond, papel periódico)
- Cartón
- Vidrio
- Plástico PET (Considera botellas de bebidas gaseosas)



- Plástico Duro (Considera frascos, bateas, otros recipientes)
- Bolsas
- Tetrapak
- Tecnopor y similares
- Metal
- Telas. textiles
- Caucho, cuero, jebe
- Pilas
- Restos de medicinas (Considera restos de medicina, focos, fluorescentes, envases de pintura, plagicidas y similares)
- Residuos Sanitarios
- Residuos Inertes (Considera tierra, piedras y similares)
- Otros (Especificar) (El rubro "otros" debe ser el más pequeño posible, procurando identificar sus componentes)

2.4.2.3 Determinación de la densidad

Para hallar la densidad de los residuos sólidos se realizó lo siguiente:

- Acondicionamiento de un recipiente cilíndrico de 200 litros de capacidad.
- Luego del pesaje diario se mezclaron uniformemente todos los residuos sobre la superficie de trabajo, se dividieron los residuos en cuatro partes, se seleccionaron dos partes (las opuestas) y las otras dos se desecharon.



- Con la primera parte seleccionada, se realizó la prueba de peso volumétrico. Se recogieron los residuos y se vertieron sin compactarlos en el recipiente de 200 litros.
- Una vez lleno, se levantó el recipiente 10 a 15 cm sobre la superficie y se lo dejó caer tres veces, con la finalidad de llenar los espacios vacíos en el mismo.
- Luego se midió la altura libre y se registró el dato en el formato correspondiente.

El cálculo de la densidad se realizó en gabinete haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$S = \frac{W}{V} = \frac{W}{N(D/2)^2(H-h)}$$

Donde:

S: Densidad de los residuos sólidos

W: Peso de los residuos sólidos

V: Volumen del residuo sólido

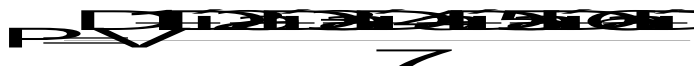
D: Diámetro del cilindro

H: Altura total del cilindro

h: Altura libre de residuos sólidos

N: Constante (3.1416)

Peso volumétrico es el promedio de los siete días:



Adicionalmente, se compactó la basura dentro del cilindro, con la ayuda de un pizón, con el fin de determinar una nueva altura, con



este dato y utilizando la misma fórmula anterior, se determinó la densidad de la basura compactada.

2.4.2.4 Determinación de la humedad

Se tomaron muestras de residuos sólidos orgánicos a partir del cuarto día y se trasladaron al laboratorio de la Universidad Nacional de Piura para su análisis y cálculo de la humedad, siguiendo el procedimiento establecido en la Guía y de acuerdo a la NORMA MEXICANA NMX-AA-16-1984 (Método Gravimétrico) – PROTECCION AL AMBIENTE, CONTAMINACION DEL SUELO.

III. PRESENTACION DE RESULTADOS DEL ESTUDIO

3.1 Resultados de la caracterización domiciliaria

3.1.1 Generación per cápita (GPC) de los residuos sólidos domiciliarios

La Generación per cápita promedio ponderado obtenida para el distrito de Sullana es de 0,67 kg/hab/día.

| Nivel socio – económico (estrato) | Representatividad poblacional | GPC total del estrato validada | %i x GPCi |
|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------|
| A | 20% | 0.80 | 0.16 |
| B | 9% | 0.74 | 0.07 |
| C | 71% | 0.62 | 0.44 |
| Total | 100% | GPC domiciliaria | 0.67 |

Proyección de la generación total de residuos sólidos domiciliarios.

| Población | Gpc (kg/hab/d) | Generación diaria (t/d) | Generación mensual (t/mes) | Generación anual (t/año) |
|-----------|----------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 169,335 | 0.67 | 113.45 | 3,403.63 | 40,843.56 |



3.1.2 Densidad de residuos sólidos domiciliarios

La densidad suelta para los residuos sólidos domiciliarios, resultado del estudio de caracterización en el distrito de Sullana es de 201.86 kg/m³. Como se muestra en el siguiente cuadro de densidades:

| PARÁMETRO | DENSIDAD DIARIA (kg/m ³) | | | | | | | DENSIDAD PROMEDIO kg/m ³ |
|--------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------------|
| | DIA 1 | DIA 2 | DIA 3 | DIA 4 | DIA 5 | DIA 6 | DIA 7 | |
| DENSIDAD (S) | 205.29 | 198.19 | 199.19 | 205.39 | 198.46 | 197.85 | 208.68 | 201.862 |

