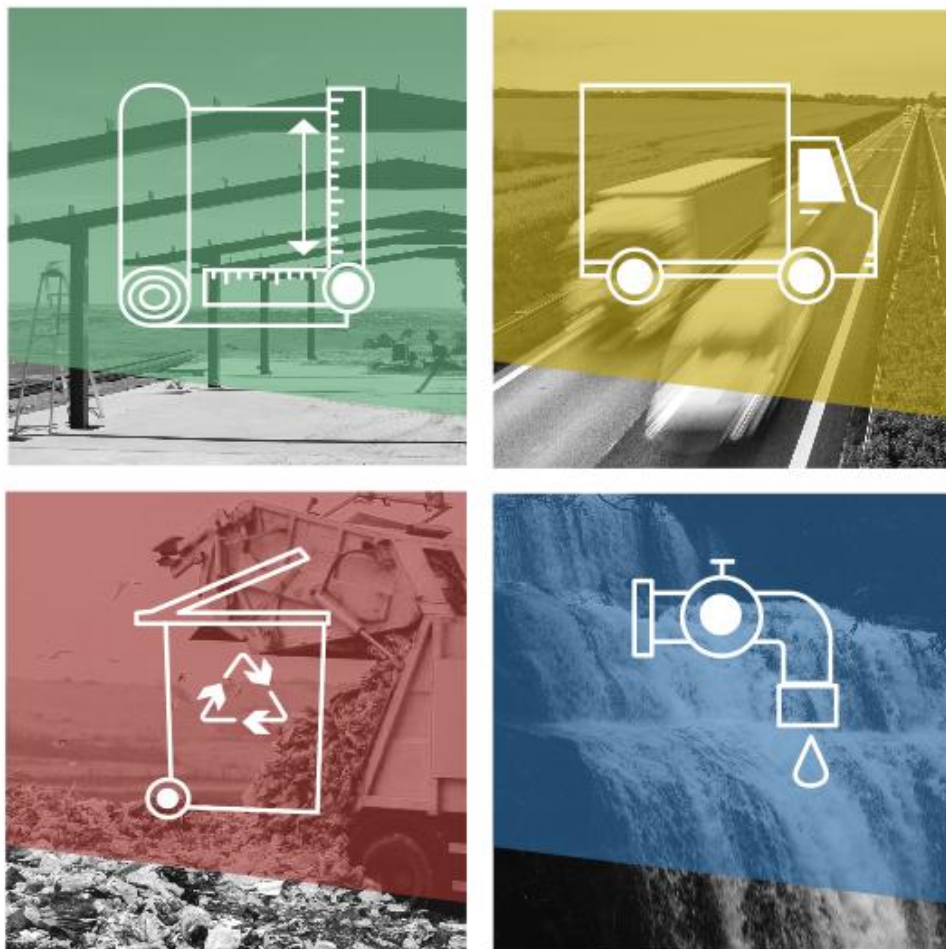




ENFOQUE 1 DE SISTEMATIZACIÓN: ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN LA FUENTE DE GENERACIÓN

Programa “Empleos Verdes en la
Economía Circular” PREVEC II

Como empresa federal, la GIZ asiste al Gobierno de la República Federal de Alemania en su labor para alcanzar sus objetivos en el ámbito de la cooperación internacional para el desarrollo sostenible.

Publicado por:

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Bogotá, Colombia

Calle 125 No.19-24, oficina 701
+57 601 432 5350

<https://www.giz.de/en/es/colombia>

GOPA Tech GmbH
Homburg vor der Höhe, Alemania
Hindenburgring 18, 61348
+49 6172 1791800
<https://www.gopa.eu/es/gopa-tech>

Autor:

Milagros Vidalón, experta internacional GOPA Tech – PREVEC II

Diseño/diagramación, etc.:

Milagros Vidalón, experta internacional GOPA Tech – PREVEC II

Fotografías/fuentes:

Milagros Vidalón, experta internacional GOPA Tech – PREVEC II

Material cartográfico:

Las representaciones cartográficas tienen carácter netamente informativo y no han sido validadas por fuentes del derecho internacional público en lo que respecta a la determinación de fronteras y territorios. La GIZ no garantiza la actualidad, exactitud o integridad del material cartográfico puesto a disposición. No se asume responsabilidad alguna por cualquier perjuicio surgido directa o indirectamente de su uso.

Impresión y distribución:

ENFOQUE 1 DE SISTEMATIZACIÓN: ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN LA FUENTE DE GENERACIÓN - Programa “Empleos Verdes en la Economía Circular” PREVEC II

Impreso en papel 100% reciclado, con certificación FSC.

Bogotá, Colombia, 2024.



Índice de Contenido

1	Introducción.....	6
2	Objetivos de un EC-RSM.....	7
3	Etapas para la realización del EC-RSM	8
4	Etaa de planificación.....	9
5	Etaa de diseño	11
5.1	Obtención de información de la zona de estudio	11
5.2	Determinación del tamaño y distribución de la muestra	13
5.2.1	Determinación del tamaño de la muestra.....	13
5.2.2	Distribución de la muestra	14
5.3	Definición del periodo de ejecución del estudio	16
5.4	Definición de la logística para la realización del estudio	16
5.4.1	Equipo de trabajo.....	16
5.4.2	Equipos y materiales.....	18
5.4.3	Vehículos de recolección y ambiente de trabajo	19
5.4.4	Análisis de laboratorio.....	20
5.4.5	Elaboración de documentos y formatos	22
5.5	Definición del presupuesto.....	31
6	Etaa de ejecución	32
6.1	Capacitación del equipo de trabajo.....	32
6.2	Sensibilización y definición de rutas de recolección.....	33
6.2.1	Sensibilización y encuestas	33
6.2.2	Definición de rutas de recolección	34
6.3	Plan de seguridad e higiene	35
6.4	Recolección y transporte de las muestras	36
6.5	Pesaje de las muestras	37
6.6	Homogeneización y cuarteo de las muestras.....	38
6.7	Medición del volumen de los residuos	39

6.8	Separación por fracciones de los residuos	41
6.9	Separación de muestras para analíticas y envío a laboratorio	44
7	Etapas de análisis y presentación de resultados	45
7.1	Cálculo de la producción per cápita domiciliar y proyección de la generación de los residuos sólidos domiciliarios	45
7.2	Cálculo de la producción per cápita comercial y proyección de la generación de los residuos sólidos comerciales	46
7.3	Cálculo de la densidad de los residuos	48
7.4	Cálculo de la composición física de los residuos	48
7.5	Elaboración del informe final	50
8	Bibliografía	52

Índice de tablas, imágenes y anexos

Índice de Tablas

Tabla 1: Miembros del equipo de trabajo y sus funciones	16
Tabla 2: Equipos y materiales para realización del estudio de caracterización	18
Tabla 3: Ejemplo de fracciones para caracterizar	41

Índice de Imágenes

Imagen 1: Ejemplo de listado de comunas y barrios con su estrato promedio	12
Imagen 2: Ejemplo de distribución de predios por estrato socioeconómico	14
Imagen 3: Ejemplo de distribución de barrios seleccionados	15
Imagen 4: Ejemplo de periodo de ejecución	16
Imagen 5: Tablas de referencia para la definición de parámetros a analizar en laboratorio	20
Imagen 6: Modelo de carta de invitación	23
Imagen 7: Modelo de adhesivo para identificación de usuarios participantes	24
Imagen 8: Modelo de formato de encuesta cualitativa predios domiciliarios	24
Imagen 9: Modelo de formato de encuesta cualitativa establecimientos comerciales	25
Imagen 10: Modelo de formatos de relación de viviendas y establecimientos comerciales participantes	26
Imagen 11: Modelo de adhesivo para bolsas de recolección de muestras	27
Imagen 12: Modelo de formato para registro de pesos	28
Imagen 13: Modelo de formato para registro de densidad	29
Imagen 14: Modelo de formato para registro de composición física	30
Imagen 15: Ejemplo de agenda para jornada de capacitación	33
Imagen 16: Ejemplo de distribución de predios para definición de ruta de recolección	35
Imagen 17: Ejemplo de recolección de muestras	37
Imagen 18: Ejemplo de pesaje de muestras	38
Imagen 19: Método de cuarteo	39
Imagen 20: Ejemplo de homogeneización y cuarteo de muestras	39
Imagen 21: Recipiente para determinación de densidad	40
Imagen 22: Ejemplo de medición de volumen de los residuos	40
Imagen 23: Ejemplo de separación por fracciones de los residuos	43
Imagen 24: Ejemplo de resultados de PPC	46
Imagen 25: Ejemplo de resultados de composición física de residuos sólidos domiciliarios	49

Imagen 26: Ejemplo de resultados de composición física de residuos sólidos comerciales e institucionales 50

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Etapas para la realización del EC-RSM 8

Gráfico 2: Ejemplo de distribución de predios domiciliarios y no domiciliarios 11

Anexos

Anexo 1: Modelo de carta de invitación

Anexo 2: Modelo adhesivo para identificación de usuarios

Anexo 3: Modelo de formato para relación de usuarios participantes

Anexo 4: Modelo adhesivo bolsas

Anexo 5: Modelo de formato para registro de parámetros de caracterización

Abreviaturas

ARL	Administradora de Riesgos Laborales
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
EC-RSM	Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales
EPP	Equipos de Protección Personal
GIRS	Gestión Integral De Residuos Solidos
GIZ	Gesellschaft Für Internationale Zusammenarbeit (Sociedad Alemana De Cooperación Internacional)
ORO	Organización de Recicladores de Oficio
PPC	Producción Per Cápita
PREVEC	Programa de Empleos Verdes en el Marco de la Economía Circular
RAS	Reglamento Técnico Para El Sector De Agua Potable Y Saneamiento Básico
RSM	Residuos Sólidos Municipales
SUI	Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios
SPA	Servicio Público de Aseo

1 Introducción

El primer paso para desarrollar una estrategia adecuada de gestión integral de residuos sólidos municipales (RSM) en una localidad es disponer de información confiable relativa a tipos y volúmenes de residuos generados, para lo cual es necesario realizar un estudio de caracterización en la fuente de generación.

En este documento se describe, de forma clara y sencilla, el procedimiento para planificar, diseñar, ejecutar y analizar los resultados de un Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales en la fuente (en adelante EC-RSM).

Los principales actores para los que podría ser de utilidad este procedimiento son:

- Alcaldías
- Entidades públicas a nivel nacional
- Empresas del servicio público de aseo
- Entidades educativas (ej. Universidades) trabajando en proyectos de Economía Circular
- Organizaciones de Recicladores de Oficio (ORO)

2 Objetivos de un EC-RSM

El objetivo principal de un estudio de caracterización es obtener información primaria relevante sobre las cantidades y características de los RSM generados en una determinada localidad (por ejemplo, un barrio, un distrito, una ciudad, etc.). Esta información permitirá definir el potencial de reciclaje / aprovechamiento de estos y planificar técnica y operativamente su manejo integral, mejorando así las tasas de aprovechamiento y evitando que residuos aprovechables terminen en los rellenos sanitarios.

Un estudio de caracterización de residuos municipales se centra en los residuos domiciliarios, comerciales y de servicios. No se incluyen los residuos industriales ya que estos tienen fuentes de generación, composiciones y normativas diferentes. Los residuos industriales normalmente son gestionados de forma independiente por las propias industrias, y los estudios de caracterización de estos residuos son realizados de forma específica por y para cada industria.

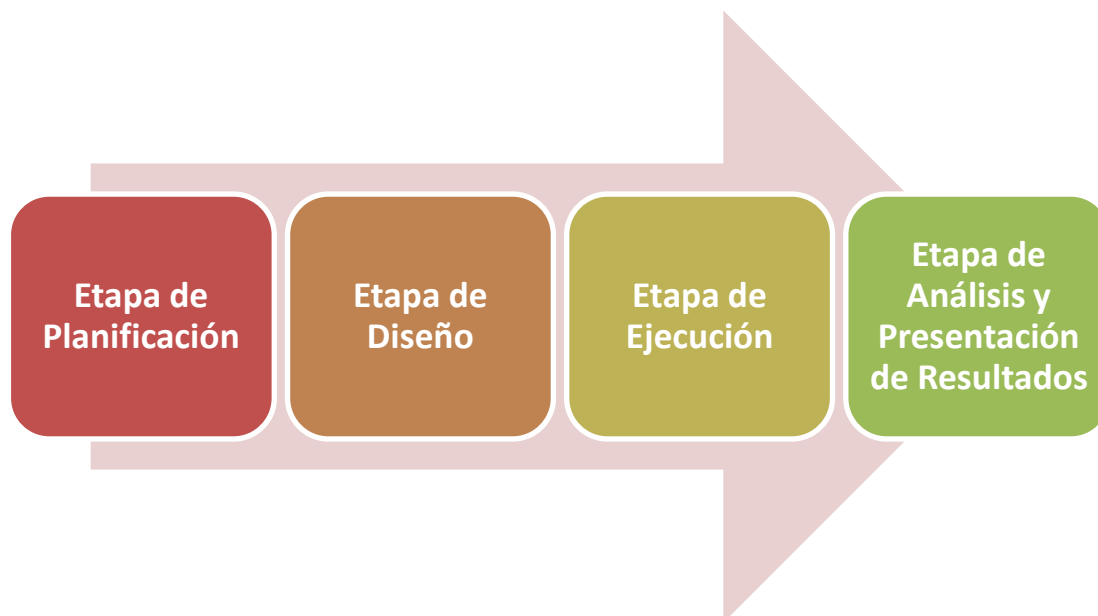
Los objetivos específicos de un EC-RSM en la fuente de generación son los siguientes:

- Determinar la cantidad de residuos sólidos generados por las viviendas, comercios y servicios, dato que permitirá determinar la cantidad total de estos residuos que se generan en la zona de estudio.
- Determinar la composición por fracciones (orgánicos, reciclables, no aprovechables) de los residuos sólidos domiciliarios, comerciales y de servicios, lo que servirá como base para definir el potencial de reciclaje / aprovechamiento de estos.
- Determinar la densidad de los residuos sólidos domiciliarios, comerciales y de servicios, dato importante utilizado en el dimensionamiento de los diversos sistemas que conforman la cadena de valor de los residuos (almacenamiento, recolección, transporte, clasificación, aprovechamiento, valorización, disposición final).
- Determinar otras características fisicoquímicas importantes para el tratamiento de los residuos (ej. contenido de materia seca, materia orgánica biodegradable, cenizas, pH, relación C/N, etc.).

