

CLASIFICANDO LOS RESIDUOS

GUÍA METODOLÓGICA PARA LA
CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS URBANOS.



FONDO PARA EL MEDIO AMBIENTE MUNDIAL
INVERTIMOS EN NUESTRO PLANETA



Al servicio
de las personas
y las naciones



TEKOHA HA
AKÁRAPU'Á KATUIRÁ
Motenondécha

Ministerio del
AMBIENTE Y DESARROLLO
SOSTENIBLE

■ TETÁ REKUÁI
■ GOBIERNO NACIONAL

Paraguay
de la gente

CLASIFICANDO LOS RESIDUOS

GUÍA METODOLÓGICA PARA LA
CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS URBANOS.



TEKOKA HA
AKÁRAPUÁ KATUIRÁ
Motenondeha
Ministerio del
AMBIENTE Y DESARROLLO
SOSTENIBLE

■ TETÁ REKUÁI
■ GOBIERNO NACIONAL

*Paraguay
de la gente*

Este documento se ha elaborado, diseñado, diagramado e impreso en el marco del Proyecto Asunción Ciudad Verde de las Américas – Vías a la Sustentabilidad, liderado por el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) e implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), además de otras instituciones, con financiación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). Las opiniones expresadas en esta publicación no representan necesariamente las de las Naciones Unidas, incluido el PNUD, ni los Estados Miembros de la ONU. Este documento no tiene fines de lucro, por lo tanto, no puede ser comercializado en el Paraguay ni en el extranjero. Están autorizadas la reproducción y la divulgación por cualquier medio del contenido de este material, siempre que se cite la fuente.

MADES/PNUD/FMAM. 2020. Clasificando los Residuos. Guía Metodológica para la Caracterización de los Residuos Sólidos Urbanos. Proyecto “Asunción Ciudad Verde de las Américas – Vías a la Sustentabilidad”. Asunción, Paraguay. 108 p.

PRÓLOGO

Los residuos que producimos cada día en nuestras ciudades nos pertenecen a nosotros, no a la naturaleza ni al medio ambiente. Nos compete a nosotros conocer el contenido de lo que estamos desechando, para planificar y gestionar nuestros residuos de manera responsable y sostenible.

El estudio de caracterización de residuos es un instrumento fundamental que nos permite obtener información precisa relacionada a las propiedades químicas y físicas de los residuos sólidos urbanos. Los datos generados a partir de estos estudios son un insumo indispensable para la toma de decisiones respecto a la planificación, el manejo y la disposición final de los residuos sólidos.

La guía “Clasificando los Residuos”, presenta una metodología estandarizada para el desarrollo de los estudios de caracterización de los residuos sólidos urbanos. Este material es una herramienta valiosa para que, a través del conocimiento de los residuos que se generan, los municipios puedan elaborar sus planes municipales de gestión integral de residuos sólidos urbanos.

Los datos reales sobre los residuos que generamos nos ayudarán también a impulsar políticas públicas –nacionales y municipales– para promover su reducción, reutilización y reciclaje. Es fundamental incluir a la ciudadanía en todas las decisiones, si buscamos realmente lograr una gestión integral responsable y sostenible de nuestros residuos.

Finalmente, debemos reflexionar que a medida que crecemos como país, también crecen nuestras responsabilidades para con el ambiente, con nuestro desarrollo y con nuestro futuro. Debemos asumir el compromiso de mejorar nuestras prácticas y tomar decisiones informadas basadas en criterios técnicos y científicos para lograr ciudades más sustentables y resilientes.

Ariel Oviedo

Ministro del Ambiente y Desarrollo Sostenible

CLASIFICANDO LOS RESIDUOS

GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE (MADES)

Ariel Oviedo, Ministro del Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Hugo Piccinini, Director General de Gestión Ambiental, Punto Focal Titular del Proyecto Asunción Ciudad Verde de las Américas – Vías a la Sustentabilidad.

Lourdes Bogado, Directora de Ordenamiento Ambiental, Punto Focal Alternativo del Proyecto Asunción Ciudad Verde de las Américas – Vías a la Sustentabilidad.

Gilda Cañete, Directora, Dirección de Control de la Calidad Ambiental.

Ovidio Espinola, Técnico, Departamento de Sustancias Químicas.

Julio César Ferreira, Jefe, Departamento de Residuos Sólidos.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD)

Silvia Morimoto, Representante Residente.

Alfonso Fernández de Castro, Representante Residente Adjunto.

Veronique Gerard, Oficial de Programa, Desarrollo Sostenible.

EQUIPO DE PROYECTO “ASUNCIÓN CIUDAD VERDE DE LAS AMÉRICAS –VÍAS A LA SUSTENTABILIDAD”

Alejandra Kemper, Coordinadora.

Claudia Florentín, Responsable Técnica.

Eliana Tolces, Comunicadora.

EQUIPO TÉCNICO

Autor

Abel Mizrain Bolón García.

Colaboradores de las instituciones

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible:

Ovidio Espínola, Gilda Cañete.

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones:

Roberto Lima, Gustavo Da Silva.

Municipalidad de Asunción:

Norma Giménez, Gilda Zorrilla.

Proyecto “Asunción Ciudad Verde de las Américas – Vías a la Sustentabilidad”:

Claudia Florentín.

Corrección de Estilo

Karen Martínez.

Diseño y Diagramación

Sofía Argüello.

Imágenes proveídas por Envato Elements Pty Ltd. con licencia permanente para uso específico en este material.

Queda prohibido el uso de las mismas imágenes para otro material sin licencia de Envato Elements Pty Ltd.

Fotografías complementarias proveídas por PNUD Paraguay.

