



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**

Guía para elaborar estudios de caracterización de residuos y desechos sólidos comunes



Guía para elaborar estudios de caracterización de residuos y desechos sólidos comunes



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Dirección para el Manejo de los Residuos y Desechos Sólidos
7 avenida 03-67 zona 13, Ciudad de Guatemala, Guatemala
PBX (502) 24230500 ext. 1021
www.marn.gob.gt

Tercera Edición 2024.

Este documento puede ser reproducido en cualquier forma para fines educativos o no lucrativos sin un permiso especial del titular de los derechos de autor siempre y cuando se cite la fuente.

AUTORIDADES

Ph. D. César Bernardo Arévalo De León
Presidente de la República

MSc. Ana Patricia Orantes Thomas
Ministra de Ambiente y Recursos Naturales

Ing. José Rodrigo Rodas Ramos
Viceministro de Ambiente

MSc. Anna Cristina Bailey Hernández
Viceministra de Recursos Naturales y Cambio Climático

MSc. Jaime Luis Carrera Campos
Viceministro del Agua

Lcda. Dinorah Haydeé Herrera Del Valle
Viceministra Administrativa Financiera

Ing. Agr. Jorge Oswaldo Grande Carballo
Director para el Manejo Integral de Residuos y Desechos Sólidos

ELABORACIÓN Y REVISIÓN

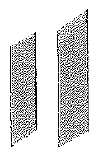
Dirección para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos

MSc. Arq. Melissa Alvarez Barrientos de Solórzano (elaboración)
MA. Licda. Sandra América López Arango
MSc. Juan Carlos Garrido López
Ing. Agr. Jorge Oswaldo Grande Carballo

VALIDACIÓN

Dirección para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos

Biól. Otto René Sandoval Calderón
Ing. Maria de los Angeles García Mayen
Lic. Julian Américo Sikahall Prado
José Eduardo Estrada Hernández
Luis Carlos D. Moscoso Barillas
María Argentina Ramirez Herrarte



**GOBIERNO de
GUATEMALA**
DR. ALEJANDRO GUAMATTEI

**MINISTERIO
DE AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES**

ACUERDO MINISTERIAL NÚMERO 500-2022

Guatemala 1 de diciembre de 2022

EL MINISTRO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

CONSIDERANDO

Que el artículo 194 literales a), f) e i), de la Constitución Política de la República de Guatemala, regula que el Ministro debe ejercer jurisdicción sobre todas las dependencias de su Ministerio, dirigir, tramitar, resolver, e inspeccionar todos los negocios relacionados con su Ministerio, y velar por el estricto cumplimiento de las leyes y la probidad administrativa, así mismo de conformidad con lo que para el efecto establece el artículo 27 literal m), de la Ley del Organismo Ejecutivo, Decreto 114-97, del Congreso de la República de Guatemala, es atribución del Ministro dictar los Acuerdos, Resoluciones, Circulares y otras disposiciones relacionadas con el despacho de los asuntos de su ramo, conforme la ley.

CONSIDERANDO

Que el Acuerdo Gubernativo número 73-2021, que contiene el Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales establece en su artículo 7 que son atribuciones del Ministro entre otras, dictar disposiciones para desconcentrar y descentralizar actividades, funciones y procesos técnico administrativos; asimismo dirigir, tramitar, resolver e inspeccionar las acciones relacionadas con su Ministerio.

CONSIDERANDO

Que el artículo 4 del Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes, contenido en el Acuerdo Gubernativo 164-2021, establece que: "Planes municipales para la gestión integral de residuos y desechos sólidos. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales coordinará con las Municipalidades, la elaboración de los planes relativos a la gestión integral de residuos y desechos sólidos y así evitar el deterioro ambiental, con el fin de prevenir o mitigar impactos relacionados a los sistemas ambientales hídrico, edáfico, biótico, atmosférico y visual; regulados en la ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales elaborará las guías que sean necesarias y pertinentes para desarrollar dichos planes municipales relacionados a la gestión integral de los residuos y desechos sólidos, en concordancia con las políticas generales del Estado y con la Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos. Además, promoverá su uso y aplicación por las municipalidades y verificará que, en el caso de las actividades sujetas a autorización sanitaria o ambiental que se incluyan en los Planes Municipales, se cumpla con las regulaciones, normas y especificaciones técnicas aplicables."

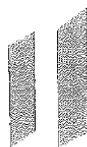
POR TANTO

En ejercicio de las funciones que establecen los artículos 194 literales a), f), e i) de la Constitución Política de la República de Guatemala; 27 literales a), f) y m) de la Ley del Organismo Ejecutivo, Decreto, número 114-97 del Congreso de la República de Guatemala; Ley para la Simplificación de Requisitos y Trámites Administrativos, Decreto 5-2021 del Congreso de la República de Guatemala; y 7 del Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Acuerdo Gubernativo número 73-2021; y 4 del Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes, contenido en el Acuerdo Gubernativo 164-2021.

**7 avenida 03-67 zona 13
PBX:2423-0500**

www.marn.gob.gt Síguenos en:





GOBIERNO de
GUATEMALA
DR. ALEJANDRO CIAMMATTEI

MINISTERIO
DE AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

ACUERDA

Artículo 1. Aprobación. Aprobar la "Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos y Desechos Sólidos Comunes".

Artículo 2. Actualización. La Guía podrá ser sometida a evaluación y mejora cuando la Dirección para el Manejo de Residuos y Desechos Sólidos del Viceministerio de Recursos Naturales y Cambio Climático lo considere pertinente, para lo cual requerirá una fase de validación de los integrantes de la Mesa Coordinadora para la Gestión y Manejo Integral de los Residuos y los Desechos Sólidos creada mediante Acuerdo Ministerial número 666-2013 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y la emisión y aprobación de un nuevo Acuerdo Ministerial.

Artículo 3. Divulgación y Socialización. La Dirección para el Manejo de Residuos y Desechos Sólidos del Viceministerio de Recursos Naturales y Cambio Climático, la Dirección de Gestión Ambiental y la Dirección de Coordinación Nacional del Viceministerio de Ambiente en coordinación con la Unidad de Comunicación Social, tendrán la responsabilidad de divulgar y socializar la presente disposición.

Artículo 4. Capacitación. La Dirección para el Manejo de Residuos y Desechos Sólidos del Viceministerio de Recursos Naturales y Cambio Climático será la encargada de propiciar y supervisar los procesos de capacitación para la implementación de la Guía.

Artículo 5. Casos no Previstos. Los casos no previstos dentro de la Guía objeto de aprobación, serán resueltos de conformidad con las normas y principios del Derecho Administrativo y Ambiental y el criterio técnico de la Dirección para el Manejo de Residuos y Desechos Sólidos del Viceministerio de Recursos Naturales y Cambio Climático.

Artículo 6. Notifíquese al Viceministro de Recursos Naturales y Cambio Climático y al Director de la Dirección para el Manejo de Residuos y Desechos Sólidos ambos de este Ministerio.

Artículo 7. Derogatorias. Se deroga Acuerdo Ministerial número 7-2019, de fecha ocho (8) de enero del año dos mil diecinueve (2019), del Ministro de Ambiente y Recursos Naturales; y, todas aquellas disposiciones que contravengan las contenidas en el presente Acuerdo Ministerial.

Artículo 8. El presente Acuerdo Ministerial surte sus efectos inmediatamente.

COMUNIQUESE



Ing. Gerson Elías Barrios Garrido
Ministro
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales



7 avenida 03-67 zona 13
PBX:2423-0500

www.marn.gob.gt

Síguenos en:



Índice

INTRODUCCIÓN	11
OBJETIVO	12
ALCANCE DE LA GUÍA	12
GRUPO META	13
IMPLEMENTACIÓN Y VIGENCIA	13
APLICACIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA.....	14
REQUERIMIENTOS	15
7.1 RECURSO HUMANO	15
7.2. EQUIPO, HERRAMIENTAS E INSUMOS	17
7.3 CONDICIONES DE TRABAJO	22
7.4 INSTALACIONES.....	23
PROCEDIMIENTO PARA LLEVAR A CABO LA CARACTERIZACIÓN.....	24
ACTIVIDAD UNO: Antecedentes.....	26
ACTIVIDAD DOS: Coordinación	27
ACTIVIDAD TRES: Cálculo y selección de la muestra.....	29
ACTIVIDAD CUATRO: Preparación.....	32
ACTIVIDAD CINCO: Socialización	33
ACTIVIDAD SEIS: Identificación de la muestra	35
ACTIVIDAD SIETE: Limpieza	38
ACTIVIDAD OCHO: Recolección de muestras	39
ACTIVIDAD NUEVE: Análisis de muestras	40
ACTIVIDAD DIEZ: Aseo del área de caracterización.....	49
ANEXOS	51
FUENTES DE CONSULTA	63
Fuentes de Consulta Digital.....	65
Entrevistas	65



Guía para elaborar estudios de caracterización de residuos y desechos sólidos comunes

Fotografía 1. Estudio de Caracterización en el municipio de Quetzaltenango. Alvarez, 2014.

Guía para elaborar estudios de caracterización de residuos y desechos sólidos comunes

1. INTRODUCCIÓN

La gestión Integral de los residuos y desechos sólidos implica conocer las características principales de los residuos y desechos en relación a la generación, composición y densidad, con el objetivo de diseñar de manera técnica y sustentable los sistemas de clasificación, separación, almacenamiento, recolección, transporte, transferencia, recuperación, reciclaje, tratamiento y disposición final, así como la creación de normas, entre otras herramientas que fortalezcan la adecuada gestión.

En el contexto nacional por la carencia de recursos disponibles los métodos estándares de análisis de residuos y desechos sólidos desarrollados en los países con mayores ingresos son más complejos y podrían estar fuera del alcance, por lo que fue necesario realizar una metodología acorde al país.

La metodología presentada esta basada en la integración de procesos metodológicos formulados por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente -CEPIS- y con base a Normas Mexicanas para la Protección al Ambiente; así mismo, validada en campo a través de experiencias aprendidas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- al brindar acompañamiento o asesoría a diversos procesos considerando los diversos factores socioculturales.

Atendiendo lo establecido en el Acuerdo Gubernativo 164-2021 "Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes" en los Artículos 3 inciso h y k, 4 y 12, el MARN establece la presente guía como una solución viable a nuestro contexto.

2. OBJETIVO

Establecer los criterios metodológicos para la realización del estudio de caracterización de residuos y desechos sólidos comunes que permitan determinar la generación, la composición y la densidad de los mismos generados dentro de una jurisdicción territorial con el fin de fundamentar las decisiones de mejora para la gestión integral de residuos y desechos sólidos.

3. ALCANCE DE LA GUÍA

El MARN con el fin primordial de cumplir con las obligaciones establecidas en el Acuerdo Gubernativo 164-2021 establece tres guías para el desarrollo de estudios de caracterización de residuos y desechos sólidos según el origen de los mismos:

- **Comunes:** metodología establecida para el análisis de residuos y desechos sólidos de origen domiciliario, instituciones públicas o privadas y centros educativos de los diferentes niveles académicos.