3 Etapas para la realización del EC-RSM

Para el desarrollo del EC-RSM se deben seguir las siguientes etapas:

Gráfico 1: Etapas para la realización del EC-RSM



Fuente: GOPA Infra, 2024

1. *Etapa de planificación:* En esta etapa se elaborará el Plan de Trabajo del estudio de caracterización y se comunicará de su realización a los principales actores involucrados.
2. *Etapa de diseño:* En esta etapa se realizarán todos los cálculos necesarios para poder dimensionar el estudio de caracterización, para posteriormente determinar los recursos logísticos y el presupuesto requerido.
3. *Etapa de ejecución:* En esta etapa se llevará a cabo de forma física el estudio de caracterización en la zona definida, recolectando y analizando las muestras.
4. *Etapa de análisis y presentación de resultados:* En esta etapa se procesarán los resultados obtenidos y se elaborará el informe final del estudio.

Estas etapas se describen detalladamente en los siguientes apartados.

4 Etapa de planificación

De acuerdo con el ítem F1.4.2.8 Frecuencia de los ensayos, del Título F Sistemas de Aseo Urbano del RAS, se debe realizar la caracterización de los residuos sólidos en las siguientes situaciones:

- a. En la etapa de planificación y prediseño de un sistema de manejo de residuos sólidos.
- b. En la etapa de diseño definitivo de un sistema de manejo de residuos sólidos.
- c. Cuando se requiera optimizar un sistema de residuos sólidos.
- d. Al menos una vez cada año.
- e. Siempre que las condiciones de generación cambien.

De forma regular, el responsable de la realización del estudio es la Alcaldía municipal a través del área encargada de los servicios públicos domiciliarios.

Sin embargo, en ciertas situaciones específicas, como por ejemplo cuando se vaya a realizar, a través de una iniciativa privada, la optimización o el diseño de un sistema de manejo de residuos sólidos, el estudio podría ser realizado por la empresa responsable. Esto deberá definirse en cada situación de forma independiente.

Una vez tomada la decisión de ejecutar el estudio se deberá designar a un Director de Proyecto quien será la persona responsable del estudio, y estará a cargo de:

1. Elaborar el Plan de Trabajo o Cronograma del estudio. El Plan de Trabajo se elaborará con base en las actividades que se describen en cada una de las etapas posteriores (diseño, ejecución, análisis y presentación de resultados).
2. Comunicar la iniciativa a los principales actores involucrados. Esto incluye:
 - Otras áreas de la Alcaldía que de alguna manera participarán en el estudio, ya sea brindando información necesaria para el diseño del estudio, realizando compras o contrataciones, apoyando en el diseño de material de comunicación y sensibilización, etc.
 - Organizaciones de Recicladores de Oficio, que se recomienda participen tanto en la Etapa de Diseño como en la Etapa de Ejecución.
 - Organizaciones locales, instituciones públicas y privadas de distintos sectores, etc. que podrían tener algún grado de participación en la ejecución del estudio.
 - Ciudadanía en general perteneciente a la localidad donde se realizará el estudio.
3. Conformar el Equipo de Diseño y Supervisión. El Equipo de Diseño y Supervisión será el responsable del diseño, supervisión de la ejecución y análisis de los resultados del estudio. El Equipo de Diseño y Supervisión podrá estar conformado por personal propio de la Alcaldía, o se podrá subcontratar una empresa consultora o consultores individuales con experiencia contrastada/validada en el diseño y

ejecución de estudios de caracterización; siempre bajo supervisión del responsable del estudio.

En cualquier caso, el Equipo de Diseño y Supervisión deberá estar conformado como mínimo por:

- 1 responsable del Diseño del estudio de caracterización (cálculo del número de muestras, distribución de la muestra, definición de las rutas de recolección, elaboración de formatos, análisis de resultados, etc.).
- 1 responsable de la Logística para la realización del estudio (contratación del personal operativo, compra de materiales y equipos, búsqueda y alquiler del local, etc.).
- 1 responsable de la Supervisión en campo (capacitación del personal operativo, dirección y planificación de las actividades propias del estudio, etc.).
- Profesionales de Apoyo para todos los puntos mencionados previamente.

5 Etapa de diseño

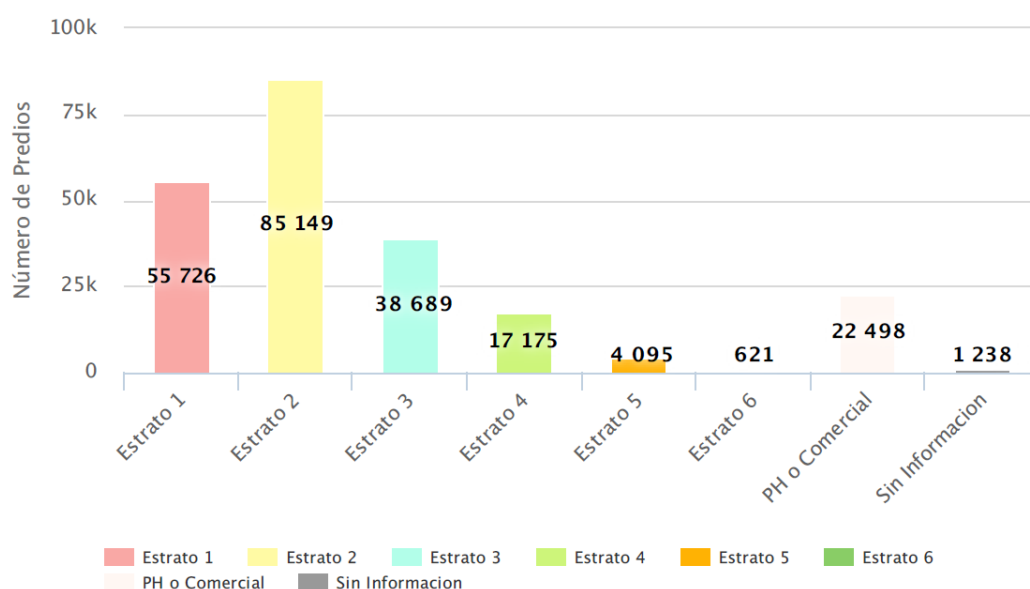
El Equipo de Diseño y Supervisión conformado en la Etapa de planificación será el responsable de desarrollar la Etapa de diseño, cuyas actividades se describen a continuación.

5.1 Obtención de información de la zona de estudio

Con el objetivo de determinar y distribuir una muestra representativa de la población para el estudio de caracterización, es necesario contar con la siguiente información de la zona de estudio, la cual deberá ser proporcionada por la Alcaldía.

- Número total de predios domiciliarios y no domiciliarios, incluyendo la distribución por estrato socioeconómico de los predios domiciliarios. A continuación, se muestra un ejemplo de esta información para la ciudad de Cúcuta – Norte de Santander.

Gráfico 2: Ejemplo de distribución de predios domiciliarios y no domiciliarios



Fuente: Alcaldía de Cúcuta, 2021

- Listado de comunas y barrios, indicando el estrato socioeconómico promedio de cada barrio. A continuación, se muestra un ejemplo de esta información para la ciudad de Cúcuta.

Imagen 1: Ejemplo de listado de comunas y barrios con su estrato promedio

BARRIO	ESTRATO PROMEDIO
COMUNA 1	
CALLEJON	3
CENTRO	3
CONTENTO	3
LA PLAYA	3
LA SEXTA	3
LATINO	3
LLANO	3
PARAMO	3
COMUNA 2	
ACUARELA	6
BALCONES DE SAN FRANCISCO	5
BLANCO	5
BRISAS DEL PAMPLONITA	4
CAOBOS	5
CEIBA I	4
CEIBA II	4
COLSAG	4
COMERCIAL BOLIVAR	3

Fuente: Alcaldía de Cúcuta, 2021

- Clasificación por categorías de los predios no domiciliarios. Las principales categorías que se deben tener en cuenta son las siguientes:
 - Establecimientos comerciales de giros comunes, que incluye principalmente:
 - Locales de venta de alimentos, bebidas o tabaco
 - Locales de venta de ropa y/o calzado
 - Papelerías
 - Librerías
 - Farmacias
 - Ferreterías
 - Locales de venta de electrodomésticos y gasodomésticos
 - Locales de venta de computadores, equipos periféricos, programas de informática y equipos de telecomunicaciones
 - Comercios de vehículos, motocicletas, accesorios y autopartes
 - Restaurantes
 - Alojamientos (hoteles, hostales, hospedajes)
 - Plazas de mercado
 - Instituciones públicas

5.2 Determinación del tamaño y distribución de la muestra

5.2.1 Determinación del tamaño de la muestra

Para el cálculo del tamaño de la muestra se recomienda utilizar una metodología reconocida internacionalmente. La metodología estadística más comúnmente aplicada en los estudios de caracterización en los países de la Región de América Latina y el Caribe es la diseñada por el doctor Kunitoshi Sakurai en 1982, publicada por el CEPIS.

De acuerdo con esta metodología, se calcula el tamaño de la muestra (número de predios o usuarios), y para cada punto de muestreo se recogen los residuos durante ocho días consecutivos, de preferencia en la misma franja horaria durante todos los días. Sin embargo, se elimina la muestra del primer día porque la experiencia ha demostrado que “la basura” del primer día no resulta representativa, ya sea porque se entrega demasiada cantidad de residuos o muy poca.

La fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra se presenta a continuación:

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 (N)(\sigma)^2}{(N-1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 (\sigma)^2}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra

N: Cantidad total de predios

Z_{1-α/2}: Es el coeficiente de confianza. Generalmente se trabaja con un coeficiente de confianza al 95% para lo cual Z_{1-α/2} tiene un valor de 1.96.

σ: Es la desviación estándar, es decir en cuánto se espera que varíe la generación de residuos respecto al promedio de generación. De acuerdo con la metodología, si no hay datos iniciales de la ciudad, se debe asumir la desviación estándar en 200 gr/hab/día.

E: Es el error permisible en la estimación de la GPC, que por lo general debe ser entre 1 y 15% del valor de la media poblacional que se va a estimar.

A continuación, se presenta como **ejemplo** el cálculo del tamaño de la muestra realizado para el Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta del año 2021.

N= 223,953 predios (dato obtenido con base en la información del Gráfico 3)

Z= 1.96

σ= 0.20 kg/hab/día

E= 0.035 kg/hab/día (GPC proyectado para el año 2020 = 1.04 kg/hab/día. Se asume que un 70% es domiciliario y se fija el error permisible en 5%)

Reemplazando dichos valores en la fórmula resulta:

$$n = (1.96^2)(223,953)(0.20^2) / ((223,953 - 1)(0.035^2) + (1.96^2)(0.20^2)) = 125$$

Con la finalidad de asegurar la confiabilidad del estudio, al número de muestra calculado se recomienda adicionar un porcentaje adicional, ya que durante el proceso de muestreo pueden desertar de su participación algunos predios o usuarios, otros pueden presentar una participación inconstante, o durante el análisis de las muestras se pueden detectar muestras que no son representativas.

Se recomienda que este porcentaje sea del 50%, aunque esto deberá definirse con base en los recursos disponibles para el estudio. Por lo tanto, en el ejemplo previo el número total de predios a muestrear sería de 188 predios.

5.2.2 Distribución de la muestra

Una vez definido el número total de la muestra, ésta se debe distribuir entre los estratos socioeconómicos y el estrato no domiciliario. A continuación, se presenta un ejemplo de esta distribución para la ciudad de Cúcuta.

Imagen 2: Ejemplo de distribución de predios por estrato socioeconómico

Estrato	N° predios	%	N° muestras
1	55,726	24.9%	47
2	85,149	38.0%	72
3	38,689	17.3%	32
4	17,175	7.7%	14
5	4,095	1.8%	3
6	621	0.3%	1
Comercial	22,498	10.0%	19
Total	223,953	100.0%	188

Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

Para el caso de las muestras **no** domiciliarias, éstas se deberán distribuir de forma representativa entre las categorías definidas de acuerdo con lo indicado en el *apartado 5.1*.