CONTENIDO

Índice general

Introducción	11
Objetivo de la guía	11
¿Qué es un EC-RSU?	11
Implementación y vigencia.....	11
Observaciones y recomendaciones.....	11
ETAPA 1 Coordinaciones generales previas al inicio del trabajo	19
ETAPA 2 Recolección de información.....	21
ETAPA 3 Diseño de la propuesta/del estudio	23
Sección A. Procedimiento para la identificación y selección de la muestra	26
ETAPA 4 Gestión de los recursos	45
ETAPA 5 Ejecución	51
Sección B. Procedimiento para la determinación de la generación.....	54
Sección C. Procedimiento del cuarteo.	74
Sección D. Procedimiento para la determinación de humedad.....	80
Sección F. Procedimiento para la clasificación de los subproductos.....	92
Otros análisis químicos.....	99
ETAPA 6 Informe	101
Bibliografía.....	102

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1.....	27
Ecuación 2.....	28
Ecuación 3.....	30
Ecuación 4.....	32
Ecuación 5.....	34
Ecuación 6.....	35
Ecuación 7.....	35
Ecuación 8.....	56
Ecuación 9.....	57
Ecuación 10.....	57
Ecuación 11.....	58
Ecuación 12.....	59
Ecuación 13.....	60
Ecuación 14.....	62
Ecuación 15.....	80
Ecuación 16.....	85
Ecuación 17.....	94

Índice de Diagramas

Diagrama 1. Resumen Sección A. Procedimiento para la identificación y selección de la muestra.	25
Diagrama 2. Resumen Sección B. Procedimiento para la determinación de la generación.	53
Diagrama 3. Resumen Sección C. Procedimiento del cuarteo.....	73
Diagrama 4. Resumen Sección D. Procedimiento para la determinación de humedad.....	79
Diagrama 5. Resumen Sección E. Procedimiento para determinar la densidad aparente.	83
Diagrama 6. Resumen Sección F. Procedimiento para la clasificación de los subproductos.....	91

Índice de Tablas

Tabla 1. Estratificación de los inmuebles domiciliarios.	28
Tabla 2. Estratificación de los inmuebles no domiciliarios.	29
Tabla 3. Determinación de la notación.	32
Tabla 4. Número de muestras para la determinación de GPC de cada estrato socioeconómico.	34
Tabla 5. Personal requerido para los estudios de caracterización de RSU.....	46
Tabla 6. Insumos.....	47
Tabla 7. Presupuesto de los insumos.	48
Tabla 8. Presupuesto del personal.....	49
Tabla 9. Unidades de medida por estrato.....	59
Tabla 10. Clasificación, subclasificación y subproductos a catalogar.	93
Tabla 11. Instituciones a consultar para la obtención de los métodos para realizar los análisis químicos.	99

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Etapas para ejecutar un estudio de caracterización de RSU.....	13
Ilustración 2. Aplicación de las secciones de la guía en las etapas para ejecutar un estudio de caracterización....	17
Ilustración 3. Estratificación del universo de muestreo.....	31
Ilustración 4. Distribución de la muestra.	38
Ilustración 5. Generación de RSU en el universo de muestreo.	56
Ilustración 6. Generación de RSU en el estrato h.....	57
Ilustración 7. Procedimiento del cuarteo.	75

Índice de Apéndices

Apéndice A1. Planilla de informe de campo para seleccionar las muestras.....	39
Apéndice A2. Ubicación de los puntos de muestreo preseleccionados.....	41
Apéndice B1. Formato de carta de invitación para los participantes de los inmuebles.....	63
Apéndice B2. Instrucciones para los participantes de los inmuebles.....	64
Apéndice B3. Simbología para el código.....	64
Apéndice B4. Estructura del código único.....	65
Apéndice B5. Estructura del código de marcado de las bolsas recolectadas.....	65
Apéndice B6. Planilla para recolección de datos del pesaje de las muestras del estrato h.....	66
Apéndice B7. Planilla de informe de campo para la generación.....	67
Apéndice B8. Encuesta de la percepción del servicio de gestión de residuos.....	69
Apéndice C1. Planilla de informe de campo para el cuarteo de los residuos sólidos.....	76
Apéndice D1. Planilla de informe de campo de la humedad de los residuos sólidos.....	81
Apéndice E1. Planilla para recolección de datos de la densidad de las muestras del estrato h.....	86
Apéndice E2. Planilla de informe de campo para determinar la densidad de los residuos sólidos.....	87
Apéndice F1. Planilla de productos y subproductos del estrato h.....	95
Apéndice F2. Planilla de informe de campo la subclasificación de los residuos sólidos.....	96

Índice de Pautas para el llenado de apéndices

Pautas para llenar el Apéndice A1.....	40
Pautas para llenar el Apéndice A2.....	41
Pautas para llenar el Apéndice B4.....	65
Pautas para llenar el Apéndice B5.....	65
Pautas para llenar el Apéndice B6.....	66
Pautas para llenar el Apéndice B7.....	68
Pautas para llenar el Apéndice C1.....	76
Pautas para llenar el Apéndice D1.....	81
Pautas para llenar el Apéndice E1.....	86
Pautas para llenar el Apéndice E2.....	88
Pautas para llenar el Apéndice F1.....	96
Pautas para llenar el Apéndice F2.....	97

**UN ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN
DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS
ES UN INSTRUMENTO QUE
PERMITE OBTENER INFORMACIÓN
RELACIONADA A LAS PROPIEDADES
QUÍMICAS Y/O FÍSICAS DE LOS
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.**



INTRODUCCIÓN

Objetivo de la guía

La presente guía tiene como objetivo establecer los instrumentos para el desarrollo de un estudio de caracterización de los residuos sólidos urbanos (EC-RSU), en inmuebles domiciliarios y no domiciliarios.

Dichos instrumentos, constituyen una serie de procedimientos básicos que describen los pasos a seguir para la obtención de la información correspondiente a las características de los RSU, tales como: generación per cápita (GPC), peso, volumen, densidad aparente y humedad; también, se describe cómo obtener las muestras y la distribución de las mismas.

En el caso de los análisis químicos, estos deben ser realizados en laboratorios con las acreditaciones y/o certificaciones correspondientes.

¿Qué es un EC-RSU?

Un Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos, en adelante EC-RSU, es un instrumento que permite obtener información relacionada a las propiedades químicas y/o físicas de los residuos sólidos urbanos. La información obtenida de la caracterización, permite la planificación técnica, operativa, financiera y administrativa para la gestión integral de dichos residuos.

