



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE  
**SULLANA**

**ESTUDIO DE  
CARACTERIZACIÓN DE  
RESIDUOS SÓLIDOS  
MUNICIPALES**

**JUNIO 2019**

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>I. OBJETIVOS DEL ESTUDIO</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Objetivo General</b>	<b>5</b>
<b>1.2 Objetivos Específicos</b>	<b>5</b>
<b>II. METODOLOGIA DEL ESTUDIO</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Determinación de número de muestras domiciliarias</b>	<b>5</b>
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
<b>2.2 Determinación de número de muestras no domiciliarias</b>	<b>8</b>
2.2.1 Identificación de las principales actividades económicas del distrito de acuerdo al índice de usos	<b>8</b>
2.2.2 Determinación del número de muestra de generadores de residuos no domiciliarios	<b>10</b>
2.2.3 Determinación de la distribución de la muestra por ubicación espacial	<b>12</b>
<b>2.3 Procedimiento para la realización del estudio</b>	<b>13</b>
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
<b>2.4 Ejecución del estudio</b>	<b>18</b>
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
<b>III. PRESENTACION DE RESULTADOS DEL ESTUDIO</b>	<b>26</b>
<b>3.1 Resultados de la caracterización domiciliaria</b>	<b>26</b>
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
<b>3.2</b>	<b>Resultados de la caracterización no domiciliaria</b>	<b>31</b>
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
<b>3.3</b>	<b>Resultados generales de la caracterización</b>	<b>37</b>
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
<b>IV.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>40</b>
<b>V.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>41</b>
<b>VI.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>41</b>
<b>VII.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>42</b>
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
<b>TOTAL</b>	<b>169,335</b>	<b>47,947</b>

### 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
<b>Total</b>	<b>47,947</b>	<b>100</b>

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

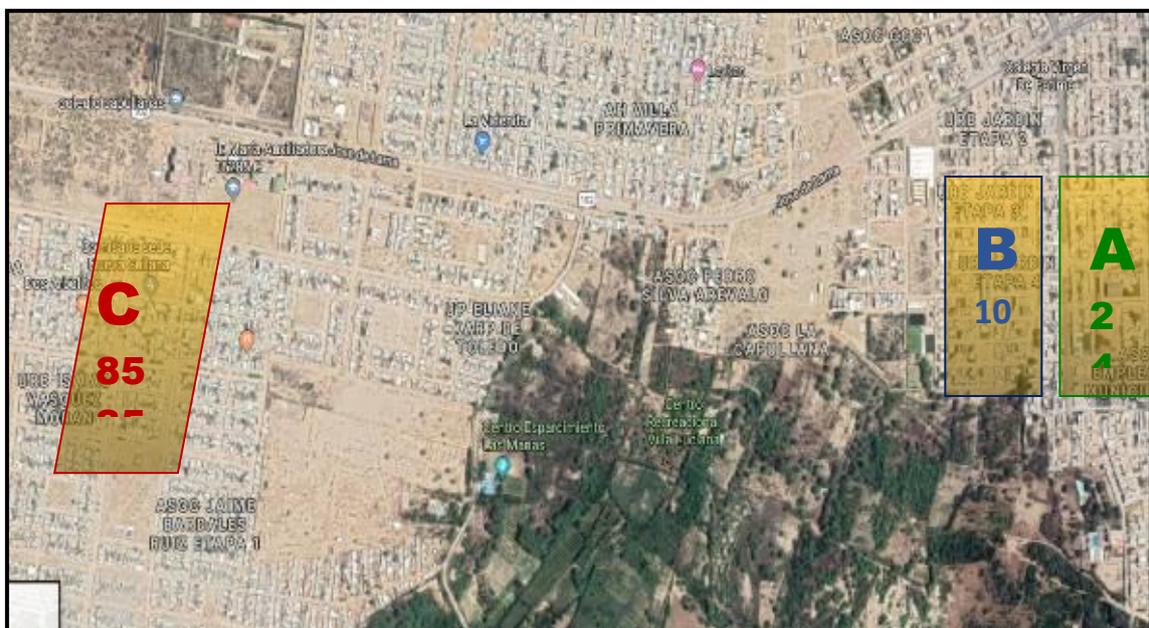
Nivel Socio económico	Representatividad %	Total de muestra
A	19.97	24
B	8.81	10
C	71.22	85
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>119</b>



### 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"> <li>• Bodega</li> <li>• Librería</li> <li>• Bazar</li> <li>• Cabinas de internet</li> <li>• Locutorios</li> <li>• Panadería</li> <li>• Ferretería</li> </ul>



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

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
<b>TOTAL</b>	<b>1987</b>	<b>100</b>

Para instituciones Educativas, tenemos:

<b>Nivel</b>	<b>Cantidad de Instituciones Educativas</b>
Inicial	83
Primaria	98
Secundaria	58
Superior	5
<b>TOTAL</b>	<b>244</b>

### 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:

<b>Rango de total de fuentes de generadores no domiciliarios en el distrito (N)</b>	<b>Tamaño de muestra (n)</b>	<b>Muestras de contingencia</b>	<b>Total de muestras no domiciliarias</b>
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
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>110</b>