Una vez que se conoce el tamaño de la muestra y su distribución por sectores socioeconómicos, lo siguiente es la distribución espacial de las muestras, lo cual se hará de manera aleatoria y debe ser lo más disperso posible.

Para el caso de los predios domiciliarios, se deberán identificar los barrios por comuna pertenecientes a cada estrato socioeconómico, utilizando la información mostrada en la *Imagen 1*.

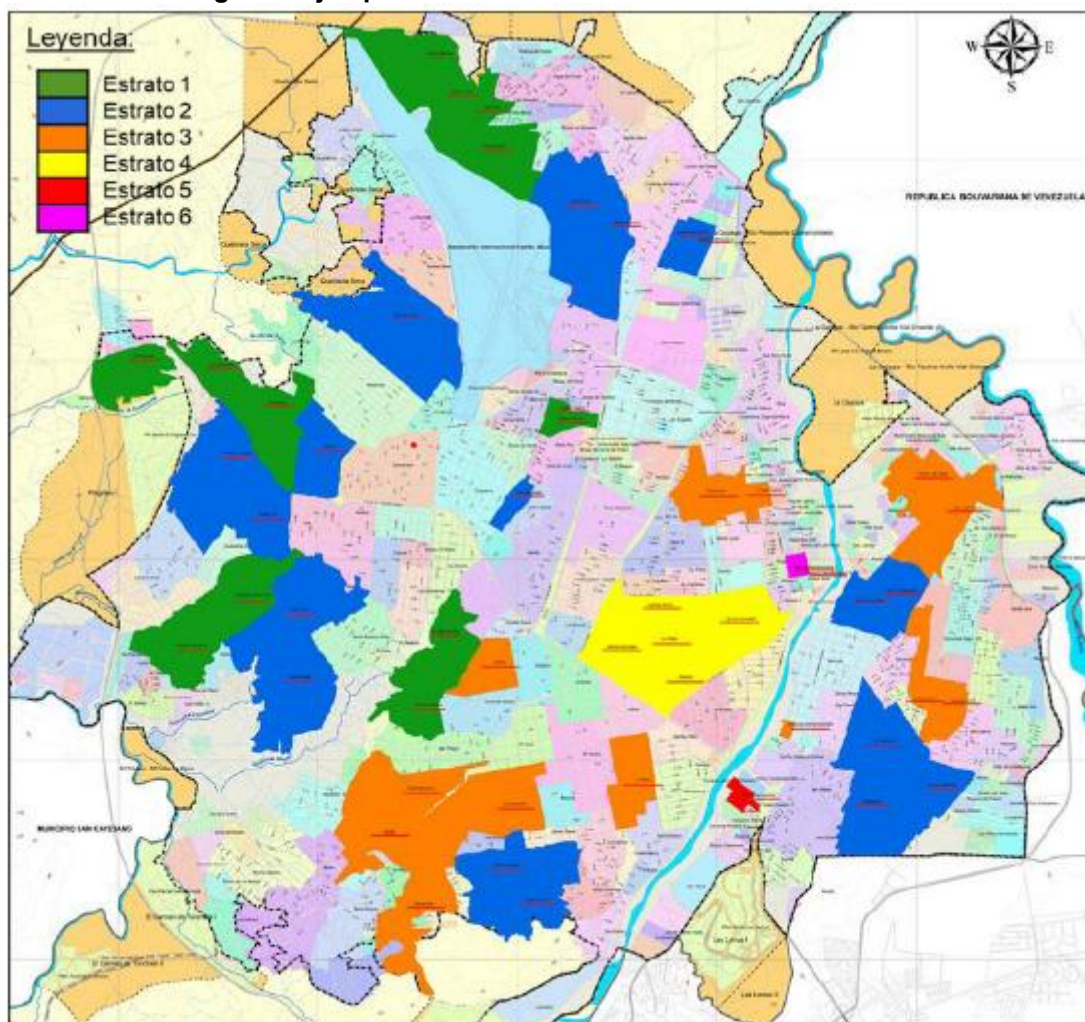
A continuación, se deberán definir los barrios de trabajo, así como el número de predios a muestrear por barrio, tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Accesibilidad
- Seguridad

- Existencia de rutas por parte de prestadores del servicio público de aseo en el marco del aprovechamiento incluyendo a las Organizaciones de Recicladores de Oficio – ORO formalmente inscritas en el SUI como prestadores del SPA. .

A continuación, se presenta un ejemplo de esta distribución para la ciudad de Cúcuta.

Imagen 3: Ejemplo de distribución de barrios seleccionados



Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

La selección de los predios a muestrear en cada barrio, así como la definición de las rutas de recolección, se realizará posteriormente durante la Etapa de Ejecución, cuando se realicen las visitas en campo.

Para el caso de las muestras **no** domiciliarias, se deberá tener en cuenta los barrios donde se lleve a cabo la mayor parte de la actividad comercial. Al igual que para las muestras domiciliarias, la selección de los predios a muestrear se realizará durante la Etapa de Ejecución, cuando se lleven a cabo las visitas en campo.

5.3 Definición del periodo de ejecución del estudio

De acuerdo con la metodología recomendada, las muestras se deben recolectar durante ocho días consecutivos.

Con base en los recursos disponibles (personal, vehículos de recolección, espacio físico para la caracterización) se deberá definir si es posible realizar una única campaña de caracterización durante ocho días consecutivos en la que se recolecten la totalidad de las muestras, o si es preferible dividir el estudio en varias campañas de ocho días cada una.

Como ejemplo, a continuación, se presenta el periodo de ejecución definido para el EC-RSM realizado en Cúcuta en el año 2021, donde se definieron llevar a cabo 3 campañas.

Imagen 4: Ejemplo de periodo de ejecución

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
24-May	25-May	26-May	27-May	28-May	29-May	30-May
	Capacitación	Encuesta y Sensibilización C1	Encuesta y Sensibilización C1	Campaña 1	Campaña 1	Campaña 1
31-May	1-Jun	2-Jun	3-Jun	4-Jun	5-Jun	6-Jun
Campaña 1	Campaña 1	Campaña 1	Campaña 1 / Encuesta y Sensibilización C2	Campaña 1 / Encuesta y Sensibilización C2	Descanso	Campaña 2
7-Jun	8-Jun	9-Jun	10-Jun	11-Jun	12-Jun	13-Jun
Campaña 2	Campaña 2	Campaña 2	Campaña 2	Campaña 2 / Encuesta y Sensibilización C3	Campaña 2 / Encuesta y Sensibilización C3	Campaña 2
14-Jun	15-Jun	16-Jun	17-Jun	18-Jun	19-Jun	20-Jun
Descanso	Campaña 3	Campaña 3	Campaña 3	Campaña 3	Campaña 3	Campaña 3
21-Jun	22-Jun	23-Jun	24-Jun	25-Jun	26-Jun	27-Jun
Campaña 3	Campaña 3	Campaña 3	Limpieza final			

Campaña 1	Estratos 1 y 4
Campaña 2	Estratos 2 y 5
Campaña 3	Estratos 3 y 6, Comerciales e Institucional

Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

5.4 Definición de la logística para la realización del estudio

5.4.1 Equipo de trabajo

El equipo de trabajo recomendado para la ejecución del estudio es el siguiente:

Tabla 1: Miembros del equipo de trabajo y sus funciones

Cargo	Funciones
Responsable de la Supervisión en Campo	Este profesional forma parte también del Equipo de Diseño y Supervisión.

Cargo	Funciones
	Su función principal es planificar y dirigir las actividades propias del estudio de caracterización, de acuerdo con el diseño realizado. También será responsable de coordinar reuniones, capacitar al personal, y dar apoyo al Coordinador de Campo.
Coordinador de Campo	Estará a cargo de coordinar y supervisar las actividades de campo, el uso adecuado de los equipos y materiales, y el desarrollo de los procedimientos. Será responsable del correcto diligenciamiento de los formatos, así como del realizar el registro fotográfico de las actividades.
Personal de apoyo	Estarán a cargo de realizar la sensibilización a los usuarios. Pueden ser estudiantes universitarios, promotores ambientales o miembros de las ORO. Se recomienda especialmente, que durante la sensibilización vayan acompañados por personal de la Alcaldía para darle mayor seguridad y credibilidad a los usuarios.
Conductores	Estarán a cargo de conducir los vehículos de recolección.
Operarios de recolección	Estarán a cargo de recolectar las bolsas que se entregaron a los usuarios participantes del estudio de caracterización con los residuos correspondientes según la separación. También serán responsables de diligenciar los formatos y de realizar los registros fotográficos en ruta. Se recomienda que cada conductor vaya acompañado de 2 operarios de recolección.
Operarios de clasificación	Estarán a cargo de realizar las actividades propias de la caracterización (pesaje de las bolsas, cuarteo, separación por fracciones, etc.) Serán responsables del orden y limpieza del sitio de caracterización.

Fuente: GOPA Infra, 2024

El número de operarios de clasificación y recolección, así como el número de personal de apoyo debe ser definido de acuerdo con el número de muestras.

Se recomienda que la mayor parte del Equipo de Trabajo sean miembros de ORO, ya que cuentan con mayor habilidad para segregar los residuos, y de igual forma se generan transversalmente capacidades y conocimientos en relación con esta clase de ejercicios.

5.4.2 Equipos y materiales

Los equipos y materiales que se deben considerar para la realización del estudio de caracterización son los siguientes:

Tabla 2: Equipos y materiales para realización del estudio de caracterización

Descripción	Equipos y materiales
Equipos y materiales para ejecución de las actividades propias del estudio de caracterización	• Báscula de plataforma de 60kg • Dinamómetros • Lámina de polietileno negro para cubrir el área donde se realizará la clasificación de los residuos • Mallas metálicas para tamizado de los residuos • Canecas metálicas tapa aro para medición de volumen • Sacos "Big bag" para colocar los residuos clasificados • Baldes de 20lts para clasificación de los residuos • Palas para homogeneización y cuarteo de los residuos • Bolsas de polietileno de distintos tamaños y colores, para recolección (un color por cada estrato socioeconómico) y disposición de los residuos. • Flexómetro
Dotaciones y equipos de protección personal	• Equipos de protección personal: guantes de carnaza, lentes de protección, tapabocas, guantes de nitrilo, trajes bioseguridad tipo tivec, guantes de poliéster, botas de seguridad. • Dotaciones: camisetas, jeans, chalecos, gorras
Elementos de papelería	Bolígrafos, pegamento, protectores, polipropileno, papel fotocopia, marcadores sharpie, papel periódico, lapiceros, resaltador, adhesivos, tablas, planilleras, bolsa, marcador permanente, lapiceros kilométricos, cinta de enmascarar, cinta transparente, resma de papel carta, carpetas de presentación.
Elementos de higiene y limpieza	• Higiene: Jabón, gel antibacterial, atomizadores con alcohol, bloqueador solar • Limpieza: Escoba, recogedor, cepillo, bolsa de empaque, blanqueador, detergente, liquido lavazola
Insumos de primeros auxilios	Botiquín (kit básico)

Fuente: GOPA Infra, 2024

5.4.3 Vehículos de recolección y ambiente de trabajo

Se debe garantizar la disponibilidad de vehículos para la recolección de las muestras durante los ocho días de la caracterización. Los vehículos a utilizar dependerán en gran medida de las características de la zona de estudio (ej. ancho de las calles, pendientes, etc.) y del volumen de residuos a analizar. Los vehículos comúnmente utilizados y más recomendados son:

- Camiones recolectores que se utilizan habitualmente para la recolección de los residuos sólidos en el municipio.
- Camionetas o furgones de transporte ligero.

Se recomienda que los residuos vayan cubiertos para evitar que se mojen en caso de lluvia.

Todos los vehículos deberán cumplir con las normativas locales de transporte de residuos sólidos, asegurando que el manejo y traslado de las muestras no genere contaminación o inconvenientes en la vía pública. Asimismo, deberán tener toda la documentación, revisiones técnicas y seguros al día, y contar con el correspondiente kit de seguridad.

Asimismo, se deberá disponer de un ambiente de trabajo habilitado para realizar la caracterización. Se recomienda que el ambiente de trabajo se ubique en un lugar fácilmente accesible y tenga las siguientes características:

- *Espacio amplio y delimitado*: El área de trabajo deberá ser suficientemente amplia para permitir la clasificación de los residuos. Se recomienda delimitar claramente las zonas de trabajo.
- *Espacio cubierto o techado*: Se recomienda que el área de trabajo esté cubierta para proteger al equipo de trabajo y a los residuos de la lluvia, viento, sol, etc.
- *Espacio ventilado*: El área de trabajo deberá contar con una buena ventilación (de preferencia natural) para garantizar la renovación de aire y reducir los malos olores.
- *Superficie impermeable y fácil de limpiar*: El suelo del área de trabajo deberá ser impermeable y de fácil limpieza para mantener las condiciones higiénicas y evitar la acumulación de residuos.
- *Disponibilidad de servicios higiénicos y agua potable*: Se deberá contar con instalaciones para el lavado de manos y limpieza personal del equipo de trabajo.
- *Disponibilidad de zona de descanso separada*: Se deberá contar con un área de descanso para el personal que esté físicamente separada del área de clasificación de residuos, para evitar la exposición a agentes contaminantes durante los descansos o las comidas.