Implementación y vigencia

Los estudios de caracterización pueden realizarse por lo menos dos veces al año; uno durante la estación seca y otro durante la estación con lluvias, debiéndose realizar dichos estudios anualmente, en un esfuerzo por contar con la información más veraz y eficaz posible, teniendo en consideración las capacidades de cada una de las municipalidades.

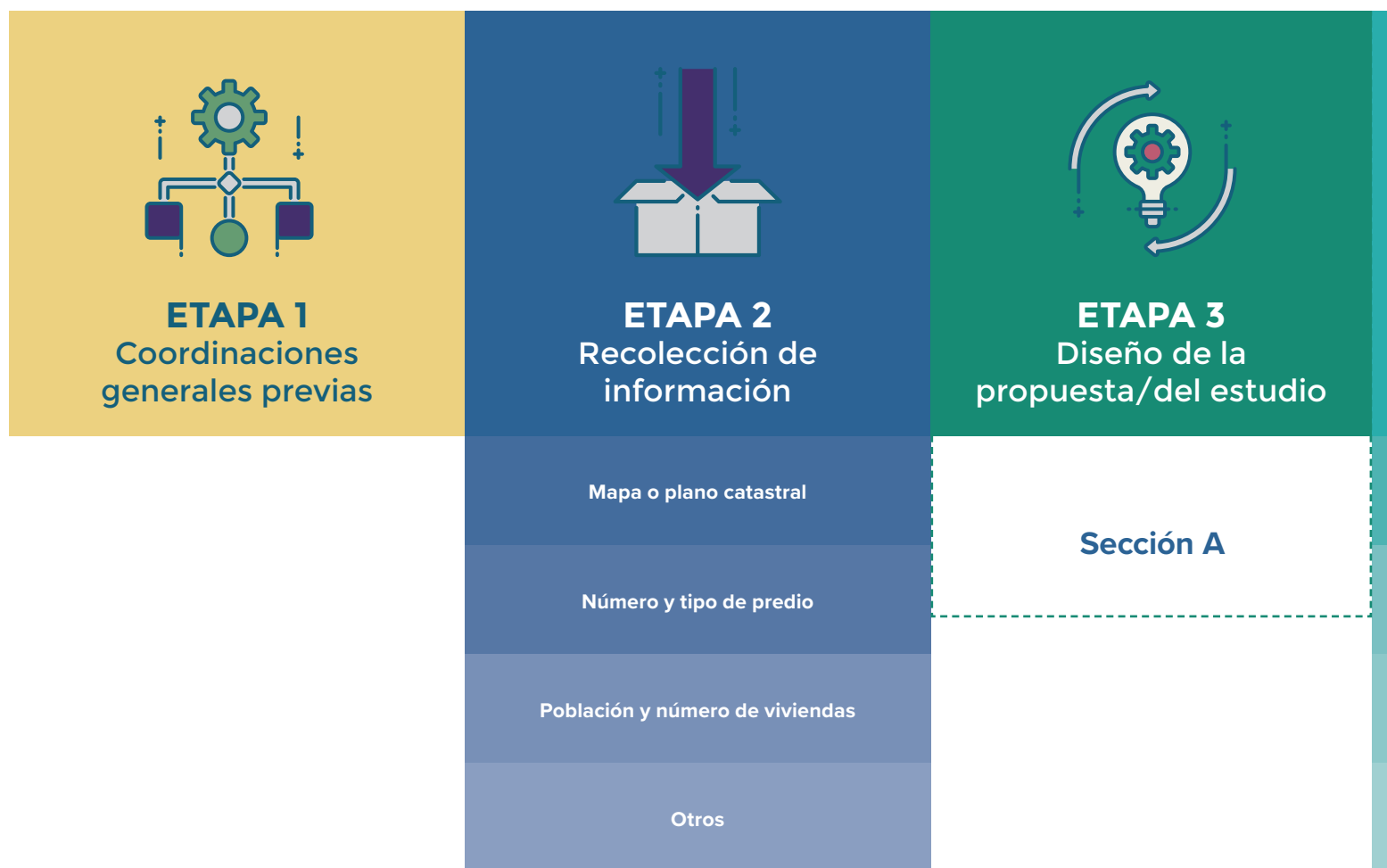
Estos estudios servirán para la creación de los inventarios de Residuos Sólidos Municipales (RSM), así como para la elaboración del Plan Nacional y los Planes Locales para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, por lo cual, las proyecciones se podrán realizar hasta por un periodo de 15 años. Es importante considerar que el estudio tendrá una vigencia máxima de cuatro años, razón por la cual deberá de actualizarse al término de la misma.

Observaciones y recomendaciones

Asimismo, se podrán encontrar las observaciones y recomendaciones particulares de cada sección, dentro del desarrollo de estas.

Para la elaboración de los apéndices correspondientes a cada sección, es importante señalar que deben ser adecuados de conformidad a las características del lugar objeto de estudio, sin eliminar información; y deben ser realizados e impresos con los membretes de la institución que realice el estudio de caracterización.

ETAPAS PARA EJECUTAR UN ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN



ESTRUCTURA DE LAS SECCIONES

Sección A.	Procedimiento para la identificación y selección de la muestra.
Sección B.	Procedimiento para la determinación de la generación.
Sección C.	Procedimiento del cuarteo.
Sección D.	Procedimiento para la determinación de la humedad.
Sección E.	Procedimiento para determinar la densidad.
Sección F.	Procedimiento para la selección y clasificación de los subproductos.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (JICA-MMARNATDO, 2017).