Los residuos y desechos sólidos comunes son aquellos cuya naturaleza no representa, en sí misma, un riesgo especial a la salud humana o al ambiente; por lo que no poseen características tóxicas, corrosivas, reactivas, explosivas, patológicas, infecciosas, punzocortantes, radiactivas u otras de similar riesgo.

- **Comercial:** metodología establecida para el análisis de residuos y desechos sólidos de origen comercial basándose principalmente en la clasificación de los mismos por actividad económica.
- **Industrial:** metodología establecida para el análisis de residuos y desechos sólidos de origen industrial.

Como lo indica el título y el objetivo del presente documento, la metodología atiende exclusivamente a los residuos y desechos sólidos comunes.

Es importante hacer la salvedad, que para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos y Desechos sólidos del municipio es necesario atender los tres tipos de guías metodológicas en mención.

4. GRUPO META

La guía está dirigida principalmente a las Municipalidades que en atención a sus competencias establecidas en el Acuerdo Gubernativo 164-2021 "Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes" deben realizar del Estudio de Caracterización de Residuos y Desechos Sólidos Comunes para el desarrollo del Plan Municipal para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos -PIRDES-.

Así mismo, la misma busca homologar los criterios para la realización de estudios de caracterización a nivel nacional desarrollados por empresas y profesionales que se especializan en el tema de residuos y desechos sólidos.

La guía también puede ser utilizada para entidades públicas y privadas que deseen desarrollar estudios de caracterización dentro de sus instalaciones para lo cual requieren la adecuación de la misma a sus necesidades y funcionamiento específico.

5. IMPLEMENTACIÓN Y VIGENCIA

Los estudios de caracterización deben realizarse en temporadas no festivas o atípicas, entiéndase, evitar fechas de ferias, semana mayor, fiestas de fin de año, vacaciones escolares y similares, ya que la información recabada podría ser afectada por patrones de consumo y generación irregulares (aumento o disminución).

Con relación a la preferencia de estación climática, lo ideal es realizar un estudio en estación seca y otro en estación de lluvia, y en el caso de lugares de alto interés turístico en temporada baja y alta, para obtener un panorama más detallado de los patrones de consumo y generación durante el año. Si en caso la municipalidad no cuenta con los recursos necesarios para realizarlo, se recomienda hacerlo en temporada media, esto debido que se entiende que debe hacer dos estudios anuales.

En lo que corresponde a la vigencia de los estudios, estos tienen un período de cinco años, esto no limita que se realicen estudios antes del plazo establecido.

6. APLICACIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA

DATO GENERADO	ALGUNAS APLICACIONES
ESTUDIO FINAL	a. Planificación técnica y operativa b. Planificación administrativa y financiera c. Determinación de tarifa diferenciada d. Fundamento para proyectos de inversión e. Presentación de instrumentos ambientales relacionados al tema f. Creación o continuidad de un histórico
PRODUCCIÓN PER CÁPITA POR DÍA	a. Estimación de la tarifa de cobro diferenciada. b. Estimación de la generación por persona en peso c. Estimación de la generación en peso de la población del municipio d. Proyección de la estimación de generación con base a la tasa de crecimiento poblacional. e. Comportamiento de la tasa de generación (más de 2 estudios)
PRUEBA DE DENSIDAD DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS	a. Estimación de los vehículos de recolección. b. Diseño para los camiones de recolección selectiva. c. Calculo del volumen para sitios de disposición final. d. Estimación de vida útil para sitios de disposición final. e. Calculo para infraestructura relacionada a la clasificación y almacenamiento temporal.
PRUEBA DE ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y BIOLÓGICO	a. Identificar las características de los residuos y desechos sólidos para determinar las tecnologías a considerar. b. Conocer las características para el diseño de infraestructura.
PRUEBA DE COMPOSICIÓN FÍSICA	a. Identificación y características de los residuos y desechos generados. b. Establecimiento de cadenas de valorización (alianzas público privado) para los residuos y desechos sólidos. c. Establecimiento de políticas y ordenanzas municipales. d. Fundamento de una clasificación secundaria extendida. e. Identificación de puntos verdes, centros de acopios y almacenamiento temporal.

Tabla No. 1. Aplicación de la información obtenida por la realización de estudios de caracterización de residuos y desechos sólidos comunes. Fuente: elaboración propia.

7. REQUERIMIENTOS

Los requerimientos están en función al tamaño de la población, a un mayor número de personas mayor supervisión. A continuación, se describe los recursos utilizados para trabajar:

7.1 RECURSO HUMANO

El recurso humano básicamente se identifica en cuatro tipos de perfiles descritos a continuación:

A. COORDINADOR

Persona organizada, predispuesta y líder, familiarizada con la gestión de residuos y desechos sólidos, que sea aceptado socialmente en el área de trabajo o en su efecto, apoyarse con las autoridades municipales. Encargado de la supervisión de todas las actividades del estudio previo, durante y después del mismo.

Las principales atribuciones del coordinador son:

- Coordinar, programar y ejecutar las actividades de los grupos de trabajo
- Elaborar cronogramas de trabajo
- Supervisar las tareas asignadas al equipo
- Fomentar la participación y el espíritu del trabajo en equipo
- Crear un clima de trabajo cordial
- Gestión de las necesidades del equipo
- Capacitar al personal involucrado
- Proveer de las necesidades e insumos necesarios al personal involucrado,
- Supervisar la calidad de la información que se genere durante el proceso,
- Desarrollo del informe final
- Otros afines al cargo

B. TÉCNICOS

Personal de apoyo directo al coordinador, su principal función es ser el enlace entre la coordinación y los tabuladores, actores y sectores identificados.

Asignados a un área específica (rutas de recolección), quienes tienen a cargo un piloto y equipo de tabuladores durante todo el proceso desde su planificación hasta su finalización.

Deben conocer o familiarizarse con el área de recolección asignada, ya que serán los encargados de guiar al equipo para realizar la ruta de recolección de la manera más eficiente apoyándose con los líderes de la comunidad.

Tienen a cargo la capacitación y supervisión de los tabuladores para cerciorarse que las actividades se realicen adecuadamente en cada una de las etapas del estudio con especial atención a la recolección de información en la etapa de socialización.

Encargados del procesamiento de los datos obtenidos en campo para traslado al coordinador, responsable de la veracidad y calidad de los mismos.

C. TABULADORES

Personal con estudios medios o más disponible para los 2 días aproximados de socialización y 8 días que dura la recolección y tabulación de las muestras.

Son los encargados en realizar la socialización, la encuesta inicial a los usuarios, recolección de las muestras y la manipulación de los residuos y desechos en todo el proceso por lo que se recomienda que este familiarizado en el tema, con condición física y sin prejuicios para la manipulación de los residuos y desechos sólidos.

Se recomienda sean personas que vivan en el área donde serán asignadas, lo cual permitirá mayor apertura y confianza de los pobladores de las casas muestreadas.

Como referencia, en la asignación de la cobertura de cada tabulador se puede estimar 1 tabulador por cada 10 viviendas.



Fotografía 2. Estudio de caracterización en el municipio de Quetzaltenango donde el recurso humano estuvo conformado por coordinador, técnicos, tabuladores y pilotos. Fotografía: Alvarez, 2014



D. PILOTOS

Personas encargadas exclusivamente en la conducción de los vehículos para agilizar la recolección de las muestras hacia el sitio donde se realizará el estudio de caracterización, así como el traslado posterior de los residuos y desechos al sitio de disposición final que indique la municipalidad.

El piloto podrá apoyar en la etapa de socialización en el área que fue asignado con el fin de familiarizarse con el proyecto y los participantes.

La cantidad de pilotos, tabuladores y técnicos varía según el tamaño del municipio y las rutas a establecerse con base a los estratos socioeconómicos identificados y la ubicación de las áreas seleccionadas según el ordenamiento territorial de cada municipio.

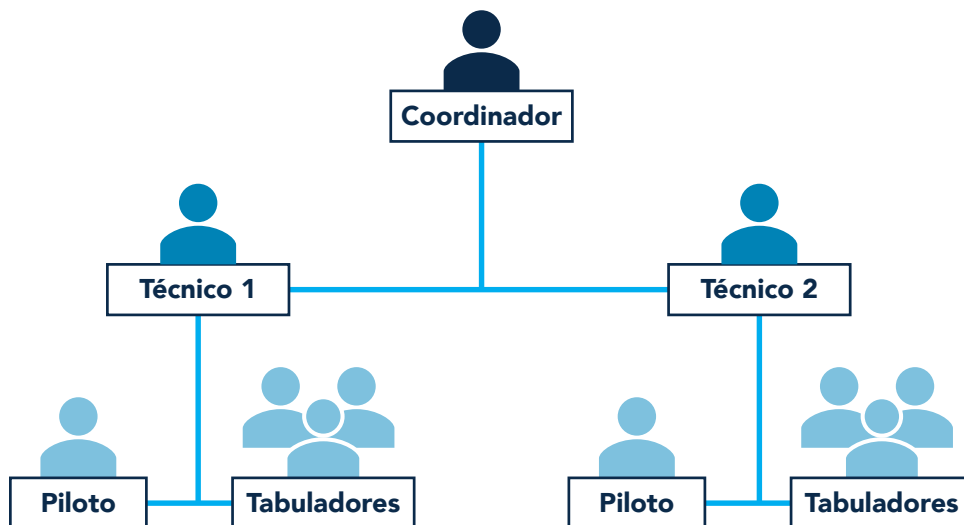


Ilustración 1. Para la conformación del equipo de trabajo se recomienda que por ruta de recolección se contemple técnico, un piloto y por lo menos dos tabuladores.

7.2. EQUIPO, HERRAMIENTAS E INSUMOS

El equipo y herramienta a considerar en las diferentes actividades del estudio de caracterización de residuos y desechos sólidos dependerá de los estratos socioeconómicos y rutas establecidas. **Por cada actividad se identifica a continuación lo requerido, haciendo la salvedad que algunos insumos podrán ser utilizados en más de una actividad.**

CANTIDAD	EQUIPO Y HERRAMIENTA	FRECUENCIA
1	Pickup (picop) doble cabina	por cada 30-40 viviendas o por cada ruta de recolección definida, la cual deberá realizarse simultáneamente.
1	Manta de Identificación	para cada uno de los Pickup.
1	Tablero tamaño carta u oficio para realizar la encuesta.	para cada coordinador, técnico, tabulador y piloto
1	Impresión de Boleta de Campo para Muestreo de Generación de Residuos y Desechos Sólidos (Anexo 2)	por cada vivienda a muestrear.
1	Impresión de Circular Informativa sobre estudio de Caracterización y el proceso de recolección	por cada vivienda a muestrear.
1	Calcomanía para la Identificación de la vivienda, comercio, o industria	por cada vivienda a muestrear.
2	Lapiceros	para cada persona
1	Sistema de georreferenciación (GPS o celular con internet) para ubicar las viviendas seleccionadas	por cada técnico.
1	Marcador permanente para cada persona (coordinador, técnico, etc.)	para marcar las bolsas con el código correspondiente.
1	Listado de Viviendas con código para llevar el control de recolección y participación. (Puede usarse una aplicación celular de georreferencia para realizar un mapa de ruta digital)	por cada ruta de recolección; cada día.
	Calcomanías para la identificación de la vivienda, comercio o industria, por desgaste o pérdida.	10% de las viviendas muestreadas por desgaste o pérdida.
1	Nota de agradecimiento por haber apoyado en el Estudio de Caracterización.	Por cada vivienda muestreada, más 10% por imprevistos.
1	Botiquín de Primeros Auxilios y abastecerlo en caso de ser utilizado.	para cada una de las rutas de recolección;

Tabla No. 2. Equipo, herramienta e insumos estimado para la realización de estudios de caracterización de residuos y desechos sólidos. Fuente: elaboración propia.