Finalmente, se deberá también coordinar con la empresa del servicio público de aseo la recolección de los residuos sobrantes del estudio. En la medida de lo posible, se deberá evitar la acumulación de residuos ya que estos pueden atraer insectos y roedores, por lo que los residuos deberán recolectarse diariamente.

5.4.4 Análisis de laboratorio

De considerarse relevante por parte del Equipo de Diseño, y dependiendo de los objetivos específicos del estudio de caracterización, podrá requerirse de análisis de laboratorio para algunas muestras o fracciones específicas de las muestras.

Como referencia para la definición de los parámetros a analizar en laboratorio, se puede tomar en consideración las tablas F.1.3 “Tipo de Caracterización Física, Química y Biológica de los Residuos Sólidos para Sistemas de Aseo sin Aprovechamiento” y F.1.4 “Tipo de Caracterización Física, Química y Biológica de los Residuos Sólidos para Sistemas de Aseo con Aprovechamiento” del “Título F del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS”.

A continuación, se adjuntan imágenes de las tablas indicadas.

Imagen 5: Tablas de referencia para la definición de parámetros a analizar en laboratorio

TABLA F.1.3. Tipo de Caracterización Física, Química y Biológica de los Residuos Sólidos para Sistemas de Aseo sin Aprovechamiento						
Sistema de tratamiento	Tipo de caracterización	Nivel de complejidad del sistema				Normas ASTM
		Bajo	Medio	Medio Alto	Alto	
Recolección y transporte, barrido y limpieza	Peso específico	X ¹	X ¹	X	X	D5057-90 (2006)
	Contenido de humedad	X ¹	X ¹	X	X	
Disposición final	Peso específico	X ¹	X ¹	X	X	D5057-90 (2006)
	Contenido de humedad	X ¹	X ¹	X	X	
	Permeabilidad de residuos compactados	X	X	X	X	
	Metales (cadmio, cobre, mercurio, plomo y níquel)			X	X	
	Capacidad de campo			X	X	

X: Obligatorio

X1: Pueden ser obtenidos de datos de referencia definidos en el presente Título.

TABLA E.1.4. Tipo de Caracterización Física, Química y Biológica de los Residuos Sólidos para Sistemas de Aseo con Aprovechamiento						
Sistema de tratamiento	Tipo de caracterización	Nivel de complejidad del sistema				Normas ASTM
		Bajo	Medio	Medio Alto	Alto	
Recolección y transporte, barrido y limpieza	Peso específico	X ¹	X ¹	X	X	D5057-90 (2007)
	Contenido de humedad	X ¹	X ¹	X	X	
Compostaje aeróbico, digestión anaeróbica	Peso específico	X ¹	X ¹	X	X	D5057-90 (2007)
	Contenido de humedad	X ¹	X ¹	X	X	
	Tamaño de partículas			X	X	E726-01 (2006)
	Distribución del tamaño			X	X	
	Nutrientes esenciales	X ¹	X ¹	X	X	
	Biodegradabilidad	X ¹	X ¹	X1	X1	
	Coliformes	X	X	X	X	
	Metales (cadmio, cobre, mercurio, plomo y níquel)			X	X	
Tratamiento térmico – recuperación de energía	Peso específico	X ¹	X ¹	X	X	D5057-90 (2007)
	Contenido de humedad	X ¹	X ¹	X	X	
	Tamaño de partículas			X	X	E726-01 (2006)
	Materia volátil combustible			X	X	
	Ceniza			X	X	
	Punto de fusión de las cenizas	X ¹	X ¹	X	X	D5468-02 (2007)
	Análisis elemental (C, H, O, N, S, cenizas)	X ¹	X ¹	X	X	E1279-89 E778-08
	Contenido de energía	X ¹	X ¹	X	X	
Reciclaje y reutilización	Carbono fijo	X ¹	X ¹	X	X	
	Tipo de residuo a reciclar	X ¹	X ¹	X	X	
	Peso específico por tipo		X ¹	X	X	D5057
	Tamaño de partícula y distribución			X	X	E726-01 (2006)
	Possibilidades de reuso y reciclaje	X	X	X	X	

TABLA F.1.4. Tipo de Caracterización Física, Química y Biológica de los Residuos Sólidos para Sistemas de Aseo con Aprovechamiento						
Sistema de tratamiento	Tipo de caracterización	Nivel de complejidad del sistema				Normas ASTM
		Bajo	Medio	Medio Alto	Alto	
Tratamiento y disposición final	Peso específico	X ¹	X ¹	X	X	D5057-90 (2007)
	Contenido de humedad	X ¹	X ¹	X	X	
	Permeabilidad de residuos compactados	X	X	X	X	
	Análisis elemental (C, H, O, N, S, cenizas)	X ¹	X ¹	X	X	E1279-89 E778-08
	Metales (cadmio, cobre, mercurio, plomo y níquel)			X	X	
	Capacidad de campo			X	X	

Fuente: Título F del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS

5.4.5 Elaboración de documentos y formatos

Antes de iniciar la Etapa de Ejecución, se deberán elaborar los documentos y formatos requeridos para la realización de estudio.

Los documentos y formatos que se recomiendan se listan a continuación, incluyendo ejemplos que pueden ser utilizados como referencia.

1. Carta de invitación a usuarios.

Imagen 6: Modelo de carta de invitación



ASUNTO: Invitación a participar en el Estudio de caracterización de Residuos Sólidos Municipales

FECHA: San José de Cúcuta, Norte de Santander, 26 de mayo 2021.

De nuestra mayor consideración

La presente tiene la finalidad de saludarle cordialmente en nombre de la Alcaldía de San José de Cúcuta y el Proyecto de cooperación internacional PREVEC (Programas de Empleos Verdes en la Economía Circular) y a la vez comunicarle que, se realizará el Estudio de caracterización de los residuos sólidos domiciliarios y comerciales en la ciudad de Cúcuta, con el objetivo de conocer las características de estos, y a fin de mejorar el manejo de los residuos sólidos y las condiciones sanitarias y ambientales de nuestra ciudad. Este estudio estará a cargo de GOPA Infra, consultora alemana que está implementando el proyecto en la ciudad.

En ese sentido, requerimos de su cooperación y participación en las siguientes actividades:

- Visita informativa a su domicilio o establecimiento.
- Encuesta a un representante adulto para solicitar información sobre el manejo de los residuos sólidos al interior de su domicilio o establecimiento.
- Participación en el **Estudio de caracterización** mediante la entrega de todos los residuos generados al interior de su vivienda en bolsas de plástico codificadas, que le serán entregadas y recolectadas durante ocho (8) días consecutivos **a partir del viernes 28 de mayo hasta el viernes 04 de junio de 2021** por personal operativo del estudio, en el horario de recolección comunicado oportunamente.

Para el logro de este objetivo, se ha involucrado a personal capacitado que estará identificado con un carné y será responsable de la visita y recolección de las bolsas con residuos.

Recuerde **NO** entregar esta bolsa a la empresa de aseo, solo a las personas identificadas con los distintivos del estudio de caracterización durante los 8 días especificados anteriormente.

En caso de cualquier inquietud, puede comunicarse a los teléfonos 3185534490 (Ing. Karoll Quiroga) o 3002240851 (Ing. Mayra Naranjo) o acercarse al equipo de GOPA Infra, ubicado en la dirección Calle 15A # 2E-42, Cúcuta, barrio Caobos.

Página 1 de 2



Es muy importante para el éxito del estudio su cooperación, gracias por su participación.

Atentamente.

Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

2. Adhesivos para identificación de usuarios participantes.

Imagen 7: Modelo de adhesivo para identificación de usuarios participantes

Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

3. Formato de encuesta cualitativa a predios domiciliarios a realizar durante la sensibilización.

Imagen 8: Modelo de formato de encuesta cualitativa predios domiciliarios

FORMATO DE ENCUESTA CUALITATIVA UNIDADES RESIDENCIALES

Información de Contacto

1. Nombre del entrevistado: _____ 2. Cédula de Ciudadanía: _____

3. Dirección: _____

4. Barrio: _____ 5. Estrato: _____ 6. Teléfono: _____

7. Código de muestra: _____

Información General

8. Uso del inmueble: Residencial _____ Comercial _____ Mixto _____

9. ¿Cuántas personas habitan en la vivienda? (total): _____ 9.1. Adultos: _____ 9.2. Menores: _____

10. ¿Cuál es el nivel de educación del jefe/a de hogar? Primaria _____ Bachillerato _____ Profesional _____ No tiene _____

11. ¿La vivienda es? (Leer opciones) Unifamiliar _____ Multifamiliar _____ Mixto _____

Información sobre el servicio público de aseo y aprovechamiento

12. ¿Qué tipo de contenedor usa para el almacenamiento de los residuos sólidos en su vivienda? 12.1. Caneca _____ Si _____ No _____ 12.2. Bolsas _____ Si _____ No _____ 12.3. Otro, cual: _____

13. ¿Separa los desechos o sobrantes de comida del resto de residuos? Si/No _____

14. ¿Separa los residuos sólidos que pueden ser aprovechables: Papel, cartón, plástico, vidrio del resto de residuos? Si/No _____

15. ¿Dónde presenta los residuos sólidos? (Leer opciones) Acera o frente del predio _____ Shut _____ Contenedor _____ Centro de acopio municipal _____ Los deja en espacio público _____

16. ¿Qué hace con el material aprovechable? (Leer opciones) Entrega a ruta selectiva _____ Entrega al reciclador _____ Los reutiliza en casa _____ Otra acción, ¿cuál?: _____

17. ¿Qué hace con los residuos no aprovechables? (Leer opciones) Los entrega al vehículo _____ Los presenta frente al predio _____ Los ubica en un punto de recolección _____ Los deja en espacio público _____ Los lleva al centro de acopio _____

18. Si el vehículo recolector no pasa, ¿qué hace con los residuos? (Leer opciones) Los presenta frente al predio _____ Los ubica en un punto de recolección _____ Los deja en espacio público _____ Entrega a ruta selectiva _____ Entrega al reciclador _____

19. ¿Pasan recicladores por la vivienda? (Leer opciones) Si/No _____

20. ¿Le han realizado campañas de educación frente al manejo y separación de los residuos? Si/No _____

21. ¿Sabe usted dónde llevan los residuos sólidos que se aprovechan? Si/No _____ 21.1. ¿Dónde?: _____

22. ¿Sabe usted dónde llevan los residuos sólidos que no se aprovechan? Si/No _____ 22.1. ¿Dónde?: _____

Firma del encuestador _____ Firma del encuestado _____

Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

4. Formato de encuesta cualitativa a establecimientos comerciales a realizar durante la sensibilización.

Imagen 9: Modelo de formato de encuesta cualitativa establecimientos comerciales

FORMATO DE ENCUESTA CUALITATIVA A ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES




1. Información de Contacto										
1. Nombre del entrevistado:			2. Cédula de Ciudadanía:							
3. Dirección:			4. Estrato:		1		2		3	
5. Barrio:			6. Teléfono:		4		5		6	
7. Nombre del establecimiento:			8. NIT:				9. Código de muestra:			
							10. Fecha:			
2. Información General										
Marque con una X el cuadro que corresponde a la respuesta										
11. Uso del inmueble			Comercial		Mixto		12. Tipo de generador			
13. ¿Cuántas personas laboran en el establecimiento?							Gran Productor		Pequeño Productor	
14. Actividad económica del establecimiento										
3. Información sobre el servicio público de aseo y aprovechamiento										
15. ¿Qué tipo de contenedor usa para el almacenamiento de los residuos sólidos?			Caneca		Si		No			
			Botas		Si		No			
			Otro, cual							
16. ¿Separa los desechos o sobrantes de comida del resto de residuos?			Si		No		17. ¿Separa los residuos sólidos que pueden ser aprovechables: Papel, cartón, plástico, vidrio del resto de residuos?			
							Si			
							No			
18. ¿Dónde presenta los residuos sólidos?			Cuarto de almacenamiento colectivo		Acera o frente al establecimiento		Contenedor		Centro de acopio municipal	
									Los deja en espacio público	
19. ¿Qué hace con el material aprovechable?			Entrega a ruta selectiva		Entrega al reciclador		Los reutiliza en casa		Otra acción, cuál?	
20. ¿Qué hace con los residuos no aprovechables?			Los entrega al vehículo		Los presenta frente al predio		Los ubica en un punto de recolección		Los deja en espacio público	
									Los lleva al centro de acopio	
									Otra acción, cuál?	
21. Si el vehículo recolector no pasa, ¿qué hace con los residuos?			Los almacena en el establecimiento		Los ubica en un punto de recolección		Los deja en espacio público		Entrega a ruta selectiva	
									Entrega al reciclador	
									Otra acción, cuál?	
22. ¿Pasan recicladores por el establecimiento?			Si		No		23. ¿Le han realizado campañas de educación frente al manejo y separación de los residuos sólidos?			
							Si			
							No			
24. ¿Sabe usted dónde llevan los residuos sólidos que se aprovechan?			Si		Dónde		No sabe			
							No responde			
25. ¿Sabe usted dónde llevan los residuos sólidos que no se aprovechan?			Si		Dónde		No sabe			
							No responde			
Observaciones:										
Entrevistado						Encuestador				
Firma						Firma				

Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

5. Formatos de relación de viviendas y establecimientos comerciales participantes.

Imagen 10: Modelo de formatos de relación de viviendas y establecimientos comerciales participantes




ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
MUNICIPALES DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA
DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER




RELACIÓN DE VIVIENDAS EMPADRONADAS QUE PARTICIPARON EN EL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Fecha: _____ Campaña No. _____ Ruta No. _____

No	Código de la muestra	No. de habitantes	Nombres y Apellidos	Cédula de ciudadanía	Dirección	Barrio	Estrato	Teléfono
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								




ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
MUNICIPALES DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA
DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER




RELACIÓN DE GENERADORES DE RESIDUOS NO DOMICILIARIOS QUE PARTICIPARON EN EL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Fecha: _____ Campaña No. _____ Ruta No. _____

No	Código de la muestra	Nombres y Apellidos	Cargo	Nombre del establecimiento	Teléfono	Tipo de actividad	Barrio	Dirección del establecimiento
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								

Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

6. Adhesivo para bolsas de recolección de muestras.

Imagen 11: Modelo de adhesivo para bolsas de recolección de muestras

cooperación alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Implementado por
giz

ALCALDÍA DE CÚCUTA
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y DESARROLLO URBANO

CÚCUTA PARA TODOS

Número de muestra: _____ Código: _____

Fecha: _____ Hora: _____

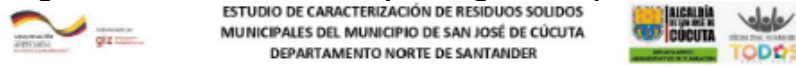
Dirección: _____ Barrio: _____

Tipo de generador: _____

Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

7. Formato para registro de pesos de las muestras.

Imagen 12: Modelo de formato para registro de pesos



FORMATO 001- REGISTRO DE CARACTERIZACIÓN-PESOS

Fecha de inicio _____ Campaña No. _____ Ruta No. _____

No.	Código de la muestra	No. Habitantes	Peso (kg)							
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
Peso Total										

Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

8. Formato para registro de densidad de las muestras.

Imagen 13: Modelo de formato para registro de densidad

**ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
MUNICIPALES DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA
DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER**

**FORMATO 002 - REGISTRO DE CARACTERIZACIÓN-DENSIDAD**

Campaña No. _____ Estrato _____

Fecha	Peso de los residuos (kg)	Altura libre (cm)					Altura de los residuos (m)	Diámetro (m)	Constante	Volumen (m3)	Densidad (peso/vol) (kg/m3)
		1	2	3	4	Prom.					
									0,7854		
									0,7854		
									0,7854		
									0,7854		
									0,7854		
									0,7854		
									0,7854		
									0,7854		
									0,7854		
									0,7854		
									0,7854		
									0,7854		
									0,7854		
									0,7854		
									0,7854		
									0,7854		
									0,7854		
									0,7854		
									0,7854		
									0,7854		
									0,7854		

Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

9. Formato para registro de composición física de las muestras.

Imagen 14: Modelo de formato para registro de composición física



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
MUNICIPALES DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA
DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER



FORMATO 003- REGISTRO DE CARACTERIZACIÓN-COMPOSICIÓN

Fecha _____ Campaña No. _____ Ruta No. _____ Estrato _____

No	Fracción	Peso (kg)								Total
		Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
RESIDUOS ORGÁNICOS										
1	Residuos orgánicos frescos									
2	Residuos de comida con procesos de cocción									
3	Residuos de poda de arboles y corte de césped									
4	Madera									
5	Otros materiales									
RESIDUOS RECICLABLES										
6	Cartón									
7	Papel									
8	Vidrio									
9	Poliétileno Tereftalato (PET)									
10	Poliétileno de alta densidad (PEAD / HDPE)									
11	Policloruro de vinilo (PVC)									
12	Poliétileno de baja densidad (PEBD / LDPE)									
13	Polipropileno (PP)									
14	Poliestireno (PS)									
15	Poliestireno Expandido (PS-E)									
16	Otros plásticos									
17	Metales ferrosos									
18	Metales no ferrosos									
19	Cartón para bebidas									
RESIDUOS NO APROVECHABLES										
20	Residuos inertes									
21	Residuos sanitarios									
22	Caucho, cuero									
23	Porcelana, loza rota									
24	Textiles									
25	Otros									
RESIDUOS PELIGROSOS										
26	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos – RAEE (Pilas, bombillas baterías, partes de aparatos eléctricos)									
27	Envases de insecticida									
28	Medicamentos vencidos									
29	Otros									
PESO TOTAL (kg)										

Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

Todos los documentos y formatos indicados previamente se adjuntan en **carpeta digital** como **Anexos** al presente documento.

5.5 Definición del presupuesto

Con base en los requerimientos logísticos para la realización del estudio se define el presupuesto de este y se procede a realizar las compras, alquileres y contrataciones correspondientes.

A continuación, se listan las partidas mínimas que se deben considerar para la definición del presupuesto del estudio.

1. Salarios del personal
2. Alquiler de vehículos de recolección
3. Alquiler del ambiente de trabajo
4. Compra de equipos y materiales para ejecución de las actividades propias del estudio de caracterización
5. Compra de dotaciones y equipos de protección personal
6. Compra de elementos de papelería
7. Compra de elementos de higiene y limpieza
8. Compra de insumos de primeros auxilios
9. Análisis de laboratorio (opcional)
10. Otros (ej. Refrigerios para el personal)

6 Etapa de ejecución

El Equipo de Trabajo definido en la Etapa de diseño será el responsable de desarrollar la Etapa de ejecución, cuyas actividades se describen a continuación.

6.1 Capacitación del equipo de trabajo

Con el objetivo principal de garantizar la correcta ejecución del proceso operativo del estudio de caracterización, se deberá realizar una jornada de capacitación para el equipo de trabajo.

La capacitación estará a cargo del Responsable de la Supervisión en Campo y del Coordinador de Campo, y deberá contar con la participación de todo el personal de apoyo, conductores, operarios de recolección y operarios de clasificación.

Se recomienda realizar una jornada de capacitación de un (1) día, en la que se deberán tratar, como mínimo, los siguientes puntos:

- Información general y finalidad sobre el proceso de caracterización (número de usuarios participantes, número de muestras representativas por barrio, barrios seleccionados, etc.).
- Plan de trabajo y horario de trabajo.
- Definición de roles y responsabilidades del personal.
- Proceso de sensibilización (contenido de la carta informativa, objetivo de la aplicación de encuestas, forma correcta de diligenciamiento de estas, proceso de identificación de la vivienda o establecimiento, etc.).
- Proceso de recolección de muestras.
- Proceso de caracterización (uso correcto de EPP, descargue y organización de muestras, registro de pesos, toma de volumen, homogenización y cuarteo, segregación por tipo de material, pesaje por tipo de material, etc.).

Asimismo, durante la jornada de capacitación se recomienda realizar un piloto del proceso de sensibilización con el objetivo de probar la metodología definida, conocer los problemas reales que se tienen al momento de interactuar con el usuario y detectar puntos para mejorar y tener en cuenta durante la ejecución.

Finalmente, se recomienda hacer entrega de los EPP y dotaciones al personal durante la jornada de capacitación.

A continuación, se muestra un ejemplo de agenda para una jornada de capacitación.

Imagen 15: Ejemplo de agenda para jornada de capacitación

Hora	Actividad
08:00 hrs	Bienvenida y presentación de los participantes
08:15 hrs	Información general sobre el proceso de caracterización
08:45 hrs	Plan de Trabajo
09:00 hrs	Organización y responsabilidades del personal
09:15 hrs	Inducción proceso de encuestas
09:45 hrs	RECESO
10:15 hrs	Inducción proceso de caracterización
11:15 hrs	Solución de preguntas e inquietudes
11:30 hrs	Realización del piloto de encuestas (1 por persona)
12:30 hrs	ALMUERZO
13:30 hrs	Solución de preguntas e inquietudes generales
14:00 hrs	Definición de horario y lugar de encuentro para jornada del día 26/05
14:15 hrs	Entrega de EPP al personal operativo
14:45 hrs	Clausura

Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

6.2 Sensibilización y definición de rutas de recolección

6.2.1 Sensibilización y encuestas

Una vez finalizada la capacitación del Equipo de Trabajo, el personal de apoyo deberá desplazarse a los barrios seleccionados con el objetivo de seleccionar las viviendas y comercios participantes en el estudio.

Para esto, el personal de apoyo irá “puerta a puerta” invitando a los usuarios a participar en el estudio de caracterización. Esta invitación se realizará mediante la presentación de la carta de invitación elaborada durante la Etapa de Diseño.

Asimismo, se explicará al usuario la metodología a seguir, indicándole que, de aceptar participar, deberá entregar la totalidad de los residuos generados dentro de la vivienda o establecimiento comercial, durante ocho días consecutivos; no pudiendo hacer entrega de las bolsas codificadas al servicio público de aseo (por situaciones como la mencionada es importante la participación de funcionarios de la Alcaldía municipal).

Si el usuario acepta participar en el estudio, el personal de apoyo procederá a aplicar la encuesta, la cual estará dividida en tres secciones (ver *modelo de formato* en *Etapa de Diseño*):

- **Sección 1:** Información de contacto (nombre, cédula de ciudadanía, dirección, estrato, barrio y teléfono).
- **Sección 2:** Información general (uso del inmueble, número de habitantes, nivel de educación del jefe del hogar, tipo de vivienda).

- **Sección 3:** Información sobre el servicio público de aseo y aprovechamiento (hábitos y conocimientos con respecto al almacenamiento, segregación en la fuente y entrega de residuos al servicio público de aseo y/o recicladores de oficio).

Posteriormente, se procederá a asignar *un código al usuario e identificarlo con un adhesivo* (ver *modelo de adhesivo en Etapa de Diseño*), el cual se pegará en el exterior de la vivienda o establecimiento, con el fin de facilitar la ruta de recolección. En el adhesivo se deberá especificar el código de la vivienda o establecimiento comercial.

Asimismo, al realizar la sensibilización, el personal de apoyo deberá entregar al usuario las bolsas con el adhesivo para bolsas (ver *modelo de formato en Etapa de Diseño*) rotulado con el código asignado.

Una vez finalizada la sensibilización, y seleccionados todos los usuarios participantes según el resultado de la fórmula estadística (tamaño de muestra), se procederá a diligenciar el formato con la relación de viviendas y establecimientos comerciales participantes (ver *modelo en Etapa de Diseño*), el cual servirá de base para definir las rutas de recolección.

6.2.2 Definición de rutas de recolección

Con base en la georreferenciación e identificación de los predios seleccionados para el estudio, así como en la experiencia de los conductores y operarios de recolección en las zonas de estudio, se crearán las rutas de recolección.

Para la creación de las rutas de recolección se deberá tener en cuenta factores como el tráfico, las distancias y la accesibilidad, con el objetivo de planificar rutas que minimicen los desplazamientos innecesarios y eviten zonas congestionadas.

Algunas recomendaciones para tener en cuenta para la optimización de las rutas de recolección son:

- **Establecer horarios eficientes:** La recolección debe planificarse en horarios donde el tráfico sea más ligero y se pueda maximizar la eficiencia en el transporte de los residuos, como en horas de la mañana o fuera de las horas pico. Esto reduce el tiempo de desplazamiento y facilita el acceso a las zonas.
- **Agrupamiento de áreas cercanas:** Se recomienda agrupar las áreas de recolección que estén geográficamente próximas y compartan características similares. Esto reduce el tiempo de traslado entre zonas y facilita la logística.
- **Capacidad adecuada de los vehículos:** Los vehículos deben tener la capacidad suficiente para recolectar la cantidad de residuos prevista en cada zona, sin necesidad de realizar viajes adicionales. Esto implica que los camiones recolectores estén bien dimensionados y adaptados al volumen de residuos de cada ruta.
- **Minimizar las paradas innecesarias:** Las rutas deben diseñarse para reducir el número de paradas innecesarias. Se debe evitar hacer varias paradas en zonas muy cercanas.

Durante el proceso, es importante monitorear el rendimiento de las rutas de recolección en términos de tiempo y eficiencia. A partir de esta evaluación, se pueden realizar ajustes en las rutas para mejorar la eficiencia.

A continuación, se muestra un ejemplo de distribución de predios a partir de los cuales se deberá definir una ruta de recolección.

Imagen 16: Ejemplo de distribución de predios para definición de ruta de recolección



Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

6.3 Plan de seguridad e higiene

A fin de evitar accidentes (como por ejemplo cortes con objetos punzocortantes, cortes con vidrio, pinchazo con agujas contaminadas, caídas y otros), se deberá preparar un Plan básico de seguridad e higiene para la Etapa de Ejecución, y se deberá recordar las normas de seguridad a todo el personal diariamente al inicio de la jornada.