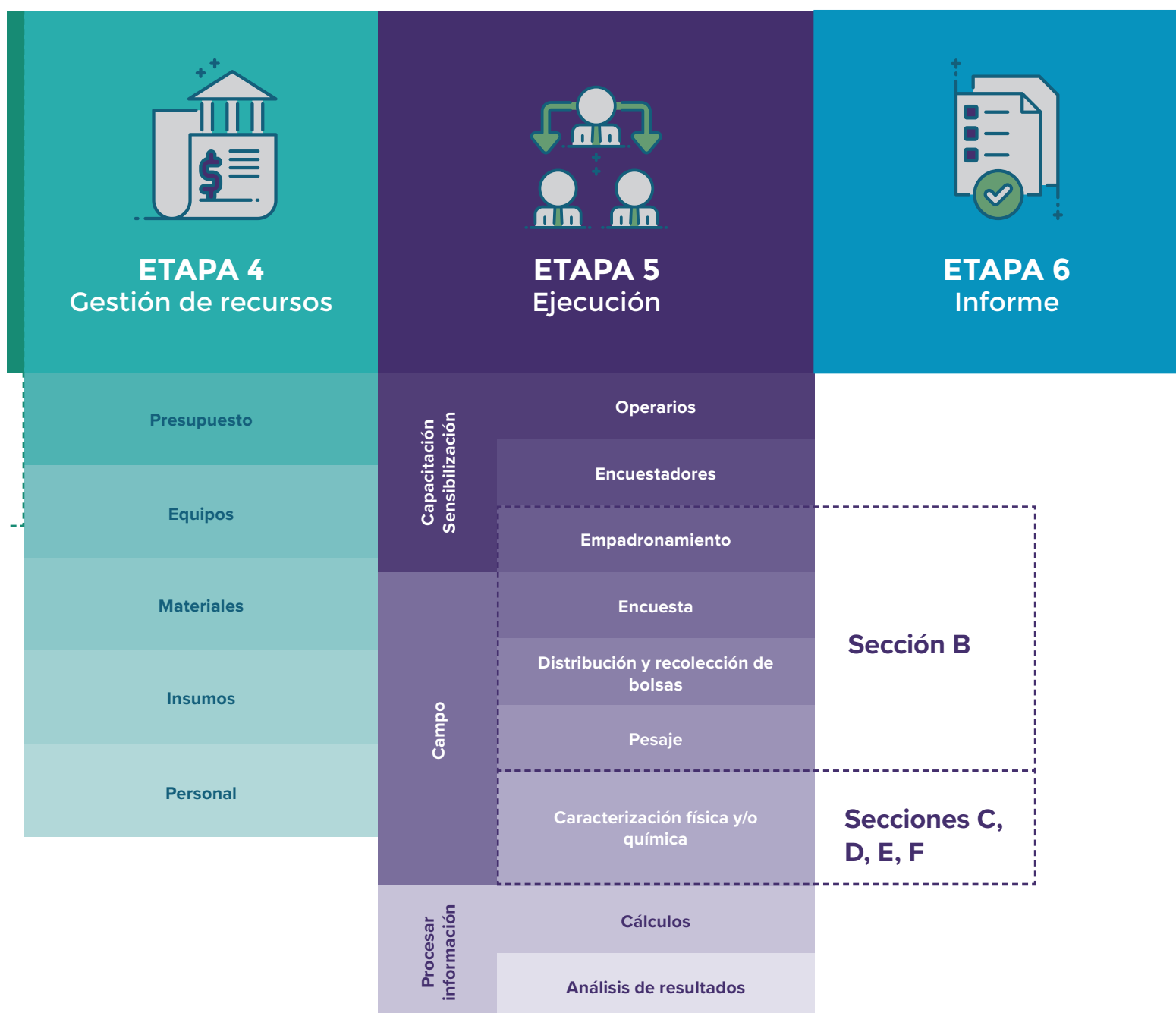
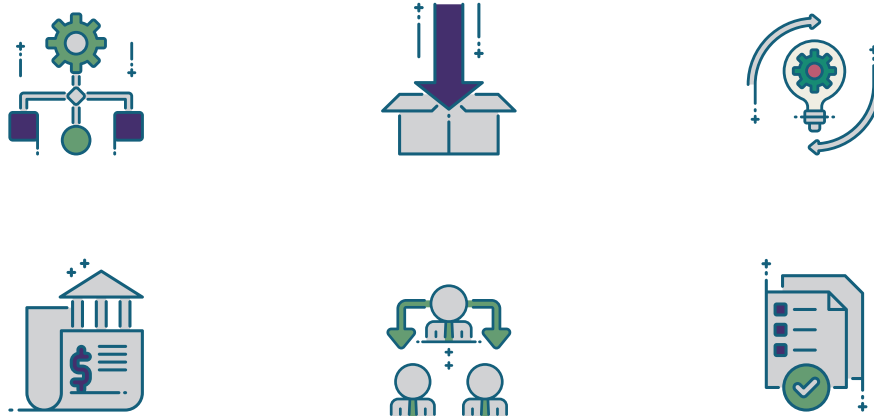


Ilustración 1. Etapas para ejecutar un estudio de caracterización de RSU.



Las etapas para ejecutar un estudio de caracterización se pueden dividir en 6:

1. Coordinaciones generales previas al inicio del trabajo.
2. Recolección de información.
3. Diseño de la propuesta/del estudio.
4. Gestión de los recursos.
5. Ejecución o trabajo de campo.
6. Informe.

Las mismas pueden observarse en la Ilustración 1. *Etapas para ejecutar un estudio de caracterización de RSU*, en la cual, se detalla la secuencia lógica que debe seguir la realización del estudio.

Llevar a cabo un estudio de caracterización de RSU, muchas veces depende de la municipalidad o de particulares interesados, de los recursos con que se cuenten, así como el grado de información disponible y de los conocimientos sobre cómo efectuar el estudio. En el caso de las municipalidades, las mismas pueden contar con una estructura organizacional diferente, carecer de información indispensable, o no contar con el personal capacitado; por lo que recabar la información necesaria y ejecutar el estudio de caracterización, es responsabilidad del encargado para la realización del estudio.



A
Sección

B
Sección

C
Sección

D
Sección

E
Sección

F
Sección

Estructura de las secciones

La guía está dividida en etapas, y algunas de estas etapas se dividen a su vez en secciones de la "A" a la "F", en las que se detallan los procedimientos para llevar a cabo la determinación y estimación de la generación, bajo la siguiente estructura:

Sección A. Procedimiento para la identificación y selección de la muestra.