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	RECOLECCIÓN DE MUESTRAS	ANÁLISIS DE MUESTRAS	LIMPIEZA DE LAS INSTALACIONES
X	X		
X	X		
X	X		
X			
X			
X			
X	X		
X	X		
X	X		
	X		
	X		
	X		
X	X	X	X



Fotografía 3. Equipo y herramienta utilizado para el análisis de las muestras: Alvarez, 2014.



Fotografía 4. En el municipio de Santa Catarina, San Marcos, con el fin de reducir la contaminación de las bolsas plásticas, se utilizaron costales, los cuales eran reemplazados cada día de recolección y los utilizados eran lavados en el sitio.
Fuente: Delegación del MARN San Marcos, 2021.

CANTIDAD	EQUIPO Y HERRAMIENTA	FRECUENCIA
	Bolsas de polietileno de 0.70 m x 0.50 m y calibre mínimo del No. 200 o en su defecto, costales; se pueden utilizar bolsas de color por estrato o sector identificado.	por cada vivienda a muestrear; una por cada día); más 10% por imprevistos
	Pita o tiras de plástico para el cierre de bolsas	
1	Masking o stickers para identificar las bolsas; en caso también se usen las calcomanías, considerar 8 por cada vivienda.	por cada por tabulador, técnico y coordinador.
3	Toneles sin abolladuras y limpios, con capacidad de 200 Litros	por cada uno de los estratos a caracterizar.
2	Palanganas de plástico de 10 litros	por cada uno de los estratos a caracterizar.
4	Palas planas de >30 cm de ancho, preferiblemente plásticas	por cada uno de los estratos a caracterizar.
1	Escoba o escobones	por cada persona
1	Bieldo o rastrillo	1 por cada 30 viviendas
1	Cernidor de madera de 1mt x 1.5 mt con malla de ½"	por cada estrato a caracterizar.
1	Pala recogedora de "basura" resistente	por cada estrato a caracterizar.
1	Plástico negro tipo Nylon para protección del piso	
1	Pesa de Piso (capacidad máxima de 100 kg y precisión de 10g o similar).	por cada estrato a caracterizar
1	Pesa Sensible (capacidad máxima de 10 kg y precisión de 1g o similar).	por cada estrato a caracterizar
	Extensión Eléctrica	Conforme a las condiciones de las instalaciones
	Camiones o Pickup para trasladar los desechos hacia el sitio de disposición final.	De acuerdo a la cantidad de desechos
	Bolsas toneleras para transportar los Desechos	
1	Tonel de 200 litros	por cada 60 viviendas
1	Escoba	por cada 30 viviendas
1	Recogedor	por cada 30 viviendas
	Desinfectante o bactericida	Por definir

* Nota: Considerar un 10% más de equipo, herramienta e insumos por imprevistos

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	RECOLECCIÓN DE MUESTRAS	ANÁLISIS DE MUESTRAS	LIMPIEZA DE LAS INSTALACIONES
	X		
	X		
	X		
		X	
		X	
		X	
		X	
		X	
		X	
		X	
		X	
		X	
		X	
			X
			X
			X
			X
			X
			X



Fotografía 5. Existen diversas opciones de pesas de piso y pesas sensibles e incluso hay algunas que cumplen ambas funciones por lo cual, se recomienda buscar lo existente para reducir costos. Fotografías: Alvarez, 2014 y 2022.

7.3 CONDICIONES DE TRABAJO

El personal contratado, en especial los tabuladores, deben de contar con las condiciones adecuadas para el desarrollo de las actividades asignadas considerándose por lo menos:

1. Chalecos reflectivos
2. Gafetes de identificación con el logotipo de la municipalidad y demás instituciones involucradas
3. Guantes resistentes a cortaduras
4. Botas de hule
5. Mascarillas de cartucho reemplazable que contengan carbón activado
6. Lentes de seguridad
7. Gorras
8. Agua purificada o bebidas hidratantes

Lo anterior podría variar y adecuarse según las condiciones climáticas y físicas del área como, por ejemplo, en clima cálido donde se recomienda que los vehículos trasladen agua potable o bebidas hidratantes al alcance del personal.



Fotografía 6. En el estudio de caracterización del municipio de Quetzaltenango realizado en el 2014 los tabuladores a cargo del manejo de los residuos y desechos sólidos contaban con equipo de protección enlistado para procurar su seguridad. Fotografía: Alvarez, 2014.

7.4 INSTALACIONES

Para llevar a cabo el estudio se requiere de un espacio físico cercano a los estratos identificados, techado, con energía eléctrica, agua potable, servicios sanitarios (con insumos: jabón antibacterial y papel higiénico, etc.) y que cuente con ventilación considerando que no se produzcan ráfagas de viento que disperse los residuos y desechos sólidos.

Las instalaciones deben contar con piso liso (no de tierra para evitar mezcla o alteración del peso de la muestra) donde los camiones puedan ingresar fácilmente. Si el piso requiere cuidado, como por ejemplo una cancha de basquetbol, se debe considerar el uso del plástico para cubrir el piso indicado en el literal "b. Equipo y Herramientas" en el apartado de "Actividad de Análisis de las Muestras".



Fotografía 7. La selección del lugar es importante para poder realizar con condiciones adecuadas el estudio y brindar condiciones óptimas al personal involucrado promoviendo su permanencia durante el desarrollo del mismo. Estudio de caracterización en el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez. Fotografía: Estrada, 2022.

8. PROCEDIMIENTO PARA LLEVAR A CABO LA CARACTERIZACIÓN

Para el desarrollo del estudio de caracterización se identifica una serie de actividades a considerar la cuales podrán ser fortalecidas y adecuadas a las necesidades del municipio. Parte de las actividades deben ser realizadas de manera paralela con otras, como es el ejemplo de la socialización que tiene un gran componente en la parte inicial, pero esta debe continuar durante todo el proceso para propiciar el interés, apoyo y constancia de los diferentes actores involucrados.





Ilustración 2. Secuencia de actividades para el desarrollo de la caracterización. Nótese que hay una serie de actividades a considerar de manera paralela. Imagen: José Estrada

ACTIVIDAD UNO

Antecedentes

Es indispensable recopilar información de la municipalidad (especialmente en el área encargada del tema) y de las empresas que prestan los servicios de recolección, traslado, limpieza de áreas públicas, transferencia, recuperación y disposición final para conocer las generalidades de la situación debido que es un proceso que conlleva muchas fases y por ende la identificación de los actores e información de la operatividad es de suma importancia para las siguientes actividades.

La importancia de la recopilación de información radica en que será de sustento para guiar en la toma de decisiones con el fin de fortalecer el estudio con datos actualizados y argumentos sólidos. Los antecedentes permitirán mostrar los distintos hallazgos que se han tenido e incluso la mención de estudios previos de caracterización, principalmente los que han tenido objetivos o metodologías similares a la presente.

Dentro de la información debe considerarse el catastro de los inmuebles, planes municipales, número de habitantes, tasa de crecimiento poblacional, sistema de recolección, aseo de áreas públicas (tren de aseo), valorización de residuos formal e informal, sitios de disposición, entre otros.

La revisión y consideración de esta parte de la investigación orienta a analizar hasta donde ha llegado el tema y que vacíos han quedado. Por último, servirán para la toma de decisiones en las diferentes acciones que se desarrollarán hasta la elaboración del informe final y su divulgación



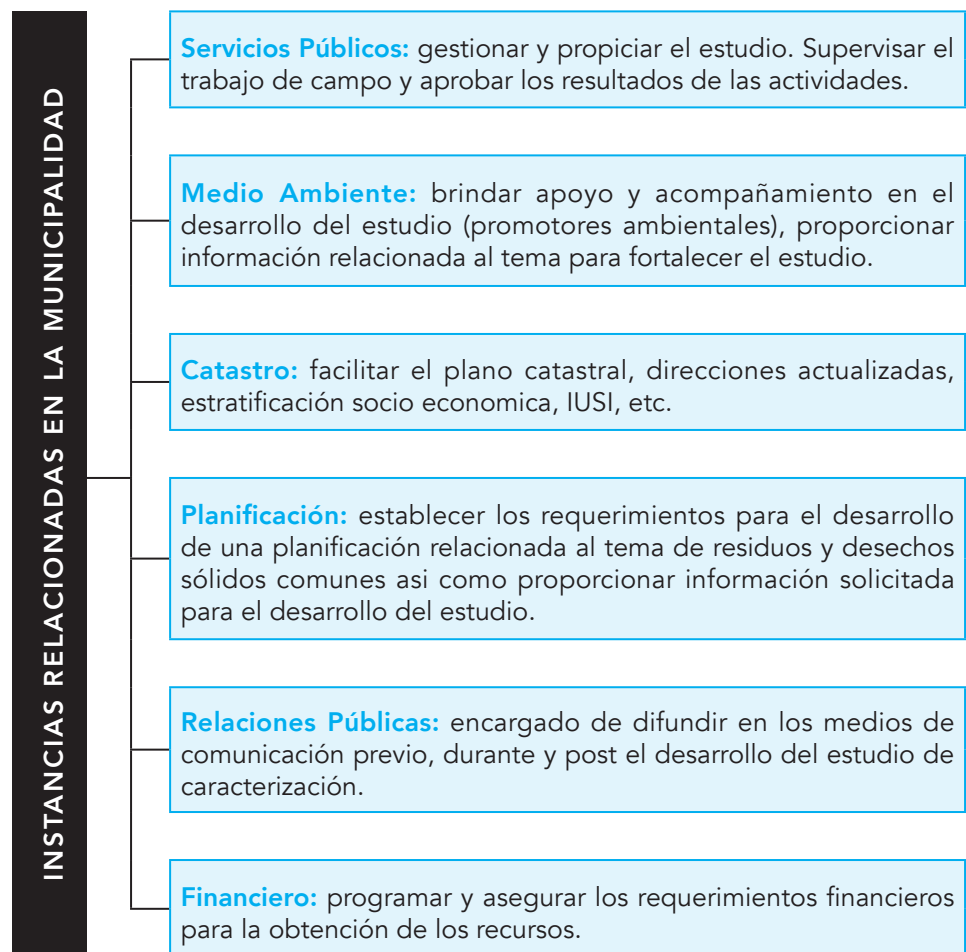
Fotografía 8. Dentro de los antecedentes se debe considerar el plano catastral que permita conocer la distribución de las viviendas en el municipio para el planteamiento de las rutas de recolección del estudio de caracterización. Fotografía: Alvarez, 2016

ACTIVIDAD DOS

Coordinación

Para la coordinación es indispensable la formulación de un Plan de Trabajo que permita, con base a los antecedentes, establecer las acciones, responsables, involucrados, fechas, recursos e indicadores de avance para el desarrollo del estudio de caracterización.