El personal deberá utilizar, como mínimo, los siguientes elementos de protección personal:

- Lentes de protección
- Tapabocas
- Guantes (carnaza, de nitrilo, poliéster)
- Trajes bioseguridad tipo tivec (únicamente los operarios de clasificación)
- Botas de seguridad

También se debe contar con blanqueador, detergente, liquido lavazola, jabón, gel antibacterial y atomizadores con alcohol para el aseo del personal en forma obligatoria y la desinfección al final de cada jornada, además de un botiquín de primeros auxilios en la zona de pesaje.

Adicionalmente, todo el personal deberá estar dentro del régimen de salud, pensión y ARL (Administradora de Riesgos Laborales).

6.4 Recolección y transporte de las muestras

Una vez definidas las rutas, frecuencia y horarios por barrio y estrato, se procederá a realizar el recorrido por las viviendas o establecimientos para recolectar las muestras.

Se recomienda que cada conductor vaya acompañado por dos operarios de recolección, quienes llevarán el listado con las direcciones de los predios, nombre del usuario y número de contacto.

El procedimiento para la recolección de las muestras será el siguiente:

- El vehículo de recolección y los operarios de recolección se presentan a las viviendas preestablecidas en la jornada de encuestas, con la ayuda del listado de códigos de las muestras a recolectar.
- Se identifica el usuario participante en campo con ayuda del adhesivo fijado en las fachadas.
- Se recolecta la muestra de cada usuario y se diligencia los datos restantes en el adhesivo de cada bolsa.
- Una vez etiquetada, se lleva la muestra al vehículo recolector.
- Se entrega al usuario participante la bolsa codificada del día siguiente.
- Se recuerda al usuario la entrega de todos los residuos generados dentro de la vivienda y confirmación de la recolección del día siguiente.

Una vez recolectadas todas las muestras, estas serán transportadas al ambiente de trabajo habilitado para la caracterización.

Teniendo en cuenta lo definido en la metodología recomendada, la recolección de las muestras se deberá realizar en cada usuario durante 8 días consecutivos. Se recomienda que la recolección se realice en la misma franja horaria durante todos los días.

Asimismo, se deberá indicar a los usuarios que, si por algún motivo de fuerza mayor no se recogen las bolsas un día, deben guardarlas hasta el día siguiente para que el personal encargado pueda recolectarlas.

Finalmente, el último día de recolección se deberá indicar a los participantes que la fase de campo ha concluido.

A continuación, se presentan algunas imágenes de procedimientos de recolección realizados en un estudio de caracterización.

Imagen 17: Ejemplo de recolección de muestras



Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

6.5 Pesaje de las muestras

Una vez recolectadas las muestras se llevarán al ambiente de trabajo habilitado para el proceso de caracterización y se dividirán en los grupos preestablecidos (ej. Estratos socioeconómicos) para realizar el pesaje individual de las mismas. La información sobre los pesos deberá ser consignada en el formato para registro de pesos elaborado durante la Etapa de Diseño.

A continuación, se muestran algunas imágenes de procedimientos de pesaje de muestras.

Imagen 18: Ejemplo de pesaje de muestras



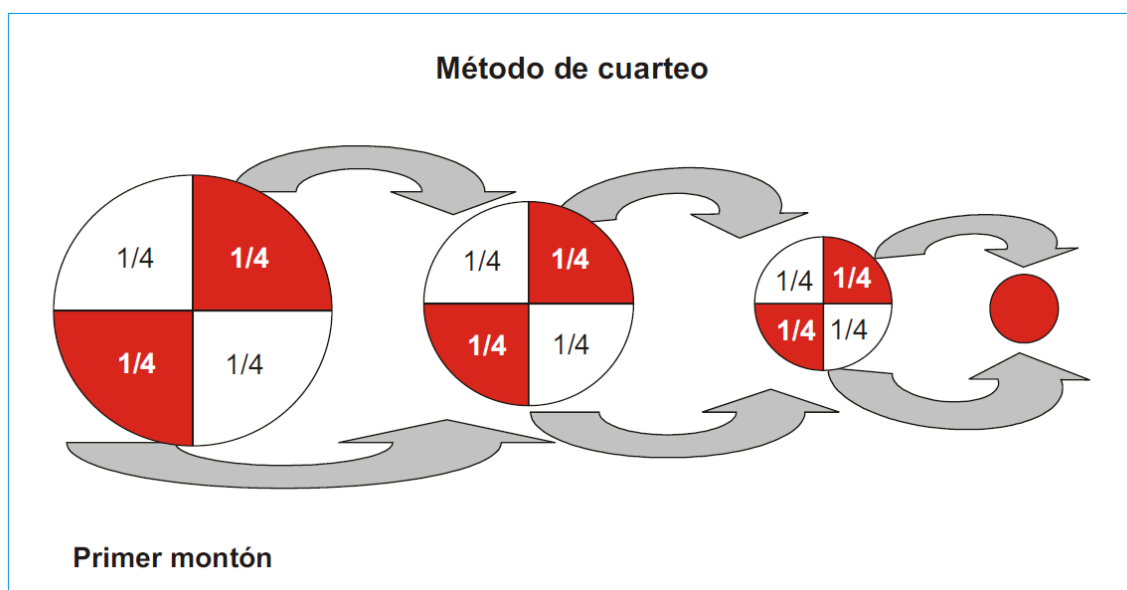
Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

6.6 Homogeneización y cuarteo de las muestras

Una vez identificadas las muestras según lo especificado en el estudio, por ejemplo, por estrato socioeconómico o tipo de establecimiento, se deberán romper las bolsas en su totalidad formando un montón que luego será mezclado.

El montón se dividirá en cuatro partes iguales (método de cuarteo) y se escogerán las dos partes opuestas (lados sombreados de la figura adjunta) para formar un nuevo montón más pequeño. Se volverá a mezclar la muestra menor y se dividirá en cuatro partes nuevamente, luego se escogerán dos opuestas y se formará otra muestra más pequeña. Esta operación se repetirá hasta obtener una muestra manejable (de 50 kg aprox.).

Imagen 19: Método de cuarteo



Fuente: CEPIS

A continuación, se muestran algunas imágenes de procedimientos de homogeneización y cuarteo de muestras.

Imagen 20: Ejemplo de homogeneización y cuarteo de muestras



Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

6.7 Medición del volumen de los residuos

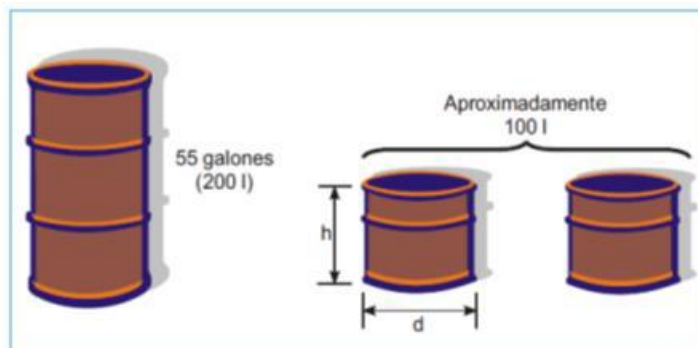
La medición del volumen de los residuos es la base para calcular la densidad de estos.

De acuerdo con la metodología recomendada, la medición del volumen de los residuos se deberá realizar de la siguiente manera:

- Se prepara un recipiente (de preferencia un barril metálico) para que sirva como depósito estándar a fin de definir el volumen que ocupará el residuo; así mismo, se prepara una balanza de pie.

- Se pesa el recipiente vacío y se determina su volumen. De acuerdo con la figura, los datos del recipiente que se deben tomar en cuenta son la altura (h) y su diámetro (d). El volumen de ese recipiente es: $V = 0.7854 \times d^2 \times h$

Imagen 21: Recipiente para determinación de densidad

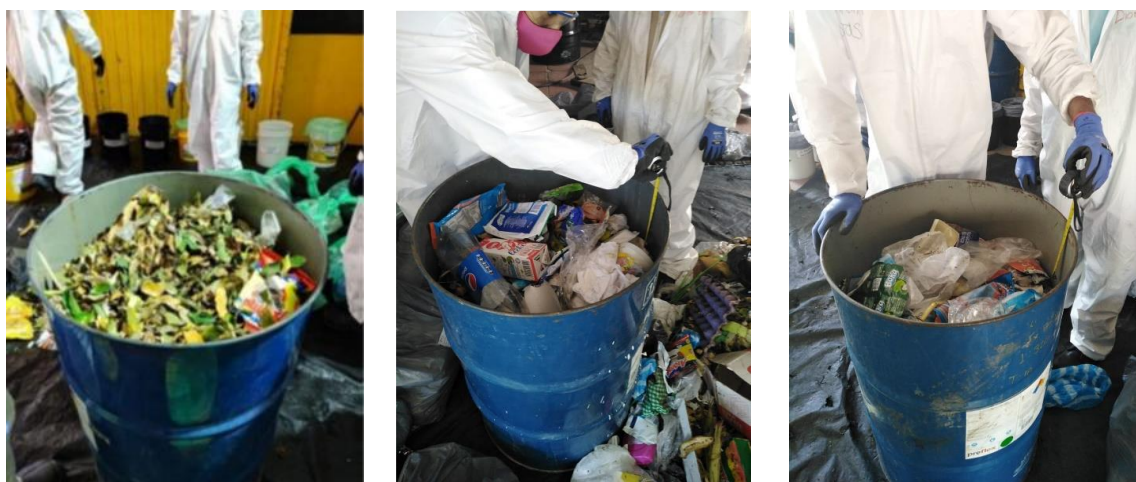


Fuente: CEPIS

- Se depositan los residuos en el recipiente sin hacer presión y se mueven de tal manera que se llenen los espacios vacíos en dicho recipiente.
- Se pesa el recipiente lleno y por diferencia se obtendrá el peso de los residuos.
- Se mide la altura libre de los residuos, y por diferencia se calculará la altura de los residuos; variable que se utilizará para calcular el volumen ocupado por estos utilizando la fórmula previamente indicada: $V = 0.7854 \times d^2 \times h$.
- La información se registrará en el formato para registro de densidad elaborado durante la Etapa de Diseño.

A continuación, se muestran algunas imágenes de procedimientos de medición de volumen de residuos.

Imagen 22: Ejemplo de medición de volumen de los residuos



Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

6.8 Separación por fracciones de los residuos

La muestra definida para la caracterización después del cuarteo deberá ser tamizada mediante el uso de una malla metálica con el fin de eliminar el polvo o arenilla que pudiese afectar el peso neto de cada material.

En el caso en que los recipientes contengan algún tipo de residuo líquido, estos deberán ser pesados con y sin el líquido y la diferencia será restada al peso inicial de la muestra a caracterizar.

Una vez se confirme el peso de la muestra, con el fin de garantizar que sea el valor mínimo representativo, se realizará la segregación por fracciones. A continuación, se presenta una propuesta de fracciones a segregar. Las fracciones deberán definirse con base en los objetivos del estudio. Se recomienda que el material producto del tamizaje sea catalogado como “Residuos inertes”.

Tabla 3: Ejemplo de fracciones para caracterizar

N°	Fracciones	Descripción
I. RESIDUOS ORGÁNICOS		
1	Residuos orgánicos frescos	- Cáscaras y restos de fruta y verdura - Cáscaras de huevo y cáscaras de frutos secos
2	Residuos de comida con procesos de cocción	- Huesos y restos de carne y pieles - Espinas y restos de pescado, así como caparazones y conchas de marisco - Restos de comida y comida en mal estado - Restos de pan - Poso de café y restos de infusiones
3	Residuos de poda de árboles y corte de césped	- Ramos marchitos, flores y hojas secas - Malas hierbas, césped, pequeñas ramas de poda y hojarasca
4	Madera	- Tablas, tablones
5	Otros materiales	- Corcho - Aserrín - Excrementos de animales domésticos sin lechos de arenas absorbentes - Palillos y palos de helado, palillos de comida china o de cocinar pinchos, etc. - Bolsas y otros objetos elaborados con material compostable
II. RESIDUOS RECICLABLES		
6	Cartón	- Kraf - Corrugado - Plegadiza
7	Papel	- Blanco de primera - Archivo - Directorio - Revista - Periódico
8	Vidrio	- Ámbar - Verde

N°	Fracciones	Descripción
		- Transparente
9	Polietileno Tereftalato (PET)	 PET
10	Polietileno de alta densidad (PEAD / HDPE)	 HDPE
11	Policloruro de vinilo (PVC)	 PVC
12	Polietileno de baja densidad (PEBD / LDPE)	 LDPE
13	Polipropileno (PP)	 PP
14	Poliestireno (PS)	 PS
15	Poliestireno expandido (PS – E)	 PS-E
16	Otros plásticos	 OTHER
17	Metales ferrosos	- Latas de Hierro - Marcos
18	Metales no ferrosos	- Latas de aluminio - Cobre
19	Cartón para bebidas	- Tetra pack - Otros
III. RESIDUOS NO APROVECHABLES		
20	Residuos inertes	- Tierra, arena, polvo, piedras, Residuos de Construcción y Demolición - RCD (restos de bloques, cemento otros)
21	Residuos sanitarios	- Papel higiénico - Toallas higiénicas - Pañales
22	Caucho, cuero	
23	Porcelana, loza rota	- Pocillos, Platos de porcelana
24	Textiles	
25	Otros	- Papel de cocina sucio - Servilletas de papel sucias - Pañuelos de papel

N°	Fracciones	Descripción
IV. RESIDUOS PELIGROSOS		
26	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos ¹	- Fluorescentes - Focos - Pilas - Baterías
27	Envases contaminados	- Envases con aceites quemados - Envases con reactivos - Envases de insecticidas - Envases de pintura
28	Medicamentos vencidos	
29	Otros	

Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

Cada uno de los componentes se clasificará en recipientes pequeños.