Sección B. Procedimiento para la determinación de la generación.

Sección C. Procedimiento del cuarteo.

Sección D. Procedimiento para la determinación de la humedad.

Sección E. Procedimiento para determinar la densidad.

Sección F. Procedimiento para la selección y clasificación de los subproductos.

La etapa del diseño se especifica en la Sección A *Procedimiento para la identificación y selección de la muestra*, mientras que la preparación/sensibilización, así como la toma de muestras (que es parte de la ejecución) se especifica en la Sección B *Procedimiento para la determinación de la generación*; en la Sección C *Procedimiento del cuarteo* se describe cómo manipular las muestras; por su parte, las actividades para determinar los parámetros químicos de humedad, se especifican de manera independiente en la Sección D *Procedimiento para la determinación de la humedad*, y finalmente, en la Sección E *Procedimiento para determinar la densidad*, y en la Sección F *Procedimiento para la selección y clasificación de*

los subproductos, se hace referencia al análisis físico.

El proceso para la realización de los estudios de caracterización de los residuos se distingue por ser dinámico, y dependiendo del conocimiento sobre este, se facilitará el desarrollo de los trabajos. En la Ilustración 2 *Aplicación de las secciones de la guía en las etapas para ejecutar un estudio de caracterización de RSU* se da énfasis al diseño, la capacitación, y al trabajo de campo, sin embargo, no se excluyen a las otras etapas que están explicadas en la presente guía, por lo que no se omite parte alguna.

Cada sección se compone de la siguiente forma:

Nombre: Hace referencia a la sección de la guía.

Objeto: Para qué sirve la guía.

Observaciones: Son las consideraciones/recomendaciones para tener en cuenta en la ejecución de la sección de la guía.

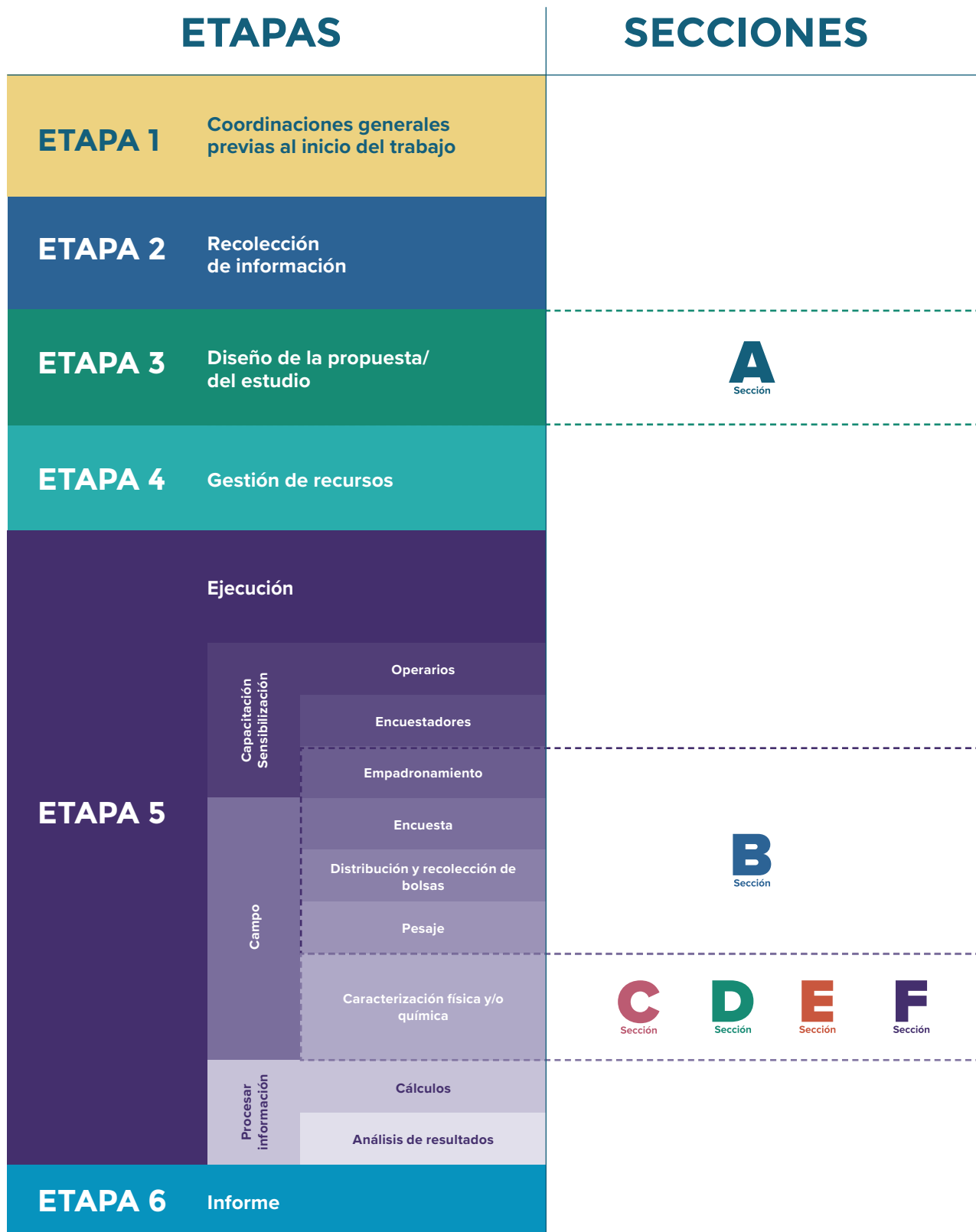
Resumen: Insumos que son necesarios y productos que se obtienen.

Materiales y equipos: Los instrumentos que se requieren para realizar el procedimiento marcado en la guía.

Procedimiento: Las pautas de la guía.

Apéndices: Los formatos u otros, que se requieran para implementar la guía.

Bibliografía: Las referencias que se tuvieron para la realización de la guía.