En esta actividad se deben contemplar reuniones de trabajo para la validación del Plan de Trabajo con los actores principales como personal asignado e involucrado de la municipalidad (servicios públicos, medio ambiente, catastro, planificación, finanzas, relaciones públicas, entre otros) delegación departamental del MARN y en caso aplique, la empresa que realice el estudio. La municipalidad podrá considerar la inclusión de algún actor estratégico en esta actividad por su importancia.



Con el fin de garantizar el compromiso de la municipalidad, se puede considerar una reunión con el Concejo Municipal para aprobar el Plan de Trabajo a modo de contar con su apoyo y establecer la asignación del personal e insumos que requerirá el estudio durante los días de socialización y caracterización (aproximadamente 10 días consecutivos, incluyendo fin de semana).

Una vez aprobado el Plan de Trabajo, es necesario realizar la gestión de los recursos, tanto de personal, como de herramientas y equipos. El número de personas, así como de los equipos varían en función del número de muestras.



Fotografía 9. Para el desarrollo del estudio de caracterización la municipalidad puede coordinar con actores para la realización de las actividades. Como se ve en la fotografía, en el caso de la Municipalidad del Estor se coordinó con el MARN, ONGs, empresas privadas, entidades del Estado y demás. Fotografía: Alvarez, 2021

ACTIVIDAD TRES

Cálculo y selección de la muestra

Para el desarrollo de esta actividad es necesario el plano catastral del municipio donde además de la cabecera municipal se identifiquen los demás asentamientos (centros poblados), ya que, parte de la responsabilidad municipal es atender toda la jurisdicción.

En caso que la municipalidad no cuente con una estratificación socioeconómica del municipio se deben establecer criterios para sectorizar el mapa en estratos alto, medio y bajo con base a las características físicas externas de las viviendas, su entorno inmediato y su contexto urbanístico, evitando subjetividad.

Estrato socioeconómico Alto	Estrato socioeconómico Medio	Estrato socioeconómico Bajo
Calles Pavimentadas en buen estado	Calles Pavimentadas en regular estado	Calles sin pavimentar o sin vías
Viviendas con diseño arquitectónico	Viviendas con acabados y pintadas	Viviendas con materiales de construcción expuestos sin acabados
Cuenta con servicios públicos e iluminación de calles	Cuenta con servicios públicos e iluminación de calles	Algunos o ninguno cuenta con servicios públicos e iluminación de calles

Tabla 3. Ejemplo de criterios de clasificación socioeconómicos, los cuales deben ser definidos de manera objetiva por la municipalidad. Fuente: elaboración propia.

Para establecer las áreas correspondientes a cada estrato socioeconómico también se puede considerar el Impuesto Único Sobre Inmuebles (IUSI).

En algunos casos del país es difícil poder hacer una separación de los estratos, ya que los asentamientos (centros poblados) podrían contar con más de un estrato socioeconómico. En este caso se trabajará dos o tres estratos según sea el caso en una misma muestra, a la cual se le identificará como estrato mixto.

Para conocer el número de muestras de cada estrato socioeconómico se necesita calcular el número de muestras (viviendas):

No. de viviendas	<501	501 - 1,000	1,001 - 5,000	5,001 - 10,000	>10,000
No. total de muestras	54	85	113	114	119

EJEMPLO 1

Un municipio cuenta con 12,500 viviendas de las cuales 625 viviendas son del estrato socioeconómico alto equivalente al 5%, 5,000 viviendas son del estrato socioeconómico medio equivalente al 40% y 6,875 viviendas del estrato socioeconómico bajo equivalente al 55%.

En consideración que para municipios mayores a 10,000 viviendas se establecen 77 muestras se establece que 4 viviendas de las muestras corresponden al estrato alto ($77 * 5\%$), 31 viviendas para el estrato medio ($77 * 40\%$) y 42 viviendas para el estrato bajo ($77 * 55\%$).

EJEMPLO 2

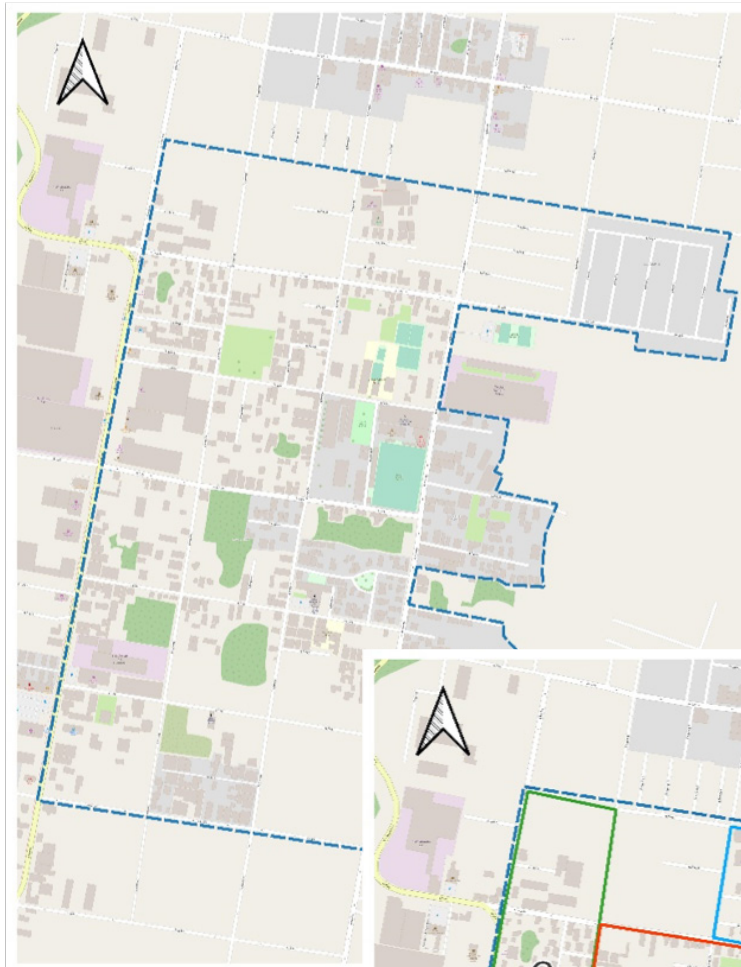
Un municipio cuenta con 6,750 viviendas de las cuales el 45% (3,038 viviendas) es estrato socioeconómico alto y el 55% (3,712 viviendas) mixto, no se identifica un estrato socioeconómico alto.

En el rango que corresponde a 6,750 viviendas se establecen 76 muestras, se establece 34 viviendas para el estrato alto ($76 * 45\%$) y 42 viviendas para el estrato mixto ($76 * 55\%$).

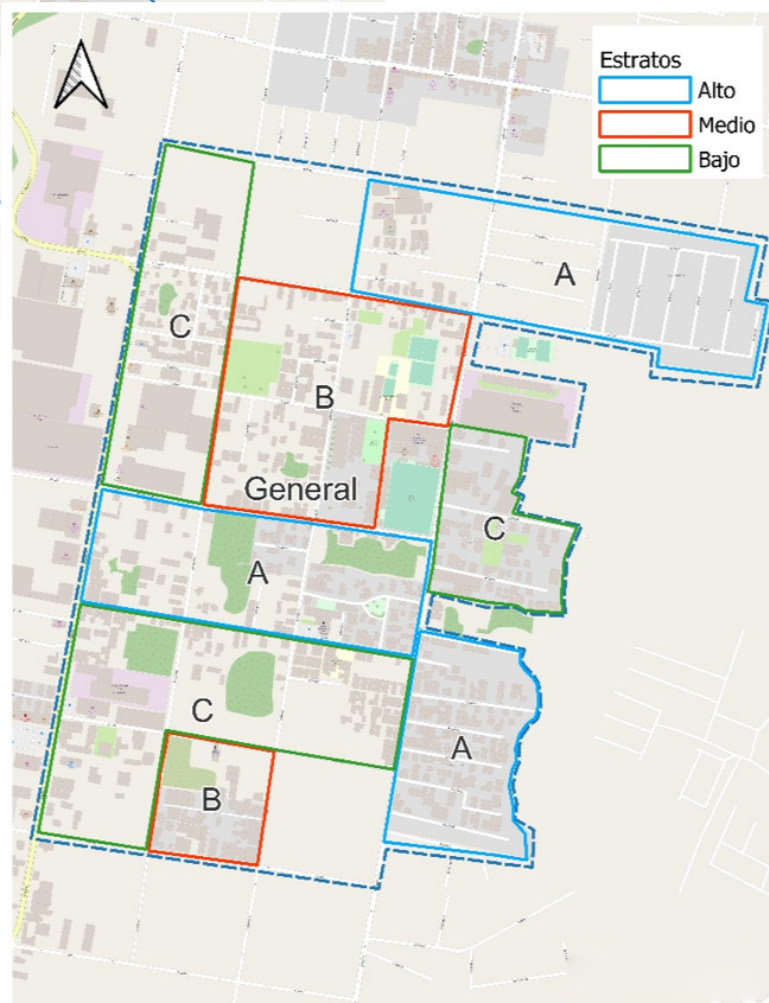
La muestra se selecciona por el método de muestreo simple aleatorio, que consiste en escoger de las unidades muestrales un total de viviendas, de tal modo que cada una tenga la misma posibilidad de ser escogida.

Esto se realiza con una tabla de números aleatorios desde el 1 hasta el número de viviendas en un recipiente, mezclándolos y tomando al azar el número de muestras ya definido anteriormente.

Para ello, es importante contar con un plano del área donde se realizará la caracterización, ya que en dicho plano serán identificadas las viviendas elegidas. Al momento de determinar la/las rutas de recolección, preferiblemente debe ser asignado un vehículo por estrato para evitar que se mezclen las muestras. No se recomienda la recolección de dos o más estratos al mismo tiempo, pero en caso de ser necesario por recursos o logística, se recomienda el uso de bolsas de colores para identificar los estratos.



Mapas 1 y 2. En el mapa de la izquierda se delimita el área habitacional de la zona industrial y comercial. En el mapa de la derecha se procede a identificar los estratos socioeconómicos y con ello ubicar de manera aleatoria las muestras según el porcentaje correspondiente a cada uno. Mapas: Luis Moscoso, 2022.