3.1.3 Composición física de los residuos sólidos domiciliarios

Respecto a la composición física de residuos sólidos domiciliarios se tiene que el 49.07% son residuos sólidos orgánicos (restos de comida y/o restos de plantas) que podrían aprovecharse en la producción de un mejorador de suelos (compost); 39.16% son residuos inorgánicos tales como papel, cartón, plástico, vidrio, metales, que pueden recuperarse y comercializarse en el mercado nacional del reciclaje; 11.77% son residuos sólidos no aprovechables que deben recibir disposición final.

La composición de residuos sólidos domiciliarios para el distrito de Sullana es la siguiente:

| TIPO DE RESIDUO SÓLIDO | COMPOSICIÓN PORCENTUAL % |
|---|--------------------------|
| 1. Residuos aprovechables | 88.23% |
| 1.1. Residuos Orgánicos | 49.07% |
| Residuos de alimentos (restos de comida, cascara, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares) | 41.71% |
| Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares) | 6.32% |
| Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares) | 1.03% |
| 1.2. Residuos Inorgánicos | 39.16% |
| 1.2.1. Papel | 6.33% |
| Blanco | 3.25% |
| Periódico | 1.99% |
| Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares) | 1.09% |




| TIPO DE RESIDUO SÓLIDO | COMPOSICIÓN PORCENTUAL % |
|---|--------------------------|
| 1.2.2. Cartón | 6.23% |
| Blanco (liso y cartulina) | 2.28% |
| Marrón (Corrugado) | 3.02% |
| Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares) | 0.93% |
| 1.2.3. Vidrio | 7.64% |
| Transparente | 3.52% |
| Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros) | 3.18% |
| Otros (vidrio de ventana) | 0.94% |
| 1.2.4. Plástico | 10.53% |
| PET–Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares) | 4.62% |
| PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante) | 2.81% |
| PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film) | 0.64% |
| PP-polipropileno (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers) | 1.42% |
| PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla) | 0.66% |
| PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas) | 0.38% |
| 1.2.5. Tetra brik (envases multicapa) | 0.42% |
| 1.2.6. Metales | 7.63% |
| Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros) | 4.83% |
| Acero | 0.00% |
| Fierro | 2.53% |
| Aluminio | 0.27% |
| Otros Metales | 0.00% |
| 1.2.7. Textiles (telas) | 0.12% |
| 1.2.8. Caucho, cuero, jebe | 0.25% |
| 2. Residuos no reaprovechables | 11.77% |
| Bolsas plásticas de un solo uso | 0.34% |
| Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.) | 5.61% |
| Pilas | 0.15% |
| Tecnopor (poliestireno expandido) | 0.17% |
| Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros) | 4.96% |
| Restos de medicamentos | 0.45% |
| Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros | 0.09% |
| Otros residuos no categorizados | 0.00% |
| TOTAL | 100.00% |


3.1.4 Humedad de los residuos sólidos domiciliarios



Según el análisis de laboratorio de la Universidad Nacional de Piura, para las muestras de residuos sólidos orgánicos de origen domiciliario se tiene una humedad promedio de 65.03%, como se muestra a continuación:



Universidad Nacional de Piura
CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA QUÍMICA




2019
INFORME DE ANÁLISIS N°85-CP-D.A.I.Q.-UNP

SOLICITADO POR : LUIS LLACSAHUANGA TIMOTEO
A NOMBRE DE : Municipalidad Provincial de Sullana.
RUC : 20154477021
DIRECCIÓN : Calle Bolívar N° 160 Sullana-Piura.
TIPO DE MUESTRAS : Residuos Orgánicos Domiciliarios
PROCEDENCIA : Distrito de Sullana-Piura.
ENSAYOS SOLICITADOS : Porcentaje de humedad
PROYECTO : "Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del Distrito de Sullana".
FECHA DE MUESTREO : DEL 23 AL 26 de Mayo del 2019.
FECHA DE RECEPCIÓN : DEL 23 AL 26 de Mayo del 2019.