ETAPA 1
Coordinaciones
generales previas

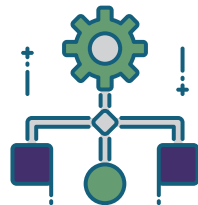
ETAPA 2
Recolección de
información

ETAPA 3
Diseño de la
propuesta/del estudio

ETAPA 4
Gestión de recursos

ETAPA 5
Ejecución

ETAPA 6
Informe



ETAPA 1

COORDINACIONES GENERALES PREVIAS

Si el encargado para la realización del estudio es un representante del municipio, este debe coordinar, entre los diferentes niveles de decisión de la municipalidad, la aprobación y el seguimiento de la ejecución del estudio. La organización de cada municipalidad puede variar, ya que depende de los recursos que recibe, así como de su estructura orgánica. Por ello, cada encargado del estudio deberá llevar a cabo las acciones administrativas que considere necesarias para poder realizar el estudio de caracterización de residuos sólidos.

Una vez que estén definidos los participantes, las responsabilidades de las diversas áreas de la municipalidad y el plan de trabajo, se debe pasar a la etapa de la recolección de información.



ETAPA 1
Coordinaciones
generales previas

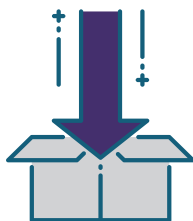
ETAPA 2
Recolección de
información

ETAPA 3
Diseño de la
propuesta/del estudio

ETAPA 4
Gestión de recursos

ETAPA 5
Ejecución

ETAPA 6
Informe



ETAPA 2

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para realizar una caracterización de residuos eficaz, se deben cumplir o conocer algunos criterios fundamentales para definir el número de parámetros a analizar, como pueden ser el tamaño de la muestra, la duración del estudio, entre otros.

Particularmente, es importante conocer la información relacionada con los siguientes rubros:

- El objetivo de la caracterización de los residuos sólidos municipales;
- La preexistencia de estudios de caracterización de RSU;
- La variación estacional en la producción de los residuos;
- La disponibilidad de personal y recursos financieros para la ejecución del estudio;
- Número de los inmuebles (domiciliarios y no domiciliarios);
- El plano catastral;
- Listado de unidades económicas por clasificación y subclasificación;
- El número de habitantes total y por estrato;
- La tasa de crecimiento intercensal y;
- Otros que se especifiquen en la guía.

Se requiere que la información fluya de cada área administrativa involucrada de la municipalidad (las cuales fueron definidas y designadas junto con sus responsabilidades en las coordinaciones generales), hacia el encargado a cargo de realizar el EC-RSU. Como se ha mencionado, los procesos de cada municipalidad pueden variar, por lo que cada encargado es responsable de llevar a cabo las acciones que considere indispensables para recolectar la información necesaria, y así poder realizar el estudio de caracterización de residuos sólidos.



ETAPA 1
Coordinaciones
generales previas

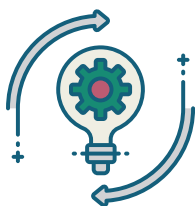
ETAPA 2
Recolección de
información

ETAPA 3
Diseño de la
propuesta/del estudio

ETAPA 4
Gestión de recursos

ETAPA 5
Ejecución

ETAPA 6
Informe



ETAPA 3

DISEÑO DE LA PROPUESTA/DELESTUDIO

En el diseño de la propuesta/estudio se hace referencia al número de muestras a tomar, y cuáles van a ser los puntos de muestreo, esto se detalla en la Sección A *Procedimiento para la identificación y selección de la muestra*. Los municipios que se denominan pequeños, pueden optar por realizar cualquiera de las metodologías propuestas en dicha sección; mientras que los municipios grandes, con una población superior a 20.000 habitantes, tienen que realizar el diseño de la propuesta por medio del análisis estadístico descrito en la Sección A.5.3.2. *Por medio de cálculo estadístico (para cualquier tamaño de población de muestreo mayor a 30)*.

El diseño de la propuesta también determina cómo será la clasificación para contabilizar los productos generados en los residuos, los cuales cuentan con dos niveles: el nivel de subclasificación y el nivel de subproductos (ver Tabla 9). El nivel de subclasificación es obligatorio para todos los municipios, a modo de poder reportar al inventario nacional según el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PNGIRS). Por su parte, el nivel de subproductos es considerado un complemento para realizar una determinación más específica en función a la necesidad que tenga cada municipio de obtener dichos datos, en el marco de la implementación de sus Planes Municipales de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PMGIRS).

SECCIÓN A.

PROCEDIMIENTO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA.

1. El objetivo de la caracterización de los residuos sólidos municipales.
2. La preexistencia de estudios de caracterización de RSU.
3. La variación estacional en la producción de los residuos.
4. La disponibilidad de personal y recursos financieros para ejecución del estudio.
5. Número de los inmuebles (domiciliarios y no domiciliarios).
6. El plano catastral.
7. Listado de unidades económicas por clasificación y subclasificación.
8. El número de habitantes total y por estrato.
9. La tasa de crecimiento intercensal.
10. Otros que se especifiquen en la guía.

A

Sección

1. Proyecciones de población.
2. Número de muestras por estrato.
3. La localización de las muestras.
4. La ruta de recolección.
5. Se define el estudio de caracterización.
6. Se determinan los recursos a utilizar.
7. Se determina el personal necesario.
8. Se elabora el Apéndice A1 *Planilla de informe de campo para la seleccionar las muestras.*
9. Se elabora el Apéndice A2 *Ubicación de los puntos de muestreo preseleccionados.*

Diagrama 1. Resumen Sección A. Procedimiento para la identificación y selección de la muestra.

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 2. Aplicación de las secciones de la guía en las etapas para ejecutar un estudio de caracterización de RSU.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (JICA-MMARNATDO, 2017).

SECCIÓN A. PROCEDIMIENTO PARA LA

IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA.

A.1. Objeto

Esta sección establece el método para identificar y seleccionar los puntos de muestreo.