Antes de empezar la clasificación se deberán pesar los recipientes pequeños vacíos y una vez concluida la clasificación se volverán a pesar con residuos. Por diferencia de pesos se determinará el peso de cada uno de los componentes.

Este procedimiento se repetirá durante los días que dure el muestreo de los residuos.

La información diaria de cada caracterización será consignada en el formato para registro de composición física elaborado durante la Etapa de Diseño.

A continuación, se muestran algunas imágenes de procedimientos de separación por fracciones de los residuos.

Imagen 23: Ejemplo de separación por fracciones de los residuos



¹ Si bien se sabe que no todos los RAEE son considerados residuos peligrosos, se incluyeron en esta categoría para simplificar la clasificación.



Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

6.9 Separación de muestras para analíticas y envío a laboratorio

De ser necesario, una vez concluida la caracterización, se extraerán las muestras para los análisis de laboratorio. Las muestras deberán tener un peso de aproximadamente 1kg.

Las muestras serán picadas en trozos de aproximadamente 1cm x 1cm y embaladas en bolsas plásticas negras tratando de retirar al máximo el aire del interior de la bolsa. Para el envío al laboratorio, serán recubiertas con plástico transparente y embaladas en recipientes de polietileno.

Finalmente, las muestras deberán ser rotuladas. En el rotulado se deberá incluir, como mínimo, la siguiente información:

- Fecha de muestreo
- Procedencia
- Características
- Generador
- Remitente
- Propietario
- Observaciones

7 Etapa de análisis y presentación de resultados

El Equipo de Diseño y Supervisión conformado en la Etapa de planificación será el responsable de analizar los resultados del estudio y elaborar el informe final.

Cabe indicar que, de acuerdo con la metodología propuesta, no se considerarán los datos de los residuos recolectados el primer día de muestreo, porque la experiencia ha demostrado que no resulta representativa, ya sea porque se entrega demasiada cantidad de residuos o muy poca.

Adicionalmente, se descartarán los predios que durante el estudio no entregaron muestras durante dos o más días consecutivos; así como los predios identificados como domiciliarios que también tenían uso comercial, y por lo tanto generaban mayor cantidad de residuos, distorsionando los datos.

7.1 Cálculo de la producción per cápita domiciliaria y proyección de la generación de los residuos sólidos domiciliarios

La producción per cápita (PPC) representa la generación de residuos sólidos por cada habitante, expresada en kg/hab-día.

De acuerdo con la metodología utilizada, la PPC domiciliaria se determina de la siguiente manera:

- Se calcula el peso total de los residuos recolectados (kg), por estrato socioeconómico. Este peso representa la cantidad total de basura diaria generada en todas las viviendas del estrato socioeconómico respectivo.
- En función de los datos recopilados sobre el número de personas por vivienda se determina el número total de personas que han intervenido en el muestreo, por estrato socioeconómico.
- Se divide el peso total de los residuos entre el número total de personas, para obtener la producción per cápita diaria promedio de las viviendas muestreadas (kg/hab-día), por estrato socioeconómico.

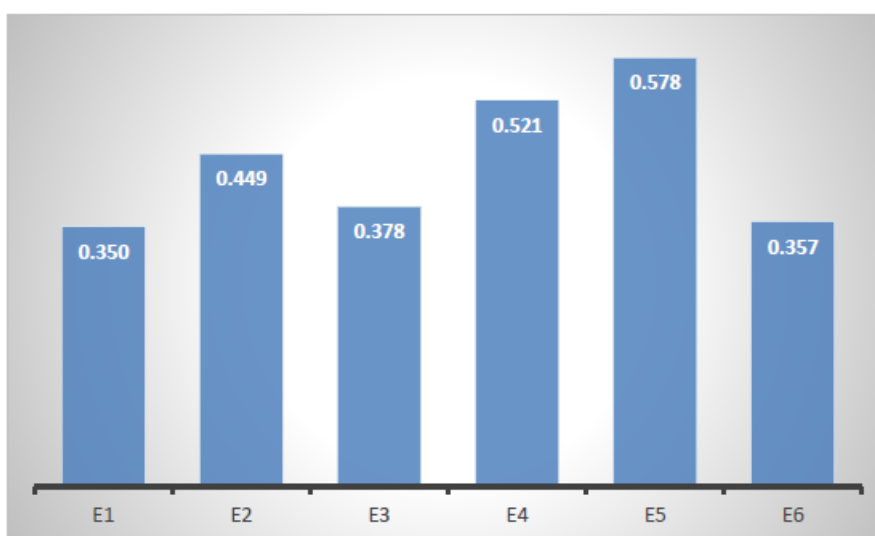
Si se desea calcular la PPC promedio de toda la localidad (para proyecciones), se deberá dividir el peso total de los residuos (sumando todos los estratos socioeconómicos) entre el número total de personas que han intervenido en el muestreo (sumando todos los estratos socioeconómicos).

La siguiente imagen muestra un ejemplo de resultados de PPC por estrato socioeconómico, y promedio.

Imagen 24: Ejemplo de resultados de PPC**Tabla 24. Generación per cápita domiciliaria**

Estrato	GPC (kg/hab-día)
Estrato 1	0.350
Estrato 2	0.449
Estrato 3	0.378
Estrato 4	0.521
Estrato 5	0.578
Estrato 6	0.357
Promedio	0.412
Desv. estándar	0.246
Varianza	0.061

Fuente: GOPA Infra, 2021

Figura 40. Generación per cápita domiciliaria (kg/hab-día)

Fuente: GOPA Infra, 2021

Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

Finalmente, con este dato se puede calcular la generación total diaria de residuos domiciliarios, multiplicando la PPC por el número de habitantes de la localidad.

7.2 Cálculo de la producción per cápita comercial y proyección de la generación de los residuos sólidos comerciales

En el caso de los residuos sólidos comerciales e institucionales, la PPC varía según la fuente de generación.

A continuación, se listan las principales fuentes de generación:

- Establecimientos comerciales de giros comunes, que incluye principalmente:
 - Locales de venta de alimentos, bebidas o tabaco
 - Locales de venta de ropa y/o calzado

- Papelerías
- Librerías
- Farmacias
- Ferreterías
- Locales de venta de electrodomésticos y gasodomésticos
- Locales de venta de computadores, equipos periféricos, programas de informática y equipos de telecomunicaciones
- Comercios de vehículos, motocicletas, accesorios y autopartes
- Restaurantes
- Alojamientos
- Plazas de mercado
- Instituciones públicas

De acuerdo con la metodología utilizada, la PPC comercial se determina de la siguiente manera:

- Se calcula el peso total de los residuos recolectados, por cada una de las fuentes de generación descritas previamente.
- Se divide el peso total por fuente de generación entre los siguientes valores, dependiendo de la fuente de generación:
 - Establecimientos comerciales de giros comunes: Entre el número total de establecimientos, determinando la PPC en kg/establecimiento-día.
 - Restaurantes: Entre el número total de establecimientos, determinando la PPC en kg/establecimiento-día.
 - Alojamientos: Entre el número total de huéspedes, determinando la PPC en kg/huésped-día.
 - Plazas de mercado: Entre el número total de puestos operativos, determinando la PPC en kg/puesto-día.
 - Instituciones públicas: Entre el número total de trabajadores, determinando la PPC en kg/trabajador-día.

Finalmente, para calcular la generación total de estos residuos, se deberá multiplicar la PPC de cada fuente de generación por el número total de referencia. Es decir:

- La generación total de residuos de establecimientos comerciales de giros comunes es igual a la PPC en kg/establecimiento-día multiplicada por el número total de establecimientos existentes en la localidad.
- La generación total de residuos de restaurantes es igual a la PPC en kg/establecimiento-día multiplicada por el número total de restaurantes existentes en la localidad.
- La generación total de residuos de alojamientos es igual a la PPC en kg/huésped-día multiplicada por el número promedio de huéspedes diarios que se alojan en la localidad.

- La generación total de residuos de plazas de mercado es igual a la PPC en kg/puesto-día multiplicada por el número total de puestos operativos existentes en todas las plazas de mercado de la localidad.
- La generación total de residuos de instituciones públicas es igual a la PPC en kg/trabajador-día multiplicada por el número total de trabajadores en instituciones públicas en la localidad.

Al sumar las generaciones de residuos de cada fuente, se obtendrá la generación total de residuos comerciales e institucionales de la localidad.

7.3 Cálculo de la densidad de los residuos

La densidad es la relación entre la masa y el volumen de los residuos sólidos, y se suele expresar en kg/m^3 . Este valor se suele utilizar en el dimensionamiento de los diversos sistemas que conforman la cadena de valor de los residuos (almacenamiento, recolección, transporte, clasificación, aprovechamiento, disposición final).

Para el cálculo de la densidad (kg/m^3) se divide el peso de los residuos (kg) entre el volumen ocupado por estos (m^3), utilizando los datos tomados durante la actividad “medición del volumen de los residuos” de la *Etapa de ejecución*.

7.4 Cálculo de la composición física de los residuos

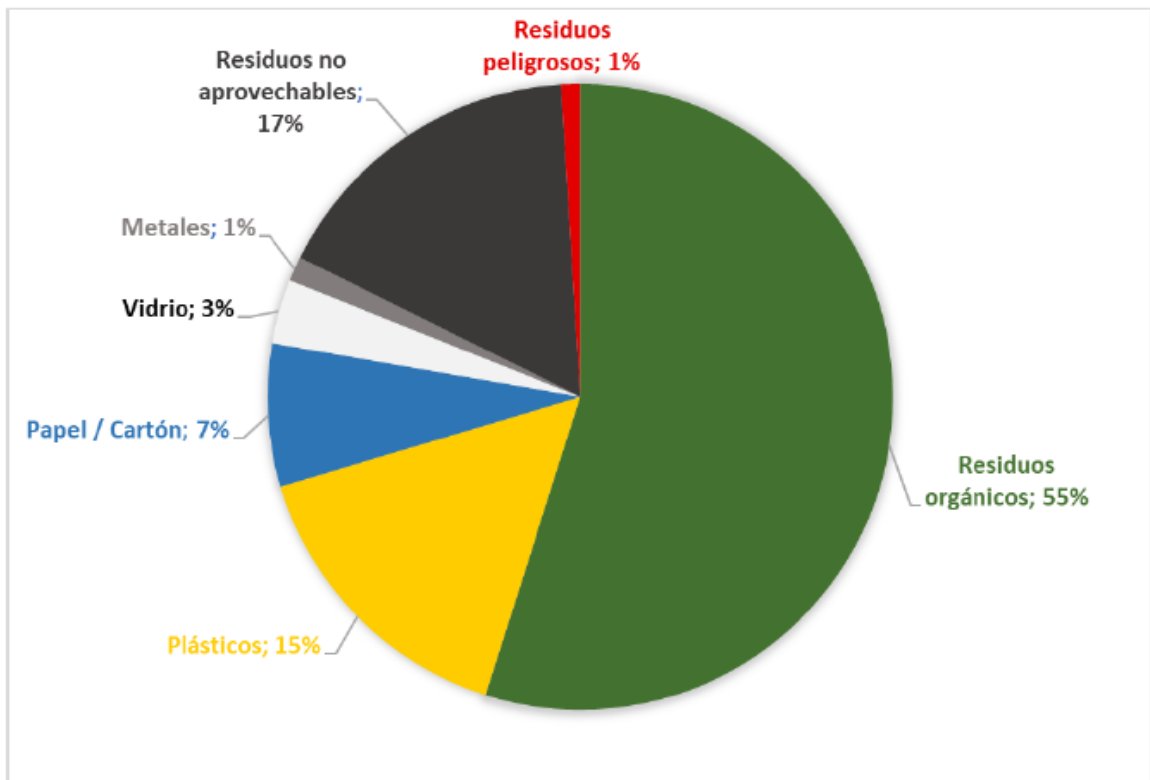
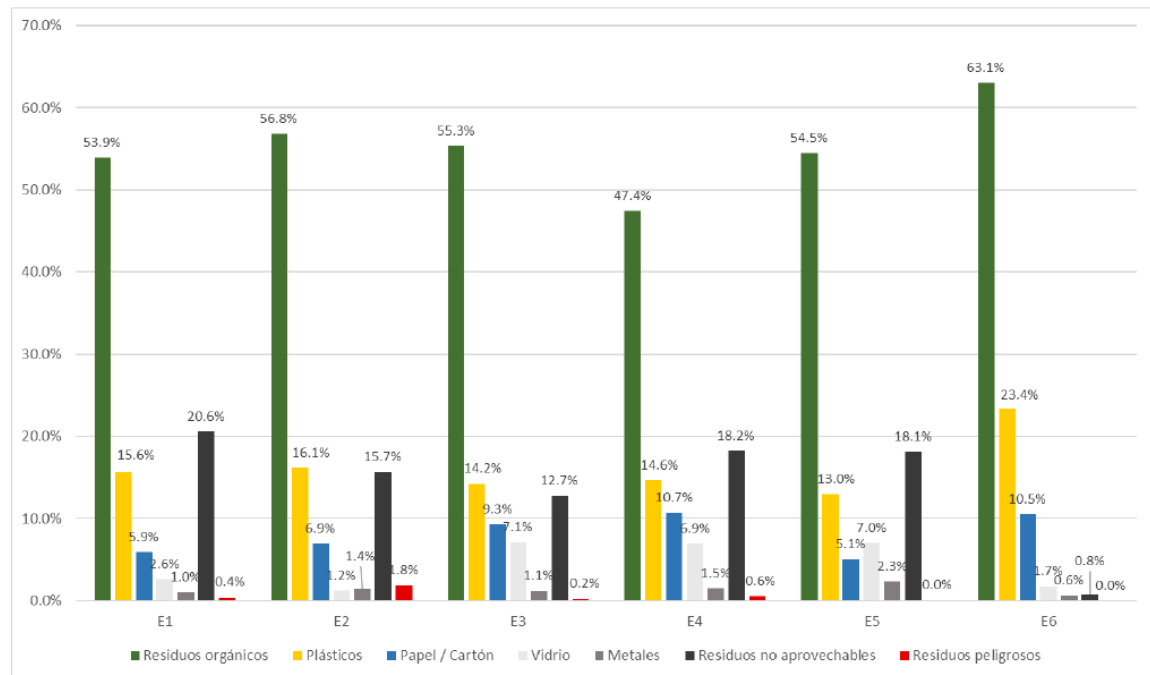
La composición de los residuos sólidos domiciliarios brinda una idea del consumo cotidiano de las familias; sus hábitos y estilos de consumo, pero sobre todo proporciona información sobre el potencial de aprovechamiento de los residuos sólidos.