RESULTADOS

| DETERMINACIÓN | Muestras de Residuos Orgánicos Domiciliarios (ROD) | | | | | NORMA TÉCNICA DE REFERENCIA |
|---------------|--|-------|-------|-------|----------|--------------------------------------|
| | M1 | M2 | M3 | M4 | PROMEDIO | |
| HUMEDAD (%) | 65.24 | 60.82 | 70.36 | 63.70 | 65.03 | NMX-AA16-1984 Método Gravimétrico |

Muestras proporcionada por el cliente
 (*) NORMA MEXICANA NMX-AA-16-1984. PROTECCIÓN AL AMBIENTE, CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES-DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
Ing. Norma Delys Perdomo
DIRECTORA CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS D.A.I.Q.

PIURA, 27 DE MAYO DEL 2019

Página 1 de 2





2019

ANEXO

**NORMA MEXICANA NMX-AA-16-1984-
PROTECCIÓN AL AMBIENTE -CONTAMINACIÓN DEL SUELO - RESIDUOS
SÓLIDOS MUNICIPALES - DETERMINACIÓN DE HUMEDAD
PREFACIO**

1.- OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Mexicana establece el método llamado de Estufa que determina el porcentaje de la humedad, contenido en los residuos sólidos municipales; se basa en la pérdida de peso que sufre la muestra cuando se somete a las condiciones de tiempo y temperatura que se establecen en esta norma, considerando que dicha pérdida se origina por la eliminación de agua.

2.- REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Mexicanas vigentes:
-NMX-AA-91 Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos - Terminología.
-NMX-AA-52 Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Preparación de muestras en laboratorios para su análisis.

3.- DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la Norma Mexicana NMXAA-91.

4.- OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra se obtiene en cantidad suficiente para efectuar la determinación por duplicado, según Norma Mexicana NMX-AA-52.

5.- APARATOS Y EQUIPO

- Balanza analítica con sensibilidad de 0.001 g
- Espátula para balanza.
- Estufa con temperatura 423 K (150°C) con sensibilidad 1.5 K (±.5°C), capaz de mantener una temperatura constante.
- Cajas de aluminio con tapa de 250 cm³.
- Guantes de asbesto.
- Desecador con deshidratante.
- Equipo usual de laboratorio.

6.- PROCEDIMIENTO

6.1 Se coloca la caja abierta y su tapa en la estufa a 393 K (120°C) durante dos horas, transcurrido ese tiempo, se tapa la caja dentro de la estufa, e inmediatamente se pasa al desecador durante dos horas como mínimo o hasta obtener peso constante.

6.2 Se vierte la muestra sin compactar hasta un 50% del volumen de la caja.

6.3 Se pesa la caja cerrada con la muestra y se introduce destapada a la estufa a 393 K (60°C) durante 2 horas, se deja enfriar y se pesa nuevamente. Se repite esta operación las veces que sea necesario hasta obtener peso constante (se considera peso constante cuando entre dos pesadas consecutivas la diferencia es menor al 0.01 %).

NOTA: Durante este procedimiento debe utilizarse pinzas.

7.- CÁLCULOS

El porcentaje de humedad se calcula con la siguiente fórmula, teniendo en cuenta que para obtener G y G1 se debe restar el peso de la caja.

$$H = \frac{G - G_1}{G} \times 100$$

H = Humedad en %
G = Peso de la muestra húmeda en g.
G1 = Peso de la muestra seca en g.

8.- REPRODUCTIBILIDAD

La diferencia máxima permisible entre determinaciones efectuadas por duplicado no debe ser mayor al 1% en caso contrario se recomienda otra determinación.



Posteriormente, se realizó la estimación de la humedad de los residuos sólidos domiciliarios, de acuerdo a lo sugerido en la guía, arrojando una humedad promedio de 44.21 %.



| DIA | Peso de residuos sólidos orgánicos | Peso de residuos sólidos inorgánicos | Fracción de residuos orgánicos | Humedad (En base a residuos orgánicos) | Humedad (En base a peso total de residuos sólidos) |
|-----------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--|--|
| | (A) | (B) | $r = (A)/(A+B)$ | (H) | Ht= (H) x (r) |
| | kg | kg | % | % | % |
| Día 4 | 24.54 | 21.45 | 0.53359426 | 62.24 | 33.21 |
| Día 5 | 28.55 | 22.00 | 0.564787339 | 60.82 | 34.35 |
| Día 6 | 27.10 | 19.65 | 0.579679144 | 70.36 | 40.79 |
| Día 7 | 26.70 | 25.55 | 0.511004785 | 63.70 | 32.55 |
| PROMEDIO | | | | | 35.22 |