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
<b>Total</b>	<b>940</b>	

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
<b>Total</b>	<b>940</b>	<b>100</b>	<b>59</b>

### 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

VALIDO AL: 30 MAY 2019

WILSON RICARDO LLANAS VARGAS JIMÉNEZ  
GERENTE DE GESTIÓN AMBIENTAL

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



NOMBRES-Y-APELLIDOS: ROSITA-OVIEDO-AGUILAR

CARGO: PROMOTORA AMBIENTAL

VALIDO AL: 30 MAY 2019

WILSON RICARDO LLANAS VARGAS JIMÉNEZ  
GERENTE DE GESTIÓN AMBIENTAL

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



NOMBRES-Y-APELLIDOS: YUBICZA-CASTILLO-MORALES

CARGO: PROMOTORA AMBIENTAL

VALIDO AL: 30 MAY 2019

WILSON RICARDO LLANAS VARGAS JIMÉNEZ  
GERENTE DE GESTIÓN AMBIENTAL

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



NOMBRES-Y-APELLIDOS: CARMEN-POZO-ARCA

CARGO: PROMOTORA AMBIENTAL

VALIDO AL: 30 MAY 2019

WILSON RICARDO LLANAS VARGAS JIMÉNEZ  
GERENTE DE GESTIÓN AMBIENTAL





### 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**

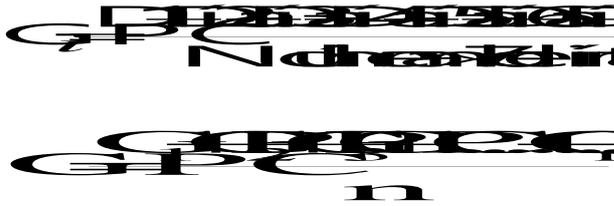
#### **2.4.2.1 Determinación de la generación**

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
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>GPC domiciliaria</b>	<b>0.67</b>

#### 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/m<sup>3</sup>. Como se muestra en el siguiente cuadro de densidades:

PARÁMETRO	DENSIDAD DIARIA (kg/m <sup>3</sup> )							DENSIDAD PROMEDIO kg/m <sup>3</sup>
	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 %
<b>1. Residuos aprovechables</b>	<b>88.23%</b>
<b>1.1. Residuos Orgánicos</b>	<b>49.07%</b>
Residuos de alimentos (restos de comida, cascara, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	<b>41.71%</b>
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	<b>6.32%</b>
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	<b>1.03%</b>
<b>1.2. Residuos Inorgánicos</b>	<b>39.16%</b>
<b>1.2.1. Papel</b>	<b>6.33%</b>
Blanco	<b>3.25%</b>
Periódico	<b>1.99%</b>
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	<b>1.09%</b>

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	COMPOSICIÓN PORCENTUAL %
<b>1.2.2. Cartón</b>	<b>6.23%</b>
Blanco (liso y cartulina)	2.28%
Marrón (Corrugado)	3.02%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	0.93%
<b>1.2.3. Vidrio</b>	<b>7.64%</b>
Transparente	3.52%
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	3.18%
Otros (vidrio de ventana)	0.94%
<b>1.2.4. Plástico</b>	<b>10.53%</b>
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%
<b>1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)</b>	<b>0.42%</b>
<b>1.2.6. Metales</b>	<b>7.63%</b>
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	4.83%
Acero	0.00%
Fierro	2.53%
Aluminio	0.27%
Otros Metales	0.00%
<b>1.2.7. Textiles (telas)</b>	<b>0.12%</b>
<b>1.2.8. Caucho, cuero, jebe</b>	<b>0.25%</b>
<b>2. Residuos no reaprovechables</b>	<b>11.77%</b>
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%
<b>TOTAL</b>	<b>100.00%</b>

### 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 cm<sup>3</sup>.
- 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
<b>PROMEDIO</b>					<b>35.22</b>

### 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	
	<b>5568.140536</b>	<b>2032.371296</b>

- **Generación Restaurantes**

RESTAURANTES		
	GENERACIÓN TOTAL (kg/día)	GENERACIÓN TOTAL (Ton/Año)
CLASE 1	4863.80	
	<b>4863.802731</b>	



- **Generación Hoteles**

<b>HOTELES</b>		
	<b>GENERACIÓN TOTAL (kg/día)</b>	<b>GENERACIÓN TOTAL (Ton/Año)</b>
CLASE 1	617.34	
	<b>617.3428571</b>	<b>225.3301429</b>

- **Generación Instituciones Públicas y Privadas**

<b>INSTITUCIONES PUBLICAS Y PRIVADAS</b>		
	<b>GENERACIÓN TOTAL (kg/día)</b>	<b>GENERACIÓN TOTAL (Ton/Año)</b>
CLASE 1	1090.46	
	<b>1090.459184</b>	<b>398.017602</b>

- **Instituciones Educativas**

<b>INSTITUCIONES EDUCATIVAS</b>		
	<b>GENERACIÓN TOTAL (kg/día)</b>	<b>GENERACIÓN TOTAL (Ton/Año)</b>
CLASE 1	1274.88	
	<b>1274.884615</b>	<b>465.3328844</b>