A.2. Observaciones

Se proponen 3 métodos, estos son: A.5.3.1 *Método de tablas* (sólo para poblaciones menores de 20.000 habitantes); A.5.3.2 *Por medio de cálculo estadístico* (para cualquier tamaño de población de muestreo mayor a 30), y por último, A.5.3.3 *Muestreo aleatorio no estadístico* (para poblaciones menores de 20.000 habitantes).

Para poblaciones menores de 20.000 habitantes, se recomienda utilizar el método que sea más conveniente de acuerdo con el grado de conocimiento matemático-estadístico, o en su defecto, de los recursos disponibles o del grado de información obtenida, evitando utilizar la sección A.5.3.3 *Muestreo aleatorio no estadístico* (para poblaciones menores de 20.000 habitantes), así como también evitar mezclar los métodos.

Para poblaciones mayores de 20.000 habitantes se insta a realizar por el método de análisis estadístico.

Se debe aumentar de un 10-20% el total de las muestras como contingencia.

A.3. Resumen

Se requiere contar con:

1. El objetivo de la caracterización de los residuos sólidos municipales.
2. La preexistencia de estudios de caracterización de RSU.
3. La variación estacional en la producción de los residuos.
4. La disponibilidad de personal y recursos financieros para la ejecución del estudio.
5. Número de los inmuebles (domiciliarios y no domiciliarios).
6. El plano catastral.
7. Listado de unidades económicas por clasificación y subclasificación.
8. El número de habitantes total y por estrato.
9. La tasa de crecimiento intercensal.
10. Otros que se especifiquen en la guía.

Lo anterior se obtiene de la recolección de información, y con ello se genera:

1. Proyecciones de población.
2. Número de muestras por estrato.
3. La localización de las muestras.
4. La ruta de recolección.
5. Se define el estudio de caracterización.
6. Se determinan los recursos a utilizar.
7. Se determina el personal necesario.
8. Se elabora el Apéndice A1 *Planilla de informe de campo para seleccionar las muestras*.
9. Se elabora el Apéndice A2 *Ubicación de los puntos de muestreo preseleccionados*.

Tal como se observa en el Diagrama 1 *Resumen Sección A. Procedimiento para la identificación y selección de la muestra*.

A.4. Materiales y equipos

1. Equipo de cómputo.
2. Equipo de impresión.
3. Fotocopias de formatos y planos.
4. Bolígrafo.

A.5. Especificaciones

A.5.1 Identificar la población

A.5.1.1 Censo

En caso de que existan datos de los censos nacionales del mismo año, se utilizarán los mismos; caso contrario ver Sección A.5.1.2 *Cálculo de la población*.

A.5.1.2 Cálculo de la población

Para el cálculo de la población actual se deberá aplicar la ecuación 1:

$$P_F = P_i \cdot (1+r)^n$$

Ecuación 1.

Donde:

P_F = Población final.

P_i = Población inicial.

r = Tasa de crecimiento intercensal.

n = Diferencia del número de años de la población estudiada.

Ejemplo 1. Se desea conocer la población al 2033 de una localidad L , se conocen los datos del censo del año 2018, por lo que se tiene la siguiente información:

$P_i = 523.184$ habitantes

$r = 0,15$ % (tasa de crecimiento intercensal)

$n = 15$ (diferencia del número de años)

$$P_F = P_i \cdot (1+r)^n$$

$P_i = 523.184$ habs.

$r = 0,15$ % = 0,0015

$n = 15$

Utilizando la ecuación 1

$$P_F = 523.184 \cdot (1 + 0,0015)^{15}$$

$$P_F = 523.184 \cdot (1,0015)^{15}$$

$$P_F = 523.184 \cdot 1.023$$

$$P_F = 535.080,0493$$

Año	Cálculo	Población
2019	$P_F = 523.184 \cdot (1+0,0015)^1$	523.968,7760
2020	$P_F = 523.184 \cdot (1+0,0015)^2$	524.754,7292
2021	$P_F = 523.184 \cdot (1+0,0015)^3$	525.541,8613
2022	$P_F = 523.184 \cdot (1+0,0015)^4$	526.330,1740
2023	$P_F = 523.184 \cdot (1+0,0015)^5$	527.119,6693
2024	$P_F = 523.184 \cdot (1+0,0015)^6$	527.910,3488
2025	$P_F = 523.184 \cdot (1+0,0015)^7$	528.702,2143
2026	$P_F = 523.184 \cdot (1+0,0015)^8$	529.495,2677
2027	$P_F = 523.184 \cdot (1+0,0015)^9$	530.289,5106
2028	$P_F = 523.184 \cdot (1+0,0015)^{10}$	531.084,9448
2029	$P_F = 523.184 \cdot (1+0,0015)^{11}$	531.881,5722
2030	$P_F = 523.184 \cdot (1+0,0015)^{12}$	532.679,3946
2031	$P_F = 523.184 \cdot (1+0,0015)^{13}$	533.478,4137
2032	$P_F = 523.184 \cdot (1+0,0015)^{14}$	534.278,6313
2033	$P_F = 523.184 \cdot (1+0,0015)^{15}$	535.080,0493

Fuente: Elaboración propia.

La tasa de crecimiento intercensal es un dato que se obtiene de los censos nacionales, en caso de no tenerlo disponible, puede calcularse con la ecuación 2.

$$r = \left(\sqrt[n]{\frac{P_2}{P_1}} - 1 \right) \cdot 100$$

Ecuación 2.

Donde:

r = Tasa de crecimiento intercensal.

n = Diferencia del número de años de la población estudiada.

P_1 = Población del penúltimo censo o dato oficial.

P_2 = Población del último censo o dato oficial.