ACTIVIDAD CUATRO

Preparación

Para esta actividad se deben considerar todas aquellas acciones relacionadas a la preparación del equipo y herramientas, así como del personal involucrado: coordinador, técnicos, tabuladores y pilotos.

En el caso del equipo y herramienta, el mismo debe ser asignado a cada responsable para su uso y resguardo, en caso sea posible se recomienda que sea identificado para evitar confusiones dentro del equipo.

En las acciones de preparación resalta las capacitaciones del coordinador y los técnicos a los tabuladores en el dominio de la “Boleta de Campo para Muestreo de Generación de Residuos y Desechos Sólidos” ubicada en el Anexo 2 sobre el abordaje a los vecinos y las posibles preguntas que les pueden plantear como, por ejemplo:

- ¿Cuánto tiempo dura el estudio?
- ¿Qué beneficio obtengo?
- ¿Para qué sirve el estudio?
- ¿El estudio sirve para incrementar la tarifa de recolección?
- ¿El estudio servirá para contratar otra empresa de recolección?
- ¿Me van a pagar algo?
- ¿Me va costar algo?
- Si participo, ¿qué tengo que hacer?
- ¿Tengo que registrarme o dar mis datos personales?

Para esta capacitación, se debe de considerar por lo menos un día de taller donde se incluya la importancia del tema de residuos y desechos sólidos y la metodología para sensibilizar y motivar a los vecinos en participar. Para el desarrollo del taller se deben apoyar por medio de presentaciones y dinámicas a modo que los tabuladores lleguen a dominar el llenado de la boleta y las respuestas a las posibles preguntas. Dentro de las dinámicas a considerar se recomienda “juego de roles”.

ACTIVIDAD CINCO

Socialización

Previo a iniciar con la caracterización de los residuos y desechos sólidos en el municipio se debe realizar por lo menos durante una semana antes un proceso de socialización, el cual, preferiblemente debe ser liderado por el área de relaciones públicas de la municipalidad.

Para la socialización se requiere identificar los grupos metas del municipio considerando las peculiaridades de cada municipio, como, por ejemplo:

1. Población
2. Asociación de Recolectores Públicos y Privados
3. Alcaldías Auxiliares
4. Consejo Municipal de Desarrollo -COMUDE-
5. Consejo Comunitario de Desarrollo -COCODE-
6. Comité Único de Barrio -CUB-
7. Representantes de Condominios
8. Personal de la Municipalidad
9. Policía Nacional Civil
10. Policía Municipal
11. Asociación de Mercados
12. Instituciones Educativas
13. Radios Comunitarias
14. Iglesias

En el caso de los recolectores públicos y privados, es de suma importancia que se les socialice la información del estudio principalmente, para que no existan malos entendidos y que conozcan de qué manera serán identificadas las casas participantes para que no presten la recolección a dichas casas durante el estudio de caracterización y evitar que se pierdan las muestras.

Es necesaria la elaboración de una campaña informativa donde se promueva el uso de un slogan que fomente algún valor y permita identificarse con la importancia de apoyar el estudio de caracterización.

Para el desarrollo de la socialización se puede considerar las siguientes estrategias:

- A. Circular informativa:** Este documento permite el traslado de información de forma confiable, se recomienda que brinde los aspectos relevantes a considerar de manera mediada y entendible para público en general (evitar tecnicismos). La circular puede ser entregada a los líderes de los grupos organizados para que trasladen la información de forma confiable.

B. Afiches: Deben brindar la información más importante y básica, acompañada de los logos de las entidades involucradas en el estudio y preferiblemente con un número telefónico o WhatsApp de contacto para solventar posibles dudas de los pobladores. Se recomienda que estos sean colocados en los puntos donde más concurre la población (municipalidad, iglesias, centros comerciales, supermercados, etc.).

C. Redes sociales: Es un medio de comunicación virtual sumamente popular que fomenta la creación de comunidades por lo cual, su adecuada utilización es de suma importancia en especial para generar la participación comunitaria.

Se puede considerar de las plataformas que utiliza la municipalidad, aunado a ello se les puede solicitar a los grupos metas identificados su apoyo a modo de compartir la campaña informativa en sus redes sociales, creando de esta forma una interacción entre sí y contribuyendo a divulgar el contenido.



Fotografía 10. Identificación de actores para la socialización en la capacitación para la elaboración de estudios de caracterización en el departamento de Sacatepéquez. Fotografía: Melissa Alvarez, mayo 2022

ACTIVIDAD SEIS

Identificación de la muestra

En la actividad tres se ha calculado y seleccionado la muestra, con base a ello cada equipo de trabajo asignado a un área específica procede a identificar las viviendas escogidas de modo aleatorio.

Las personas que participarán en la recolección de las muestras (técnicos, tabuladores y piloto) deberán estar debidamente identificadas. En cada vivienda solicitarán ser atendidos por algún representante mayor de edad a quien le explicarán sobre el proyecto y los beneficios que se obtendrán, indicando la importancia de la participación ciudadana para la solución de la problemática de los residuos y desechos sólidos.



Fotografía 11. Es necesario que el personal se encuentre identificado y anuente a conversar con las personas del área de muestra con el fin de facilitar el proceso y para procurar el apoyo de las personas participantes. Estudio de caracterización en el municipio de Río Hondo, Zacapa. Fotografía: Alvarez, 2021.

Al no contar con el apoyo de la vivienda, se escoge otra vivienda inmediata a esta evitando que queden dos muestras colindantes. De contar con el apoyo de la familia, se procede a realizar una encuesta para recopilar datos básicos que permitan determinar datos puntuales como: ubicación de la vivienda, número de personas por familia, sistema de recolección de desechos y residuos, tipos de residuos y desechos especiales, entre otros (ver Anexo 2. Boleta de campo para muestreo de generación de residuos sólidos por domicilio).

Se recomienda que para el proceso el equipo de técnicos y tabuladores se acompañen de un líder comunitario y/o de un representante de la municipalidad (en caso aplique puede ser de la municipalidad auxiliar), lo cual permitirá mayor apertura y confianza del vecino identificado al ver la presencia de un actor conocido y en caso de zonas rojas, de la policía municipal o nacional civil.

A cada una de las viviendas elegidas se les indicará las instrucciones para apoyar en el estudio de caracterización las cuales pueden ser proporcionadas en físico a los participantes (ver Anexo 1), siendo principalmente las siguientes:

1. Se identificará con un código la vivienda en la parte frontal con una calcomanía.
2. Se recolectará durante 8 días consecutivos los residuos y desechos sólidos.
3. Se debe indicar la hora estimada de recolección.
4. Se entregará a las viviendas una bolsa plástica cada día para disponer de los desechos y residuos sólidos (no entregar las 8 bolsas pues en ocasiones las utilizan para otros fines o ya no apoyan).
5. Se solicitará que los desechos sanitarios (papel higiénico, pañales, higiene femenina y mascarillas) sean depositados en una bolsa cerrada dentro de la bolsa entregada a modo que estos no se mezclen con los demás residuos y desechos sólidos.
6. Se solicitará a los habitantes de la vivienda que entreguen la bolsa con los residuos y desechos sólidos a las personas asignadas del estudio para su recolección, quienes tocarán la puerta. No se recomienda que las coloquen afuera ya que en algunas ocasiones los del servicio de recolección las recogen antes.
7. Se solicitará que coloquen en la bolsa solo residuos y desechos generados en el día por la vivienda y no proveniente de otros lugares.
8. En el caso de no poder atender a la hora de la recolección, se les solicitará dejar la bolsa colgada en el balcón de la ventana o puerta de ser posible, para evitar que animales rompan las muestras y esparzan los residuos y desechos sólidos.
9. Se les explicará que es un estudio que durará 8 días consecutivos y posteriormente se debe continuar con el sistema de recolección normal.

Después de contar con el interés y apoyo de las personas que participarán en el estudio se identifica la vivienda por medio de un código y además se recomienda geo referenciar con un GPS o un celular móvil a modo de facilitar la ubicación de la misma en el proceso de limpieza y recolección.



Para establecer el código de las viviendas se puede determinar por medio de siglas y números utilizando estrato social, número de la muestra y siglas de la localidad. Se recomienda que la identificación se realice con una calcomanía y debe ser colocada en un lugar visible de la fachada de la vivienda para que sea más fácil de ubicar en el proceso de recolección, cabe resaltar que dicho código de identificación debe ser colocado en la boleta y en las bolsas correspondientes a cada vivienda.

Fotografía 12. En algunos casos de estudios de caracterización donde el MARN brinda acompañamiento se elaboraron calcomanías para identificar las viviendas que incluían los logos de las entidades involucradas y el slogan de la campaña. Fotografía: Alvarez, 2022.



ACTIVIDAD SIETE

Limpieza

El primer día de recolección se considera que los datos no son fidedignos ya que por lo general introducen más residuos y desechos de los habituales, esto sirve para asegurar que los residuos y desechos generados después corresponden a un día. Por lo anterior, se recolectan las bolsas y se disponen directamente en el sitio de disposición final utilizado por la municipalidad.

Asimismo, se puede modificar, corregir y mejorar la ruta de recolección, así mismo familiarizar a los involucrados (piloto, técnicos, tabuladores y población participante) sobre la dinámica, tiempos y dudas que aún puedan suscitar. Durante el proceso el transporte y personal involucrado en las actividades deben estar debidamente identificados.

Con la obtención de los puntos geo referenciados en la etapa de selección de la muestra, el técnico podrá ir de avanzada ubicando los inmuebles anunciando ya sea por medio del toque de los timbres o de un llamado (la bocina del picop o megáfono) que en ese momento se está realizando la recolección de las bolsas, a modo que al llegar el picop las muestras ya estén listas para ser recogidas por los tabuladores optimizando el tiempo de recolección notablemente.

Una consideración a tomar es la identificación del área (barrio o colonia) con recolección municipal o privada más reciente, ya que esta muestra puede ser apartada de lo demás y ser sujeta a un ensayo por parte del equipo con el fin que puedan familiarizarse con la metodología para practicar pesaje, cuarteo, densidad y caracterización. Es importante recordar que estos datos no se deben de reportar, únicamente servirán como práctica.

No se recomienda que la muestra de ensayo tenga más de dos días de generación por la descomposición de los orgánicos, este tiempo puede variar según el clima del área, entre más calor mayor descomposición.



ACTIVIDAD OCHO

Recolección de muestras

Dentro de las consideraciones principales para esta actividad es la seguridad del equipo involucrado, además de lo expuesto anteriormente con relación al equipo de protección personal -EPP- es importante considerar la seguridad del traslado del personal después de la recolección al sitio de caracterización, por ello la recomendación de picop de doble cabina.

Las bolsas deben ser identificadas con marcador permanente por los tabuladores según el código de vivienda asignado en las calcomanías y adicionalmente se podría usar un color de marcador para cada estrato social, esto servirá para identificar más fácilmente la procedencia, continuidad de la participación de las viviendas y el peso de cada bolsa para ser registrada por el técnico en la boleta (ver Anexo No.2 "Boleta de campo para muestreo de generación de residuos y desechos sólidos").