3.2 Resultados de la caracterización no domiciliaria

Las características de los residuos sólidos de origen no domiciliario, se da como a continuación se detalla:

3.2.1 Generación total

- **Generación Establecimientos Comerciales**

| ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES | | |
|------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | GENERACIÓN TOTAL (kg/día) | GENERACIÓN TOTAL (Ton/Año) |
| CLASE 1 | 2307.46 | |
| CLASE 2 | 1766.85 | |
| CLASE 3 | 263.13 | |
| CLASE 4 | 829.40 | |
| CLASE 5 | 401.30 | |
| | 5568.140536 | 2032.371296 |

- **Generación Restaurantes**

| RESTAURANTES | | |
|--------------|---------------------------|----------------------------|
| | GENERACIÓN TOTAL (kg/día) | GENERACIÓN TOTAL (Ton/Año) |
| CLASE 1 | 4863.80 | |
| | 4863.802731 | |



- **Generación Hoteles**

| HOTELES | | |
|----------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | GENERACIÓN TOTAL (kg/día) | GENERACIÓN TOTAL (Ton/Año) |
| CLASE 1 | 617.34 | |
| | 617.3428571 | 225.3301429 |

- **Generación Instituciones Públicas y Privadas**

| INSTITUCIONES PUBLICAS Y PRIVADAS | | |
|--|----------------------------------|-----------------------------------|
| | GENERACIÓN TOTAL (kg/día) | GENERACIÓN TOTAL (Ton/Año) |
| CLASE 1 | 1090.46 | |
| | 1090.459184 | 398.017602 |

- **Instituciones Educativas**

| INSTITUCIONES EDUCATIVAS | | |
|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | GENERACIÓN TOTAL (kg/día) | GENERACIÓN TOTAL (Ton/Año) |
| CLASE 1 | 1274.88 | |
| | 1274.884615 | 465.3328844 |

- **Mercados**

| MERCADOS | | |
|-----------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | GENERACIÓN TOTAL (kg/día) | GENERACIÓN TOTAL (Ton/Año) |
| CLASE 1 | 8160.30 | |
| | 8160.30 | 2978.5095 |

- **Barrido**

| BARRIDO DE CALLES | | |
|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | GENERACIÓN TOTAL (kg/día) | GENERACIÓN TOTAL (Ton/Año) |
| CLASE 1 | 1774.27 | |
| | 1774.271429 | 647.6090714 |



3.2.2 Densidad de residuos sólidos no domiciliarios

La densidad suelta para los residuos sólidos no domiciliarios, resultado del estudio de caracterización en el distrito de Sullana es de 201.86 kg/m³. Como se muestra en el siguiente cuadro de densidades:

| PARÁMETRO | DENSIDAD DIARIA (kg/m ³) | | | | | | | DENSIDAD PROMEDIO kg/m ³ |
|--------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------------|
| | DIA 1 | DIA 2 | DIA 3 | DIA 4 | DIA 5 | DIA 6 | DIA 7 | |
| DENSIDAD (S) | 173.97 | 154.09 | 151.66 | 146.53 | 150.71 | 159.28 | 148.75 | 154.999 |

3.2.3 Composición física de los residuos sólidos no domiciliarios

Respecto a la composición física de residuos sólidos no domiciliarios se tiene que el 41.33% son residuos sólidos orgánicos (restos de comida y/o restos de plantas) que podrían aprovecharse en la producción de un mejorador de suelos (compost); 50.97% son residuos inorgánicos tales como papel, cartón, plástico, vidrio, metales, que pueden recuperarse y comercializarse en el mercado nacional del reciclaje; 7.71% son residuos sólidos no aprovechables que deben recibir disposición final.