Se recomienda calcular la composición física de los residuos de forma separada para los residuos domiciliarios y para los residuos no domiciliarios. Esta determina de la siguiente manera:

- Se calcula el peso total de los residuos recolectados para cada una de las fracciones definidas en la actividad “separación por fracciones de los residuos” de la Etapa de ejecución.
- Se divide el peso total de los residuos de cada fracción entre el peso total de los residuos, para obtener el porcentaje que representa esa fracción dentro del total de los residuos.
- Este cálculo se puede realizar por estrato socioeconómico para los residuos domiciliarios, por fuente de generación para los residuos **no** domiciliarios; así como para el total de los residuos de cada tipo (domiciliario / **no** domiciliario).

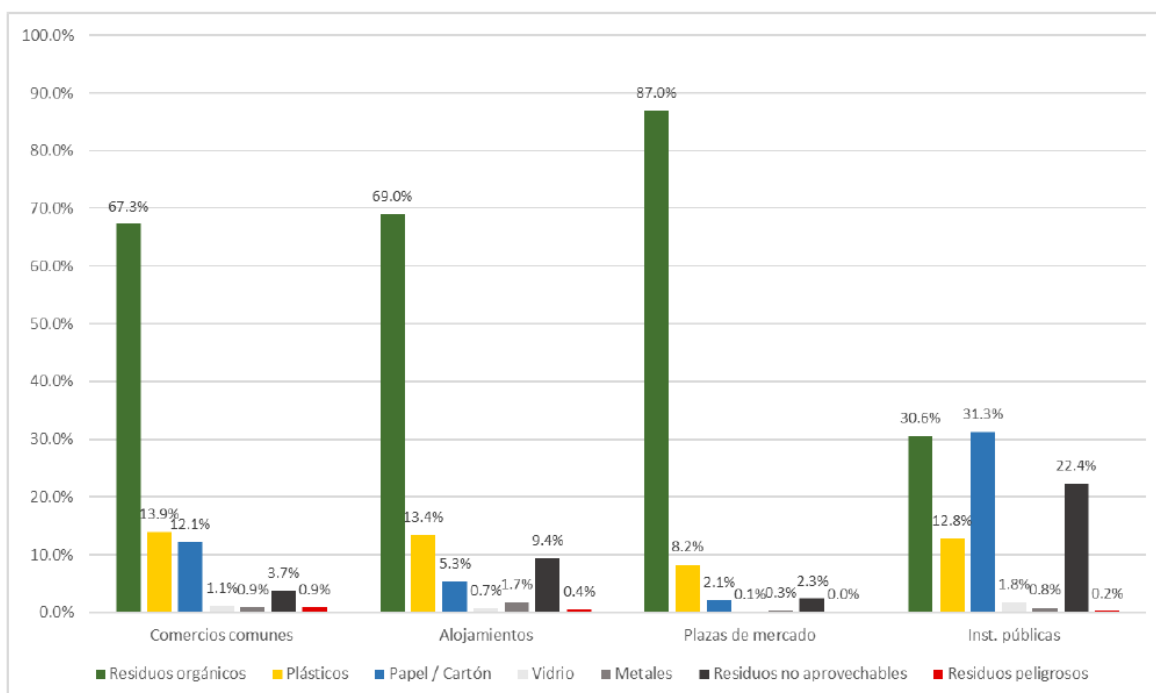
Finalmente, con los resultados obtenidos se pueden elaborar gráficos de columnas o barras, así como gráficos circulares. Se muestran algunos ejemplos a continuación.

Imagen 25: Ejemplo de resultados de composición física de residuos sólidos domiciliarios



Fuente: Informe Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Cúcuta, 2021

Imagen 26: Ejemplo de resultados de composición física de residuos sólidos comerciales e institucionales



7.5 Elaboración del informe final

Para terminar, se deberá preparar un informe final en el que se presenten de forma ordenada las actividades realizadas en cada una de las etapas, así como los resultados obtenidos.

A continuación, se propone una estructura para este informe:

- I. Resumen ejecutivo
 1. Introducción
 2. Objetivos del estudio
 3. Datos generales de la localidad
 4. Metodología del estudio
 - a. Metodología utilizada
 - b. Determinación del tamaño, distribución y selección de la muestra
 - c. Determinación de rutas de recolección
 5. Logística para la realización del estudio
 - a. Equipo de trabajo
 - b. Equipos y materiales
 - c. Vehículo de recolección

- d. Ambiente de trabajo
- e. Análisis de laboratorio
- 6. Ejecución del estudio
 - a. Capacitación del equipo de trabajo
 - b. Sensibilización y encuestas
 - c. Recolección y transporte de muestras
 - d. Pesaje de las muestras
 - e. Homogeneización y cuarteo de las muestras
 - f. Medición del volumen de los residuos
 - g. Separación por fracciones de los residuos
 - h. Separación de muestras para análisis de laboratorio
- 7. Resultados del estudio
 - a. Producción per cápita
 - b. Densidad de los residuos
 - c. Composición física de los residuos
 - d. Resultados de análisis de laboratorio
- 8. Conclusiones y recomendaciones
- 9. Bibliografía
- 10. Anexos

8 Bibliografía

- Alcaldía de San José de Cúcuta. (2021). *Informe del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales de la ciudad de Cúcuta*. Departamento Administrativo de Planeación Municipal.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2022). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS): Documento compilatorio de las Resoluciones 0330 de 2017 y 0799 de 2021, con las modificaciones de la Resolución 0548 de 2022*. Disponible en: https://minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico-reglamento-tecnico-sector-reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable-y-saneamiento-basico-ras?utm_source=chatgpt.com

ANEXO

Anexo 1:

Modelo de carta de Invitación

ASUNTO: Invitación a participar en el Estudio de caracterización de Residuos Sólidos Municipales

FECHA: San José de Cúcuta, Norte de Santander, día de mes año.

De nuestra mayor consideración

La presente tiene la finalidad de saludarle cordialmente en nombre de la Alcaldía de San José de Cúcuta y el Proyecto de cooperación internacional PREVEC (Programas de Empleos Verdes en la Economía Circular) y a la vez comunicarle que, se realizará el Estudio de caracterización de los residuos sólidos domiciliarios y comerciales en la ciudad de Cúcuta, con el objetivo de conocer las características de estos, y a fin de mejorar el manejo de los residuos sólidos y las condiciones sanitarias y ambientales de nuestra ciudad. Este estudio estará a cargo de GOPA Infra, consultora alemana que está implementando el proyecto en la ciudad.

En ese sentido, requerimos de su cooperación y participación en las siguientes actividades:

- Visita informativa a su domicilio o establecimiento.
- Encuesta a un representante adulto para solicitar información sobre el manejo de los residuos sólidos al interior de su domicilio o establecimiento.
- Participación en el **Estudio de caracterización** mediante la entrega de todos los residuos generados al interior de su vivienda en bolsas de plástico codificadas, que le serán entregadas y recolectadas durante ocho (8) días consecutivos **a partir del domingo 6 de junio hasta el domingo 13 de junio de 2021** por personal operativo del estudio, en el horario de recolección comunicado oportunamente.

Para el logro de este objetivo, se ha involucrado a personal capacitado que estará identificado con un carné y será responsable de la visita y recolección de las bolsas con residuos.

Recuerde **NO** entregar esta bolsa a la empresa de aseo, solo a las personas identificadas con los distintivos del estudio de caracterización durante los 8 días especificados anteriormente.



Implementado por
giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



En caso de cualquier inquietud, puede comunicarse a los teléfonos 3185534490 (Ing. Karoll Quiroga) o 3002240851 (Ing. Mayra Naranjo) o acercarse al equipo de GOPA Infra, ubicado en la dirección Calle 15A # 2E-42, Cúcuta, barrio Caobos.

Es muy importante para el éxito del estudio su cooperación, gracias por su participación.

Atentamente.

Anexo 2:

Modelo de adhesivo para identificación de usuarios



Implementado por
giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES 2021 VIVIENDA PARTICIPANTE

CÓDIGO:



Implementado por
giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES 2021 COMERCIO PARTICIPANTE

CÓDIGO:

Anexo 3:

Modelo de formato para relación de usuarios participantes

ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER

RELACIÓN DE VIVIENDAS EMPADRONADAS QUE PARTICIPARON EN EL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Fecha: _____ Campaña No. _____ Ruta No. _____

No	Código de la muestra	No. de habitantes	Nombres y Apellidos	Cédula de ciudadanía	Dirección	Barrio	Estrato	Teléfono
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER

RELACIÓN DE GENERADORES DE RESIDUOS NO DOMICILIARIOS QUE PARTICIPARON EN EL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Fecha: _____

Campaña No. _____

Ruta No. _____

No	Código de la muestra	Nombres y Apellidos	Cargo	Nombre del establecimiento	Teléfono	Tipo de actividad	Barrio	Dirección del establecimiento
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Anexo 4:

Modelo de adhesivo para bolsas



Implementado por
giz
Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Código de muestra: _____

Fecha: _____ **Hora:** _____

Dirección: _____ **Barrio:** _____

Tipo de generador: _____

Anexo 5:

Modelo de formatos para registros de parámetros de caracterización

No.	Código de la muestra	No. Habitantes	Peso (kg)							
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
Peso Total										

[illegible]

**ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
MUNICIPALES DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA
DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER**

FORMATO 003- REGISTRO DE CARACTERIZACIÓN-COMPOSICIÓN

Fecha _____ Campaña No. _____ Ruta No. _____ Estrato _____

No	Fracción	Peso (kg)							Total
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
RESIDUOS ORGÁNICOS									
1	Residuos orgánicos frescos								
2	Residuos de comida con procesos de cocción								
3	Residuos de poda de arboles y corte de césped								
4	Madera								
5	Otros materiales								
RESIDUOS RECICLABLES									
6	Cartón								
7	Papel								
8	Vidrio								
9	Polietileno Tereftalato (PET)								
10	Polietileno de alta densidad (PEAD / HDPE)								
11	Policloruro de vinilo (PVC)								
12	Polietileno de baja densidad (PEBD / LDPE)								
13	Polipropileno (PP)								
14	Poliestireno (PS)								
15	Poliestireno Expandido (PS-E)								
16	Otros plásticos								
17	Metales ferrosos								
18	Metales no ferrosos								
19	Cartón para bebidas								
RESIDUOS NO APROVECHABLES									
20	Residuos inertes								
21	Residuos sanitarios								
22	Caucho, cuero								
23	Porcelana, loza rota								
24	Textiles								
25	Otros								
RESIDUOS PELIGROSOS									
26	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos – RAEE (Pilas, bombillas baterías, partes de aparatos eléctricos)								
27	Envases de insecticida								
28	Medicamentos vencidos								
29	Otros								
PESO TOTAL (kg)									