Fotografía 13. Cada bolsa debe ser identificada con el código de la vivienda, la misma al momento de ser colocada en el picop debe ser registrada por el técnico que lidera el equipo a modo de identificar si alguna vivienda no ha sido atendida. Fotografía: Alvarez, 2014

ACTIVIDAD NUEVE

Análisis de muestras

Es recomendable que el personal se divida en dos grupos, uno para realizar el proceso de cuarteo y otro para realizar la clasificación de residuos y desechos sólidos comunes, de esta forma se puede reducir el tiempo de la actividad significativamente.

A. Metodología para la medición del peso de las muestras

Cuando se inicia el proceso de pesaje de las muestras por estratos socioeconómicos (bajo, medio, alto y mixto) se debe registrar en un cuadro el peso de cada bolsa con base a la identificación del código de cada vivienda que se realiza sobre la bolsa en el momento de recibirla; esto permitirá tabular los datos del peso adecuadamente durante los siete días (ver Anexo no.2 "Boleta de campo para muestreo de generación de residuos sólidos").

Las bolsas no pueden ser pesadas directamente sobre las pesas de pie, debido que por su consistencia el contenido se esparce fuera de la pesa y no registra el peso real. Para el peso de las muestras en las diferentes etapas del análisis se debe considerar el siguiente sistema:

- La pesa debe estar calibrada en cero.
- Se debe colocar el recipiente vacío donde será colocada la bolsa o los residuos y obtener el peso del mismo.
- Posteriormente se colocará la bolsa dentro del recipiente. Al dato obtenido se le restará el peso del recipiente (tara), dando como resultado el peso real de los residuos.

Es importante mencionar que el recipiente debe descansar completamente sobre la pesa y no debe tocar la superficie del piso, ya que altera el dato.



Fotografía 14. En el estudio de caracterización realizado en Río Hondo se utilizaron recipientes donde fue identificado el peso del recipiente en caso la pesa no permitiera tararlo. Otro aspecto a considerar es que las bolsas descansarán dentro del recipiente completamente. Fuente: Alvarez, 2021.

En la mayoría de las ocasiones es necesario tarar la pesa; este proceso consiste en colocar el recipiente sobre la pesa y poner la calibración de la pesa en cero o en caso de las pesas digitales, programarlas para que no reconozca el peso del recipiente. Se debe conocer muy bien una pesa para poder tararla y evitar que los datos sean incorrectos.

En algunos casos el peso de la muestra es menor a lo que podría registrar una pesa de pie; es por ello que se sugiere tener dos tipos de pesas, una para pesos mayores a un kilo y otra para pesos menores de un kilo.

B. Producción Per Cápita por Día (PPC)

El PPC se entiende como la producción de residuos y desechos generados por persona en el lapso de un día por estrato socioeconómico y general, el peso total de las muestras dividido por el número total de personas muestreadas permite determinar la generación actual y realizar proyecciones con base al crecimiento poblacional del área.

Para obtener este dato, se requiere el registro de la muestra diaria de cada vivienda del día dos al ocho, recapitulando que el primer día no se contempla para efectos de tabulación de datos, puesto que hay una variación destacada dentro de ese plazo. Es importante que las muestras a considerar en este apartado sean las viviendas que participaron consecutivamente los siete días a considerar, ya que de no ser así se alteraría el resultado (ver Anexo No.2 "Boleta de campo para muestreo de generación de residuos sólidos").

Para obtener el PPC se registra el peso de la muestra por vivienda según el método mencionado anteriormente. Se procede a sumar el peso de todas las muestras de las viviendas (kilogramos) de todos los estratos (bajo, medio, alto o mixto) y este se divide por el número de habitantes que residen en las viviendas (personas). Este dato a su vez, es dividido por el número de días que fueron recolectadas las muestras y el resultado nos indicará el PPC.

$$\text{PPC} = \left(\frac{\text{Peso total de las muestras (Kilogramos)}}{\text{Número total de personas de la muestra}} \right) * 1/7 \text{ días}$$

C. Prueba de Densidad de los Residuos y Desechos Sólidos

Se entiende por densidad a la relación entre el peso (masa) de los residuos y desechos sólidos y el volumen que ocupa, con esta información podemos determinar cuántos kilogramos caben en un determinado contenedor o camión recolector (volumen).

Para el desarrollo de esta prueba se hace uso del Anexo No. 3 "Boleta de campo para la determinación de la densidad de los residuos sólidos". El procedimiento a emplear para establecer la densidad de los residuos y desechos sólidos se realiza de la siguiente manera:

1. Después de pesar las muestras de manera individual según lo establecido en el apartado anterior, se saca el contenido de todas las bolsas del estrato definido y se vierten en un área plana horizontal de 4m x 4m de cemento pulido o similar.
2. Las muestras del estrato definido se mezclan con palas y/o bieldos hasta homogenizarlos.
3. Después de mezclar los residuos y desechos sólidos, se procede a dividir en cuatro partes lo más equitativamente posibles.

MÉTODO DE CUARTEO

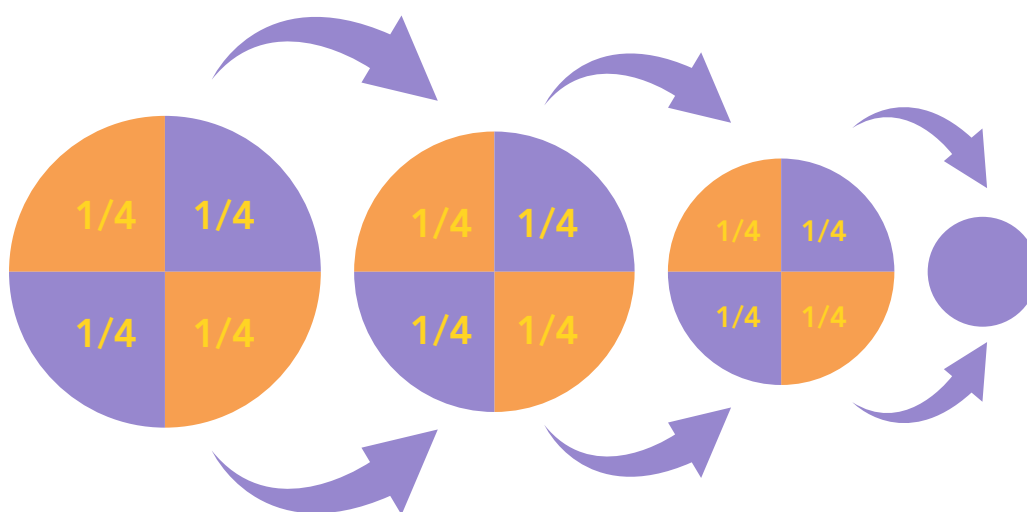


Ilustración 3. Método de cuarteo de residuos sólidos comunes para la reducción del tamaño de muestra, en algunas ocasiones la cantidad de cuarteos es menor por el tamaño de la muestra. Imagen: José Estrada.

4. Se seleccionan dos cuartetos opuestos y con estos se llena el tonel de 200 litros hasta el borde **sin hacer presión dentro del mismo**. Cuando el tonel está lleno, se golpea el recipiente contra el suelo tres veces dejándolo caer desde una altura de 10 cm para que los residuos y desechos se asienten.
5. Se agregan nuevamente los residuos y desechos sólidos hasta llegar a la capacidad total del tonel, teniendo cuidado de **no presionar al colocarlos**; esto con el fin de no alterar el peso volumétrico que se pretende determinar.
6. Se sube el tonel en la pesa y se anota el peso registrado sin considerar el peso del tonel.
7. El dato del peso de los residuos y desechos sólidos dividido por el volumen del tonel dará la densidad de los residuos.
8. Los otros dos cuartetos restantes no utilizados para esta prueba serán utilizados en la prueba de composición física.

Se determina el volumen del tonel utilizado, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad} = \left(\frac{\text{Peso total de las muestras (Kilogramos)}}{\text{Volumen del tonel (m}^3\text{)}} \right)$$

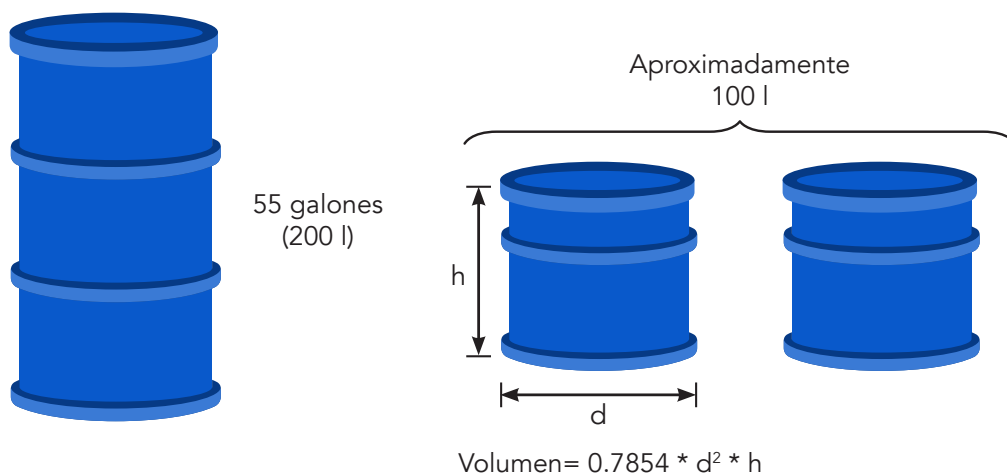


Ilustración 4. Prueba de densidad de los residuos y desechos sólidos con base al volumen de un tonel. Imagen elaborada con base a la Hoja de Trabajo HDT-CEPIS No.97 por la Unidad de Relaciones Públicas y Protocolo MARN. 2018.

En algunos casos, se opta por la construcción de una caja de madera de 1 metro cúbico para la realización de esta prueba, lo cual facilita la determinación del peso por metro cúbico. Queda a discreción la utilización del tonel o de una caja de madera atiendo, de igual forma, la metodología anteriormente indicada.

Se han considerado, las cantidades anteriores como óptimas, sin embargo, estas pueden variar de acuerdo a las necesidades. Sólo en el caso de que la cantidad de residuos y desechos sólidos sea menor a 50 kg puede requerirse tomar de los otros extremos, y por consiguiente, repetir la operación de cuarteo para la prueba de composición física.