La composición de residuos sólidos no domiciliarios para el distrito de Sullana es la siguiente:

| TIPO DE RESIDUO SÓLIDO | COMPOSICIÓN PORCENTUAL % |
|--|--------------------------|
| 1. Residuos aprovechables | 92.29% |
| 1.1. Residuos Orgánicos | 41.33% |
| Residuos de alimentos (restos de comida, cascaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares) | 40.15% |
| Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares) | 0.39% |
| Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares) | 0.79% |
| 1.2. Residuos Inorgánicos | 50.97% |
| 1.2.1. Papel | 7.25% |
| Blanco | 2.69% |
| Periódico | 3.14% |
| Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares) | 1.43% |




| TIPO DE RESIDUO SÓLIDO | COMPOSICIÓN PORCENTUAL % |
|---|--------------------------|
| 1.2.2. Cartón | 9.53% |
| Blanco (liso y cartulina) | 3.28% |
| Marrón (Corrugado) | 3.93% |
| Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares) | 2.32% |
| 1.2.3. Vidrio | 8.57% |
| Transparente | 2.13% |
| Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros) | 3.88% |
| Otros (vidrio de ventana) | 2.56% |
| 1.2.4. Plástico | 15.12% |
| PET-Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares) | 4.88% |
| PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante) | 3.61% |
| PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film) | 1.15% |
| PP-polipropileno (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers) | 1.34% |
| PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla) | 2.63% |
| PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas) | 1.50% |
| 1.2.5. Tetra brik (envases multicapa) | 0.31% |
| 1.2.6. Metales | 8.74% |
| Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros) | 4.90% |
| Acero | 0.10% |
| Fierro | 2.41% |
| Aluminio | 1.33% |
| Otros Metales | 0.00% |
| 1.2.7. Textiles (telas) | 0.43% |
| 1.2.8. Caucho, cuero, jebe | 1.01% |
| 2. Residuos no reaprovechables | 7.71% |
| Bolsas plásticas de un solo uso | 0.64% |
| Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.) | 3.32% |
| Pilas | 0.36% |
| Tecnopor (poliestireno expandido) | 1.47% |
| Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros) | 0.56% |
| Restos de medicamentos | 0.53% |
| Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros | 0.82% |
| Otros residuos no categorizados | 0.00% |
| TOTAL | 100.00% |




3.2.4 Humedad de los residuos sólidos no domiciliarios

Según el análisis de laboratorio de la Universidad Nacional de Piura, para las muestras de residuos sólidos orgánicos de origen no domiciliario se tiene una humedad promedio de 56.14%, como se muestra a continuación:



Universidad Nacional de Piura
CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA QUÍMICA




2019
INFORME DE ANÁLISIS N°86-CP-D.A.I.Q.-UNP

SOLICITADO POR : LUIS LLACSAHUANGA TIMOTEO
A NOMBRE DE : Municipalidad Provincial de Sullana.
RUC : 20154477021
DIRECCIÓN : Calle Bolívar N° 160 Sullana-Piura.
TIPO DE MUESTRAS : Residuos Orgánicos No Domiciliarios
PROCEDENCIA : Distrito de Sullana-Piura.
ENSAYOS SOLICITADOS : Porcentaje de humedad
PROYECTO : "Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del Distrito de Sullana".
FECHA DE MUESTREO : DEL 23 AL 26 de Mayo del 2019.
FECHA DE RECEPCIÓN : DEL 23 AL 26 de Mayo del 2019.

RESULTADOS

| DETERMINACIÓN | Muestras de Residuos Orgánicos No Domiciliarios (ROND) | | | | | NORMA TÉCNICA DE REFERENCIA |
|---------------|--|-------|-------|-------|----------|--------------------------------------|
| | M1 | M2 | M3 | M4 | PROMEDIO | |
| HUMEDAD (%) | 56.23 | 50.36 | 55.45 | 62.52 | 56.14 | NMX-AA16-1984 Método Gravimétrico |

Muestras proporcionada por el cliente
 (*) NORMA MEXICANA NMX-AA-16-1984. PROTECCION AL AMBIENTE, CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES-DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
C.P.I.Q.
JEFATURA

PIURA, 27 DE MAYO DEL 2019

Hernán Devis Bernádez
Hernán Devis Bernádez
PRESIDENTE
DIRECTORIO CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS D.A.I.Q.