- **Mercados**

<b>MERCADOS</b>		
	<b>GENERACIÓN TOTAL (kg/día)</b>	<b>GENERACIÓN TOTAL (Ton/Año)</b>
CLASE 1	8160.30	
	<b>8160.30</b>	<b>2978.5095</b>

- **Barrido**

<b>BARRIDO DE CALLES</b>		
	<b>GENERACIÓN TOTAL (kg/día)</b>	<b>GENERACIÓN TOTAL (Ton/Año)</b>
CLASE 1	1774.27	
	<b>1774.271429</b>	<b>647.6090714</b>



### 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/m<sup>3</sup>. Como se muestra en el siguiente cuadro de densidades:

PARÁMETRO	DENSIDAD DIARIA (kg/m <sup>3</sup> )							DENSIDAD PROMEDIO kg/m <sup>3</sup>
	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 %
<b>1. Residuos aprovechables</b>	<b>92.29%</b>
<b>1.1. Residuos Orgánicos</b>	<b>41.33%</b>
Residuos de alimentos (restos de comida, cascaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	<b>40.15%</b>
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	<b>0.39%</b>
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	<b>0.79%</b>
<b>1.2. Residuos Inorgánicos</b>	<b>50.97%</b>
<b>1.2.1. Papel</b>	<b>7.25%</b>
Blanco	<b>2.69%</b>
Periódico	<b>3.14%</b>
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	<b>1.43%</b>



TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	COMPOSICIÓN PORCENTUAL %
<b>1.2.2. Cartón</b>	<b>9.53%</b>
Blanco (liso y cartulina)	3.28%
Marrón (Corrugado)	3.93%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	2.32%
<b>1.2.3. Vidrio</b>	<b>8.57%</b>
Transparente	2.13%
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	3.88%
Otros (vidrio de ventana)	2.56%
<b>1.2.4. Plástico</b>	<b>15.12%</b>
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) (balde, 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%
<b>1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)</b>	<b>0.31%</b>
<b>1.2.6. Metales</b>	<b>8.74%</b>
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	4.90%
Acero	0.10%
Fierro	2.41%
Aluminio	1.33%
Otros Metales	0.00%
<b>1.2.7. Textiles (telas)</b>	<b>0.43%</b>
<b>1.2.8. Caucho, cuero, jebe</b>	<b>1.01%</b>
<b>2. Residuos no reaprovechables</b>	<b>7.71%</b>
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%
<b>TOTAL</b>	<b>100.00%</b>



### 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 cm<sup>3</sup>.
- 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.



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%.



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	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
<b>PROMEDIO</b>					<b>24.44</b>

### 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/DIA)
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	
		<b>8522.46</b>	<b>23.34920548</b>

TIPO DE RS	Ton/día
DOMICILIARIO	113.45
NO DOMICILIARIO	23.35
<b>TOTAL</b>	<b>136.80</b>



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/m<sup>3</sup>. Como se muestra en el siguiente cuadro:

TIPO DE GENERADOR	DENSIDAD PROMEDIO kg/m <sup>3</sup>
DOMICILIARIO	201.86
NO DOMICILIARIO	155.00
<b>MUNICIPALES</b>	<b>178.43</b>

### 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	%
<b>1. Residuos aprovechables</b>	88.23%	92.29%	90.26%
<b>1.1. Residuos Orgánicos</b>	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%
<b>1.2. Residuos Inorgánicos</b>	<b>39.16%</b>	<b>50.97%</b>	<b>45.06%</b>
<b>1.2.1. Papel</b>	<b>6.33%</b>	<b>7.25%</b>	<b>6.79%</b>
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%
<b>1.2.2. Cartón</b>	<b>6.23%</b>	<b>9.53%</b>	<b>7.88%</b>
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%
<b>1.2.3. Vidrio</b>	<b>7.64%</b>	<b>8.57%</b>	<b>8.11%</b>
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%
<b>1.2.4. Plástico</b>	<b>10.53%</b>	<b>15.12%</b>	<b>12.82%</b>
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%
<b>1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)</b>	<b>0.42%</b>	<b>0.31%</b>	<b>0.37%</b>
<b>1.2.6. Metales</b>	<b>7.63%</b>	<b>8.74%</b>	<b>8.18%</b>
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%
<b>1.2.7. Textiles (telas)</b>	<b>0.12%</b>	<b>0.43%</b>	<b>0.28%</b>
<b>1.2.8. Caucho, cuero, jebe</b>	<b>0.25%</b>	<b>1.01%</b>	<b>0.63%</b>
<b>2. Residuos no reaprovechables</b>	<b>11.77%</b>	<b>7.71%</b>	<b>9.74%</b>
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%	<b>0.82%</b>
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	4.96%	0.56%	<b>2.76%</b>
Restos de medicamentos	0.45%	0.53%	<b>0.49%</b>
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0.09%	0.82%	<b>0.45%</b>
Otros residuos no categorizados	0.00%	0.00%	<b>0.00%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>

#### 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/m<sup>3</sup>.
- 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.