D. Prueba de Análisis Físico y Químico

Las pruebas de laboratorio determinan las propiedades de los residuos y desechos sólidos y esto permite fundamentar la gestión de los residuos y desechos sólidos en especial en la toma de decisiones relacionadas con tecnologías. Dentro de las pruebas de laboratorio a considerar se encuentran:

- **Humedad:** la prueba del análisis de humedad de los residuos y desechos sólidos brinda la cantidad de agua que contiene una muestra.
- **Temperatura:** es la capacidad de degradación de los residuos y desechos sólidos por la temperatura, a mayor temperatura, es susceptible a acelerar degradación en un menor tiempo.
- **Potencial de Hidrógeno:** es un parámetro que es alterado por el proceso de formación de amonio y CO₂, generalmente estos parámetros son controlados cuando se requiere un proceso de aprovechamiento de los residuos orgánicos para la fabricación de compost.
- **Sólidos volátiles y cenizas:** consiste en la pérdida de peso adicional por ignición en crisol cubierto y el posterior peso del rechazo después de la incineración. Son dos parámetros complementarios y obtenidos en el mismo análisis, indican la cantidad de cenizas que pueden quedar después de someter dichos residuos a la incineración.
- **Poder Calorífico:** está definido como la cantidad de energía calorífica liberada al quemar un material combustible en condiciones controladas.
- **Determinación de azufre:** relaciona la cantidad de azufre con el peso neto de los residuos y desechos sólidos incinerados. Este parámetro sirve para evaluar el potencial de contaminación del aire generado por el incinerador, pues el azufre se transforma en dióxido de azufre durante la incineración, generando problemas de contaminación ambiental.

En caso de considerar el desarrollo de pruebas de análisis físicos, químicos y biológicos, después de realizar la prueba de densidad, se toma de esa muestra 10 kg de residuos y desechos sólidos para los análisis del laboratorio.

La muestra obtenida debe trasladarse al laboratorio en bolsas de polietileno debidamente sellada e identificada, teniendo cuidado en el manejo de las bolsas para que no sufran ninguna rotura utilizando preferiblemente una hielera para su resguardo y evitando que queden expuestas al sol durante su transporte. El tiempo máximo de transporte de la muestra al laboratorio para su análisis, no debe exceder de 8 horas.

La muestra se identifica con una etiqueta, la cual debe contener la siguiente información:

- Fecha y hora del envío
- Municipio y departamento
- Estrato socioeconómico
- Condiciones climatológicas (temperatura y humedad relativa del ambiente)
- Peso de la muestra en kilogramos
- Datos del responsable de la toma de muestra
- Observaciones

Estas son condiciones generales las cuales deben ser confirmadas y complementadas con las establecidas por el laboratorio a cargo de la realización de las pruebas físicas, químicas y biológicas.

E. Prueba de Composición Física

Para el desarrollo de esta prueba se debe hacer uso del “Anexo No. 4 Boleta de Campo para la Prueba de Composición Física”. El procedimiento a emplear para establecer la composición física de los residuos y desechos sólidos se realiza de la siguiente manera:

1. Se vuelven a mezclar los residuos y desechos sólidos de los dos cuartetos no utilizados en la prueba de densidad física para realizar un nuevo cuarteo y así progresivamente hasta contar con una muestra mínima de 100 libras (sin considerar el peso del tonel).
2. En caso de obtener una muestra menor a las 100 libras, se recomienda repetir la operación de cuarteo incluyendo la muestra de “densidad de los residuos y desechos sólidos” para poder contar con las 100 libras mínimas.



Fotografía 15. Después de realizar la prueba de densidad se vuelven a mezclar los residuos y desechos sólidos para realizar un nuevo cuarteo. En caso de ser reducida la muestra, se pueden volver a incluir los residuos y desechos utilizados en la prueba de densidad. El cuarteo concluye hasta que dos extremos sean suficientes para llenar un tonel. Como se muestra en la fotografía, se utilizan extremos opuestos para llenar el tonel, ya sea A y D o en su efecto, B y C. Fotografía: Alvarez, 2022



Fotografía 16. En el caso del pesaje del tonel se podrá requerir en algunos casos (según el tipo de tonel y de pesa) la utilización de una tabla que amplíe el área de la pesa para que el tonel descansa completamente sobre la pesa. Si este es el caso, se debe considerar tarar la tabla y tonel utilizado para evitar un dato mayor al real. Estudio de caracterización en el municipio de Quetzaltenango por el MARN. Fotografía: Melissa Alvarez, 2014.

3. Al contar con las 100 libras mínimas esta se clasifica según lo establecido en el Anexo No. 4 "Boleta de campo para la prueba de composición física de esta guía". Para la clasificación se recomienda que sea asignado un grupo de residuos y desechos a cada tabulador para agilizar el proceso. En el momento que fueron clasificados los de mayor dimensión, se barren los restantes y colocan sobre un cernidor donde se continua con la clasificación de una manera más minuciosa.
4. En el caso de los recipientes o contenedores como botellas, botes, entre otros que contengan líquidos deben ser vaciados previo a ser pesados para obtener el dato correspondiente al residuo y desechos sólido de manera adecuada.
5. Al clasificar según el tipo de residuo y desechos se pesa cada uno por separado, considerando que los volúmenes pequeños se deben de pesar en una balanza más sensible, como por ejemplo las que son utilizadas para pesar alimentos a granel.
6. En el caso de los residuos y desechos que caigan del cernidor deben ser nuevamente barridos, pesados y registrados en el Anexo 4 en el apartado "G. Varios" en "Residuo fino (que pase por el cernidor)".
7. Luego de obtener el peso de cada residuo y desecho con base al peso inicial de la muestra de cuarteo, se saca el porcentaje de cada residuo. Este cálculo es diario y al finalizar los siete días de estudio, se procede a promediar los datos obtenidos para tener una muestra representativa por tipo de residuo (ver Anexo No. 4 "Boleta de campo para la prueba de composición física").

$$\text{Porcentaje \% por día} = \left(\frac{\text{Peso de cada residuo clasificado}}{\text{Peso total de la muestra del cuarteo}} \right) * 100$$

8. Antes del análisis de la siguiente muestra se limpia el área para evitar confusión de residuos y desechos sólidos y se procede a repetir el procedimiento.



Fotografía 17 y 18. Se identifican dos momentos en la separación de los residuos y desechos, en la primera se separan los de mayor volumen posteriormente se barren los más pequeños y se colocan sobre el cernidor donde se requiere una mayor precisión y análisis. Estudios de caracterización en los municipios de Quetzaltenango y Amatitlán. Fotografía: Melissa Alvarez, 2014 y 2022.

ACTIVIDAD DIEZ

Aseo del área de caracterización

Posterior a realizar las pruebas de los residuos y desechos sólidos, estos deben ser recolectados y colocados en los pickups o un camión recolector para su traslado hacia el sitio de disposición final utilizado por la municipalidad. Dependiendo del tipo de vehículo, puede ser necesario el uso de toneles o bolsas toneleras para facilitar su traslado.

El área debe ser aseada y evacuada todos los días, en caso de derrame de líquidos se debe limpiar con desinfectante o bactericida y agua a modo de evitar contaminación. En el caso de los vehículos, al igual que las instalaciones, deben ser aseados diariamente.

En último día de caracterización se requiere que el área por completa sea aseada y en caso se requiera, limpiarla nuevamente con desinfectante o bactericida y agua.



Fotografía 19. Se debe contemplar la extracción diaria de los residuos en el área de estudio. Estudio de caracterización en el municipio de Quetzaltenango por el MARN. Fotografía: Melissa Alvarez, 2014.



ANEXOS



ANEXO 1**CIRCULAR INFORMATIVA**

Estimado Vecino:

Como Alcalde Municipal, me dirijo a usted para saludarle cordialmente y a la vez comunicarle que se ha conformado un equipo de trabajo integrado por diferentes instituciones: _____ y la Municipalidad de _____ para llevar a cabo el Estudio de Caracterización de Residuos y Desechos Sólidos (basura) con el fin de mejorar las condiciones sanitarias y ambientales de nuestro municipio.

Para el desarrollo del estudio solicito su colaboración y participación en las siguientes actividades:

1. Participación de un representante adulto de la vivienda para integrarlo al estudio y solicitarle información respecto al tema de residuos y desechos sólidos (no se solicita información sensible).
2. Autorización para la identificación de su vivienda por medio de una calcomanía con código.
3. Participación en el Estudio de Caracterización con la entrega de sus residuos y desechos (basura) durante 8 días consecutivos de la fecha _____ al _____, incluyendo sábados y domingos aproximadamente a las _____ horas.
4. Los residuos y desechos (basura) de su vivienda deben ser entregados en las bolsas nylon que serán suministradas cada día por nuestro equipo de trabajo.
5. Los desechos sanitarios (papel higiénico, pañales, higiene femenina e hisopos) y mascarillas deben ser dispuestos en una bolsa aparte dentro de la bolsa entregada debidamente cerrada.
6. Las bolsas nylon deben ser entregadas en mano al personal asignado para la recolección, de lo contrario podrían erróneamente ser recolectadas por el sistema de recolección tradicional y perderse la muestra.

Para lograr nuestro objetivo se ha involucrado a personas capacitadas de las instituciones mencionadas que estarán identificadas con gafete y gabachas para realizar las visitas domiciliarias y recolección respectiva.

Para mayor información podrá comunicarse con el Sr/Sra. _____ al teléfono _____. Agradeciendo su valiosa atención y cooperación, me despido de usted dándole las gracias por su participación.

Respetuosamente,

ANEXO 2

BOLETA DE CAMPO PARA MUESTREO DE GENERACIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO _____ DEL DEPARTAMENTO _____

No. DE MUESTRA: _____

No. DE HABITANTES EN LA VIVIENDA: _____

1. Nombre del tabulador: _____

2. Estrato socioeconómico: ☐ Alto ☐ Medio ☐ Bajo ☐ Mixto

3. Localidad (colonia o barrio): _____

4. DATOS DEL DOMICILIO SELECCIONADO:

Zona:

Calle o avenida:

Número Casa

Coordenadas:

5. ¿Qué tipo de recipiente utiliza para almacenar sus residuos y desechos (basura)?

☐ Bolsa ☐ Costal ☐ Caja de cartón ☐ Tonel ☐ Bote ☐ Otro

6. ¿Cada cuántos días recogen sus residuos y desechos (basura)?

☐ 1 por semana ☐ 2 por semana ☐ 3 por semana ☐ Otro, indique:

7. ¿A qué hora realizan la recolección de residuos y desechos sólidos (basura)?

☐ Mañana ☐ Tarde ☐ Noche

8. ¿Cómo entrega sus residuos y desechos (basura) al servicio de recolección?

☐ al personal del camión ☐ se deja afuera de la casa ☐ se lleva al vertedero

9. ¿Realiza alguna separación de sus residuos y desechos sólidos (basura)?

☐ No ☐ Orgánico e inorgánico ☐ Orgánico, inorgánico y otros

10. ¿Por qué no separa sus residuos y desechos sólidos (basura)?

☐ No tiene tiempo ☐ No sabía ☐ No sabe cómo se hace ☐ No le interesa

11. ¿Separaría sus residuos y desechos sólidos para contribuir con el ambiente?

☐ Si ☐ No ☐ No sé

12. ¿Qué hace con los residuos y desechos (basura) si no pasa el camión?