Página 1 de 2





2019

ANEXO

**NORMA MEXICANA NMX-AA-16-1984.
PROTECCIÓN AL AMBIENTE -CONTAMINACIÓN DEL SUELO - RESIDUOS
SÓLIDOS MUNICIPALES - DETERMINACIÓN DE HUMEDAD
PREFACIO**

1.- OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Mexicana establece el método llamado de Estufa que determina el porcentaje de la humedad, contenido en los residuos sólidos municipales; se basa en la pérdida de peso que sufre la muestra cuando se somete a las condiciones de tiempo y temperatura que se establecen en esta norma, considerando que dicha pérdida se origina por la eliminación de agua.

2.- REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Mexicanas vigentes:
-NMX-AA-91 Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos - Terminología.
-NMX-AA-92 Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Preparación de muestras en laboratorios para su análisis.

3.- DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la Norma Mexicana NMXAA-91.

4.- OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra se obtiene en cantidad suficiente para efectuar la determinación por duplicado, según Norma Mexicana NMX-AA-52.

5.- APARATOS Y EQUIPO

- Balanza analítica con sensibilidad de 0.001 g
- Espátula para balanza.
- Estufa con temperatura 423 K (150°C) con sensibilidad 1.5 K (1.5°C), capaz de mantener una temperatura constante.
- Cajas de aluminio con tapa de 250 cm³.
- Guantes de asbesto.
- Desecador con deshidratante.
- Equipo usual de laboratorio.

6.- PROCEDIMIENTO

6.1 Se coloca la caja abierta y su tapa en la estufa a 393 K (120°C) durante dos horas, transcurrido ese tiempo, se tapa la caja dentro de la estufa, e inmediatamente se pasa al desecador durante dos horas como mínimo o hasta obtener peso constante.

6.2 Se vierte la muestra sin compactar hasta un 50% del volumen de la caja.

6.3 Se pesa la caja cerrada con la muestra y se introduce destapada a la estufa a 333 K (60°C) durante 2 horas, se deja enfriar y se pesa nuevamente. Se repite esta operación las veces que sea necesario hasta obtener peso constante (se considera peso constante cuando entre dos pesadas consecutivas la diferencia es menor al 0.01 %)

NOTA: Durante este procedimiento debe utilizarse pinzas.

7.- CÁLCULOS

El porcentaje de humedad se calcula con la siguiente fórmula, teniendo en cuenta que para obtener G y G1 se debe restar el peso de la caja.

$$H = \frac{G - G_1}{G} \times 100$$

H = Humedad en %
G = Peso de la muestra húmeda en g.
G1 = Peso de la muestra seca en g.

8.- REPRODUCTIBILIDAD

La diferencia máxima permisible entre determinaciones efectuadas por duplicado no debe ser mayor al 1% en caso contrario se recomienda una nueva determinación.

C.P.I.Q.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
Hermano Ferradas
Dra. Hermano Ferradas
PRESIDENTE
DIRECTORIO CENTRO PRODUCTIVO
DE BIENES Y SERVICIOS S.A.S.Q.

Posteriormente, se realizó la estimación de la humedad de los residuos sólidos, de acuerdo a lo sugerido en la guía, arrojando una humedad promedio de 35.88%.



| DÍA | Peso de residuos sólidos orgánicos | Peso de residuos sólidos inorgánicos | Fracción de residuos orgánicos | Humedad (En base a residuos orgánicos) | Humedad (En base a peso total de residuos sólidos) |
|-----------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--|--|
| | (A) | (B) | $r = (A)/(A+B)$ | (H) | Ht= (H) x (r) |
| | kg | kg | % | % | % |
| Día 4 | 28.70 | 38.10 | 0.429640719 | 56.23 | 24.16 |
| Día 5 | 30.70 | 38.55 | 0.4433213 | 50.36 | 22.33 |
| Día 6 | 23.45 | 33.75 | 0.409965035 | 55.45 | 22.73 |
| Día 7 | 33.15 | 39.45 | 0.45661157 | 62.52 | 28.55 |
| PROMEDIO | | | | | 24.44 |

3.3 Resultados generales de la caracterización

3.3.1 Generación total y Generación Per Cápita total municipal

| N° | FUENTE DE GENERACIÓN NO DOMICILIARIOS | GENERACIÓN TOTAL (TN/AÑO) | GENERACIÓN TOTAL (TN/DÍA) |
|----|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES | 2032.37 | |
| 2 | HOTELES | 225.33 | |
| 3 | MERCADOS | 2978.51 | |
| 4 | RESTAURANTES | 1775.29 | |
| 5 | INSTITUCIONES PUBLICAS Y PRIVADAS | 398.02 | |
| 6 | INSTITUCIONES EDUCATIVAS | 465.33 | |
| 7 | BARRIDO DE CALLES | 647.61 | |
| | | 8522.46 | 23.34920548 |

| TIPO DE RS | Ton/día |
|-----------------|---------------|
| DOMICILIARIO | 113.45 |
| NO DOMICILIARIO | 23.35 |
| TOTAL | 136.80 |



Generación per cápita Municipal: 136.80 / 169,335

| |
|--|
| Generación per cápita Municipal: 0.81 Kg./hab/día |
|--|

3.3.2 Densidad suelta de los residuos sólidos municipales

La densidad suelta para los residuos sólidos municipales, resultado del estudio de caracterización en el distrito de Sullana es de 178.43 kg/m³. Como se muestra en el siguiente cuadro:

| TIPO DE GENERADOR | DENSIDAD PROMEDIO kg/m ³ |
|--------------------|--|
| DOMICILIARIO | 201.86 |
| NO DOMICILIARIO | 155.00 |
| MUNICIPALES | 178.43 |

3.3.3 Composición física de los residuos sólidos municipales

Respecto a la composición física de residuos sólidos municipales se tiene que el 45.20% son residuos sólidos orgánicos (restos de comida y/o restos de plantas) que podrían aprovecharse en la producción de un mejorador de suelos (compost); 45.06% son residuos inorgánicos tales como papel, cartón, plástico, vidrio, metales, que pueden recuperarse y comercializarse en el mercado nacional del reciclaje; 9.74% son residuos sólidos no aprovechables que deben recibir disposición final.



La composición de residuos sólidos municipales para el distrito de Sullana es la siguiente:

| TIPO DE RESIDUO SÓLIDO | TIPO DE GENERADOR | | COMPOSICIÓN PORCENTUAL |
|--|-------------------|------------------|------------------------|
| | DOMICILIARIOS | NO DOMICILIARIOS | |
| | Kg | Kg | % |
| 1. Residuos aprovechables | 88.23% | 92.29% | 90.26% |
| 1.1. Residuos Orgánicos | 49.07% | 41.33% | 45.20% |
| Residuos de alimentos (restos de comida, cascaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares) | 41.71% | 40.15% | 40.93% |

| TIPO DE RESIDUO SÓLIDO | TIPO DE GENERADOR | | COMPOSICIÓN PORCENTUAL |
|---|-------------------|------------------|------------------------|
| | DOMICILIARIOS | NO DOMICILIARIOS | |
| | Kg | Kg | % |
| Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares) | 6.32% | 0.39% | 3.36% |
| Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares) | 1.03% | 0.79% | 0.91% |
| 1.2. Residuos Inorgánicos | 39.16% | 50.97% | 45.06% |
| 1.2.1. Papel | 6.33% | 7.25% | 6.79% |
| Blanco | 3.25% | 2.69% | 2.97% |
| Periódico | 1.99% | 3.14% | 2.56% |
| Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares) | 1.09% | 1.43% | 1.26% |
| 1.2.2. Cartón | 6.23% | 9.53% | 7.88% |
| Blanco (liso y cartulina) | 2.28% | 3.28% | 2.78% |
| Marrón (Corrugado) | 3.02% | 3.93% | 3.48% |
| Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares) | 0.93% | 2.32% | 1.62% |
| 1.2.3. Vidrio | 7.64% | 8.57% | 8.11% |
| Transparente | 3.52% | 2.13% | 2.82% |
| Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros) | 3.18% | 3.88% | 3.53% |
| Otros (vidrio de ventana) | 0.94% | 2.56% | 1.75% |
| 1.2.4. Plástico | 10.53% | 15.12% | 12.82% |
| PET-Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares) | 4.62% | 4.88% | 4.75% |
| PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante) | 2.81% | 3.61% | 3.21% |
| PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film) | 0.64% | 1.15% | 0.89% |
| PP-polipropileno (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers) | 1.42% | 1.34% | 1.38% |
| PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla) | 0.66% | 2.63% | 1.65% |
| PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas) | 0.38% | 1.50% | 0.94% |
| 1.2.5. Tetra brik (envases multicapa) | 0.42% | 0.31% | 0.37% |
| 1.2.6. Metales | 7.63% | 8.74% | 8.18% |
| Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros) | 4.83% | 4.90% | 4.87% |
| Acero | 0.00% | 0.10% | 0.05% |
| Fierro | 2.53% | 2.41% | 2.47% |
| Aluminio | 0.27% | 1.33% | 0.80% |
| Otros Metales | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| 1.2.7. Textiles (telas) | 0.12% | 0.43% | 0.28% |
| 1.2.8. Caucho, cuero, jebe | 0.25% | 1.01% | 0.63% |
| 2. Residuos no reaprovechables | 11.77% | 7.71% | 9.74% |
| Bolsas plásticas de un solo uso | 0.34% | 0.64% | 0.49% |
| Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.) | 5.61% | 3.32% | 4.47% |
| Pilas | 0.15% | 0.36% | 0.25% |