☐ Quemar ☐ Espera camión ☐ Enterrar ☐ Tirar ☐ Otro, indique:

13. ¿Está satisfecho con el servicio de recolección de residuos y desechos (basura)?

☐ Bueno ☐ Malo ☐ Regular ☐ No Respondieron

14. ¿Qué razones causan insatisfacción del servicio de recolección?

☐ No Pasan a Tiempo ☐ Ensucian ☐ Cobran Mucho ☐ Hacen Ruido ☐ Nada

15. ¿Cuánto paga por el servicio de recolección?

☐ Nada ☐ Q10 a Q20 ☐ Q20 a Q30 ☐ Q30 a Q40 ☐ Q40 a Q50 ☐ Q50 a Q60

16. ¿Qué medios de comunicación utiliza?

☐ radio ☐ televisión ☐ periódicos ☐ redes sociales e internet

17. GENERACIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS PELIGROSOS DOMICILIARIOS

Tipo de desecho	Manejo de desechos						
	1	2	3	4	5	6	7
	Los tira en cualquier lugar	Los tira en algún río	Se los lleva el camión recolector	Los quema	Los entierra	Los vende para reciclaje	Otro
Termómetros de mercurio (vidrio)							
Lámparas y bombillas							
Baterías (pilas)							
Baterías de automóviles							
Aceites							
Pinturas							
Medicamentos vencidos							
Desechos electrónicos*							

* Televisores, radios, celulares, planchas, microondas, computadoras

18. INVENTARIO DE LA GENERACIÓN POR DÍA

No.	Fecha	Peso total de los residuos (kg) en la vivienda	Generación per-cápita (kg/hab/día)*	Observaciones
1				
2				Ejemplo 1: La vivienda genera dos bolsas
3				Ejemplo 2: El día 3 brindaron las muestras del día 2 y 3
4				
5				
6				
7				

*La generación per-cápita es obtenida de la división del peso total de los residuos generados en el día en la vivienda (muestra) por el número de habitantes en la vivienda.

ANEXO 3**BOLETA DE CAMPO PARA LA DETERMINACIÓN
DE LA DENSIDAD DE LOS RESIDUOS**

LOCALIDAD/MUNICIPIO: _____ DEPARTAMENTO: _____

FECHA Y HORA DE LA DETERMINACIÓN: _____

ESTRATO SOCIOECONÓMICO MUESTREADO: _____

CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS IMPERANTES DURANTE LA DETERMINACIÓN:
_____Capacidad del recipiente: _____ m³

Tara del recipiente: _____ kg

Peso bruto (peso del recipiente con los residuos): _____ kg

Peso neto de los residuos (peso bruto - tara): _____ kg

Peso volumétrico "IN SITU" de los residuos: _____ kg/m³**RESPONSABLE DE LA DETERMINACIÓN:**

Nombre: _____

Cargo: _____

Dependencia/Institución _____

Observaciones:

ANEXO 4

BOLETA DE CAMPO PARA LA PRUEBA DE COMPOSICIÓN FÍSICA

LOCALIDAD/MUNICIPIO: _____ DEPARTAMENTO: _____

FECHA: _____ HORA DEL ANÁLISIS: _____

ESTRATO SOCIOECONÓMICO: _____ PESO DE LA MUESTRA: _____ kg

TARA DEL RECIPIENTE* : _____ kg. RESPONSABLE DEL ANÁLISIS: _____

CLASIFICACIÓN RESIDUOS Y DESECHOS POR CATEGORÍAS

A. ORGÁNICO				
No.	SUBPRODUCTOS	PESO (kg)	% EN PESO	OBSERVACIONES
	Residuos de alimentos			
	Residuos de jardinería			
	Hueso			
	Madera			
	Cuero			
	Algodón			
	Fibra vegetal (yute, pashte, etc.)			
Total				

B. PAPEL Y CARTÓN				
No.	SUBPRODUCTOS	PESO (kg)	% EN PESO	OBSERVACIONES
	Papel (cuadernos, periódicos, etc.)			
	Cartón			
	Envase de cartón encerado			
Total				

C. PLÁSTICO				
No.	SUBPRODUCTOS	PESO (kg)	% EN PESO	OBSERVACIONES
	Plástico película (bolsas, film, etc.)			
	Plástico rígido (pajillas, cubiertos, etc.)			
	PET (botellas de bebida, etc.)			
	Poliuretano (esponjas, etc.)			
	Poliestireno expandido (duroport)			
Total				

D. VIDRIO				
No.	SUBPRODUCTOS	PESO (kg)	% EN PESO	OBSERVACIONES
	Vidrio transparente			
	Vidrio verde			
	Vidrio café			
	Vidrio de otros colores			
Total				

E. MATERIAL FERROSO				
No.	SUBPRODUCTOS	PESO (kg)	% EN PESO	OBSERVACIONES
	Material ferroso (hierro, acero, etc.)			
	Lata de alimentos sólidos			
Total				

F. MATERIAL NO FERROSO				
No.	SUBPRODUCTOS	PESO (kg)	% EN PESO	OBSERVACIONES
	Material no ferroso (latón, cobre, etc.)			
	Lata de aluminio			
Total				

G. VARIOS				
No.	SUBPRODUCTOS	PESO (kg)	% EN PESO	OBSERVACIONES
	Loza y cerámica			
	Hule			
	Multicapas (Tetra Pack)			
	Trapo			
	Fibra sintética (poliéster, nylon, etc.)			
	Residuo fino (que pase por el cernidor)			
Total				

H. DESECHOS SANITARIOS				
No.	SUBPRODUCTOS	PESO (kg)	% EN PESO	OBSERVACIONES
	Desechos sanitarios			
Total				

I. PELIGROSOS				
No.	SUBPRODUCTOS	PESO (kg)	% EN PESO	OBSERVACIONES
	Pilas alcalinas			
	Pilas de litio			
	Pilas de mercurio (pilas de reloj de mano)			
	Pilas recargables			
	Acumuladores (de motos y carros)			
	Aceites y lubricantes			
	Focos incandescentes			
	Focos ahorradores			
	Lámparas fluorescentes			
	Pinturas y solventes			
	Insecticidas y productos de limpieza			
	Medicamentos caducos			
	Jeringas, lancetas y rasuradoras			
	Gasas y algodones con restos de sangre			
	Material de diálisis			
	Termómetros de mercurio (no electrónicos)			
Total				

J. ESPECIALES				
No.	SUBPRODUCTOS	PESO (kg)	% EN PESO	OBSERVACIONES
	Electrodomésticos			
	Tecnológicos (computadoras, celulares etc.)			
	Material de construcción			
Total				

ANEXO 5

CONTENIDO DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

El contenido propuesto es la descripción de las acciones realizadas en cada uno de los apartados de la guía. Los apartados podrán ser ampliados o adecuados según la particularidad de cada municipio. Los apartados a desarrollar son:

1. **Introducción**
2. **Objetivo**
3. **Requerimientos utilizados:**
 - a. Recurso humano
 - b. Equipo, herramienta e insumos
 - c. Condiciones de Trabajo
4. **Procedimiento**
 - a. Antecedentes (búsqueda de información sobre el tema a nivel municipal)
 - b. Coordinación
 - c. Cálculo de la muestra
 - d. Socialización
 - e. Identificación de la Muestra
 - f. Limpieza
 - g. Recolección de muestras
 - h. Resultados de las muestras (por estrato y sector: bajo, medio, alto, mixto, comercial, industrial, hotelero, plaza, etc según lo identificado en el municipio):
 - i. Metodología para la medición del peso de las muestras
 - a. Metodología para la medición del peso de las muestras
 - b. Producción Per Cápita por Día (PPC)
 - c. Prueba de densidad de los residuos y sólidos
 - d. Prueba de análisis físico y químico
 - e. Prueba de composición física
5. **Aplicación de la información al municipio**
6. **Conclusiones**
7. **Recomendaciones**
8. **Anexo I. Listado de los datos por viviendas muestreadas**
9. **Anexo II. Medios de Verificación (fotografías)**
10. **Fuentes de Consulta**

FUENTES DE CONSULTA



FUENTES DE CONSULTA

Fuentes de Consulta Digital

Diagnóstico del Proyecto Plan Nacional. Proyecto ATN-MA-12949-GU, BID 2014.

Guía metodológica para la caracterización de los residuos sólidos urbanos. Gobierno Nacional de Paraguay. Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible. Link: https://procurement-notice.undp.org/view_file.cfm?doc_id=182765 fecha de consulta 01 septiembre 2022.

Guía para la caracterización de los residuos sólidos municipales. Gobierno de Perú. Ministerio del Ambiente. Noviembre 2019. Link: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/523785/Gu%C3%ADa_para_la_caracterizaci%C3%B3n_rsm-29012020__1_.pdf fecha de consulta 01 septiembre 2022.

Guía Prácticas de Laboratorio. Universidad de Córdoba. Facultad de Ingeniería, del Departamento de Ingeniería Ambiental. Link: <https://www.studocu.com/co/document/universidad-de-cordoba-colombia/residuos-solidos/guia-de-laboratorio-de-residuos-solidos-caracterizacion-2021/24542434> fecha de consulta 12 agosto 2022.

Método sencillo del análisis de residuos sólidos. Dr. Kunitoshi Sakurai. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS/OPS. Hojas de Divulgación Técnica HDT - No 17. <http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html>

Norma Mexicana NMX-AA-19-1985. Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo – Residuos Sólidos Municipales - Peso Volumétrico "In Situ". Centro de Calidad Ambiental.

Norma Mexicana NMX-AA-61-1985. Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo – Residuos Sólidos Municipales – Determinación de la Generación. Centro de Calidad Ambiental.

Norma Mexicana NMX-AA-15-1985. Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo – Residuos Sólidos Municipales – Muestreo. Método Cuarteo.

Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos. Acuerdo Gubernativo No. 281-2015.

Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS/OPS. Hojas de Divulgación Técnica HDT - No 97, Junio 2005.

Entrevistas

Para el proceso de actualización y mejora se llevaron a cabo entrevistas con personal que llevó a cabo estudios de caracterización de residuos y desechos sólidos, quienes brindaron observaciones con base a experiencias en la aplicación de la Guía.

Entrevistas realizadas para la mejora del documento con base a experiencias en su aplicación:

1. Christian Felipe Siliezar Montoya. Entrevista virtual realizada el 21 julio 2022.
2. José Eduardo Estrada Hernández. Entrevista presencial realizada el 26 de enero 2022.
3. Luis Carlos D. Moscoso Barillas. Entrevista presencial realizada el 26 de enero 2022.
4. Ricardo Antonio Barrios Rivera. Entrevista virtual realizada el 18 noviembre 2021
5. Sandra América López Arango. Entrevista presencial realizada el 26 de enero 2022.
6. Zuriel Manuel Francisco Quim Tiu. Entrevista virtual realizada el 29 julio 2022.



Ministerio de
**Ambiente y
Recursos Naturales**



www.marn.gob.gt