| TIPO DE RESIDUO SÓLIDO | TIPO DE GENERADOR | | COMPOSICIÓN PORCENTUAL |
|---|-------------------|------------------|------------------------|
| | DOMICILIARIOS | NO DOMICILIARIOS | |
| | Kg | Kg | % |
| Tecnopor (poliestireno expandido) | 0.17% | 1.47% | 0.82% |
| Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros) | 4.96% | 0.56% | 2.76% |
| Restos de medicamentos | 0.45% | 0.53% | 0.49% |
| Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros | 0.09% | 0.82% | 0.45% |
| Otros residuos no categorizados | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| TOTAL | 100.00% | 100.00% | 100.00% |

IV. CONCLUSIONES

- La generación per cápita promedio de residuos sólidos domiciliarios para el distrito de Sullana es de 0,67 kg/hab/día.
- La Generación Per cápita Total es de 0.81 Kg./Hab/Día
- La densidad suelta para los residuos sólidos municipales, resultado del estudio de caracterización en el distrito de Sullana es de 178.43 kg/m³.
- Respecto a la composición física de residuos sólidos municipales se tiene que el 45.20% son residuos sólidos orgánicos (restos de comida y/o restos de plantas) que podrían aprovecharse en la producción de un mejorador de suelos (compost); 45.06% son residuos inorgánicos tales como papel, cartón, plástico, vidrio, metales, que pueden recuperarse y comercializarse en el mercado nacional del reciclaje; 9.74% son residuos sólidos no aprovechables que deben recibir disposición final.
- Según el análisis de laboratorio de la Universidad Nacional de Piura, para las muestras de residuos sólidos orgánicos de origen domiciliario se tiene una humedad promedio de 65.03%
- La estimación de la humedad de los residuos sólidos domiciliarios, incluyendo inorgánicos, arrojó una humedad promedio de 44.21 %.
- Según el análisis de laboratorio de la Universidad Nacional de Piura, para las muestras de residuos sólidos orgánicos de origen no domiciliario se tiene una humedad promedio de 56.14%



- La estimación de la humedad de los residuos sólidos no domiciliarios, incluyendo inorgánicos, arrojó una humedad promedio de 35.88%.
- La Generación diaria de residuos municipales es de 136.80 Ton./día.
- Los encargados de las viviendas y establecimientos seleccionados han colaborado diariamente observándose una participación del 100%.
- Los encargados de los establecimientos seleccionados cuentan con una buena disposición para participar en programas segregación de origen y de recolección selectiva.

V. RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos del estudio, se debe implementar un programa de recolección selectiva de residuos sólidos en la fuente de generación, enfocando los principios de las 3R (reducir, reusar y reciclar) lo cual conllevaría a mejorar el servicio de limpieza pública y otros aspectos de importancia.
- Como un alto porcentaje de los residuos generados son orgánicos, se recomienda utilizar este potencial para la elaboración de compost y humus, ya que las condiciones climáticas favorecen la producción de estos productos.
- Generar espacios de participación de la población para mejorar la gestión y el manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Sullana.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- CEPIS-DIGESA. “Análisis Sectorial de Residuos Sólidos de Perú” – Julio 1998.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) Censo 2017
- SAKURAI, K. Aspectos básicos del servicio de aseo. Análisis de residuos sólidos. Programa Regional OPS/EHP/CEPIS de mejoramiento de la recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos. CEPIS. Lima 1983.
- “Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales” aprobada con Resolución Ministerial N° 457-2018-MINAM del 31 de diciembre de 2018.