Ejemplo 2: Se desea conocer la tasa de crecimiento intercensal de una localidad L. Se tienen datos de dos censos realizados en la población; uno efectuado en el 2002 en el cual se determinó una población de 512.112, y otro en el 2018 con una población de 523.184 habitantes.

$$r = \left(\sqrt[n]{\frac{P_2}{P_1}} - 1 \right) \cdot 100$$

$r = ?$

$n = (2018 - 2002) = 16$

$P_1 = 512.112$

$P_2 = 523.184$

Utilizando la ecuación 2

$$r = \left(\sqrt[16]{\frac{523.184}{512.112}} - 1 \right) \cdot 100$$

$$r = \left(\sqrt[16]{1,0216} - 1 \right) \cdot 100$$

$$r = (1,0013 - 1) \cdot 100$$

$$r = (0,0013) \cdot 100$$

$$r = 13\%$$

Fuente: Elaboración propia.

A.5.2 Inmuebles

Conocida la población actual lo siguiente es determinar el número de inmuebles. Existen dos tipos, los domiciliarios y no domiciliarios.

Los inmuebles domiciliarios se pueden clasificar en estratos de acuerdo con los ingresos de las personas, como se describen en la Tabla 1 *Estratificación de los inmuebles domiciliarios*.

Tabla 1. Estratificación de los inmuebles domiciliarios.

Tipo de fuente generadora	
1.0	Residencial.
Nº	Estrato.
1.1	Ingresos altos.
1.2	Ingresos medios.
1.3	Ingreso bajo.

Fuente: (JICA-MSPyBS, 1994).

Los datos de ingreso de las viviendas se toman de los censos nacionales.

Mientras que los tipos de inmuebles no domiciliarios o generadores no domiciliarios, se pueden clasificar como se señala en la Tabla 2 *Estratificación de los inmuebles no domiciliarios (lista no exhaustiva)*.

El número de muestras del estudio se debe realizar de acuerdo con el estrato de cada clasificación de los inmuebles domiciliarios y no domiciliarios. La lista del sub-estrato (*no limitativa*) que se muestra en la Tabla 2 *Estratificación de los inmuebles no domiciliarios*, es un modelo de sub-estratos, para no mezclar estos en sub-estratos no apropiados. Se deberá especificar en el reporte respectivo la cantidad de muestras tomadas por cada estrato y por cada sub-estrato.

Ejemplo 3: Se sabe que las muestras a recolectar en el estrato “Servicios” serán de 10 inmuebles, por lo que estos 10 puntos de muestreo pueden ser 10 oficinas privadas (sub-estrato). O también, se pueden muestrear 5 oficinas privadas (sub-estrato) y 5 bancos (sub-estrato), o cualquier combinación de sub-estratos que sumen el número de muestra 10, del estrato “Servicios”.

Tabla 2. Estratificación de los inmuebles no domiciliarios.

N° Tipo de fuente generadora			
2.0 Mercantil			
N°	Estrato	N°	Sub-estrato
2.1	Áreas Públicas (AP)	2.1.1	Parques
		2.1.2	Barrido de calles
2.2	Comercial (CO)	2.2.1	Centro logístico
		2.2.2	Locales comerciales
		2.2.3	Tiendas de autoservicio
2.3	Comercial Grandes Generadores (COg)	2.3.1	Shoppings
		2.3.2	Restaurantes y bares
		2.3.3	Terminal de Ómnibus
		2.3.4	Mercados
		2.3.5	Supermercados
2.4	Especiales (ES)	2.4.1	Laboratorios
		2.4.2	Unidades médicas
		2.4.3	Veterinarias
		2.4.4	Militares
		2.4.5	Carcelarios
		2.4.6	Religiosos
2.5	Institucionales (IN)	2.5.1	Instituciones educativas públicas
		2.5.2	Oficinas públicas
2.6	Servicios (SE)	2.6.1	Centros de espectáculo y recreación
		2.6.2	Cines
		2.6.3	Hoteles
		2.6.4	Instituciones educativas privadas
		2.6.5	Oficinas privadas
		2.6.6	Bancos
		2.6.7	Talleres mecánicos

Fuente: Adaptado de (MIA, 2016).

A.5.2.1 Determinar el número total de inmuebles

A.5.2.1.1 Censo o registro

El municipio puede generar este dato, teniendo como base los registros catastrales o el padrón de usuarios. Por lo que el dato que se tome, tiene que ser el más reciente o actualizado; además, debe incluir información de los inmuebles domiciliarios y de los no domiciliarios.

Se recomienda utilizar los datos del último censo oficial o registro que se conozca. En caso contrario, ver las secciones A.5.2.1.2 *Estimación de los inmuebles domiciliarios* y A.5.2.1.3 *Determinar el número total de inmuebles no domiciliarios*.

A.5.2.1.2 Estimación de los inmuebles domiciliarios

Para la estimación de los inmuebles, se asume un valor promedio de 5 habitantes por vivienda (de acuerdo con los Resultados Finales Censo Nacional de Población y Viviendas. Año 2002 - Total País); sin embargo, si se tiene información que pueda sustentar otro valor, dicho valor debe ser utilizado.

Este método no permite hacer una subclasificación, ya que no se conoce el nivel de ingreso de los participantes.

Para conocer el número de inmuebles domiciliarios se utilizará la ecuación 3.

$$P_D = \frac{P_F}{\bar{P}}$$

Ecuación 3.

Donde:

P_D = Inmuebles domiciliarios totales.

P_F = Población final.

\bar{P} = Población promedio en vivienda.

Ejemplo 4. Se sabe que existe una población de 100.000 habitantes. No se sabe cuántas viviendas existen, pero se sabe que en promedio cada vivienda tiene 5 habitantes.

$$P_D = \frac{P_F}{\bar{P}}$$

$P_D = ?$

$P_F = 100.000$ hab.

$\bar{P} = 5$ hab./viv

Aplicando la ecuación 3

$$P_D = \frac{100.000}{5}$$

$$P_D = \frac{100.000}{5}$$

$$P_D = 20.000$$

Se determina que existen alrededor de 20.000 inmuebles domiciliarios.

Fuente: Elaboración propia

A.5.2.1.3 Determinar el número total de inmuebles no domiciliarios

La dinámica de los inmuebles no domiciliarios no permite realizar una estimación, por lo que se recomienda trabajar con el último dato conocido del censo.

A.5.3 Número de muestra

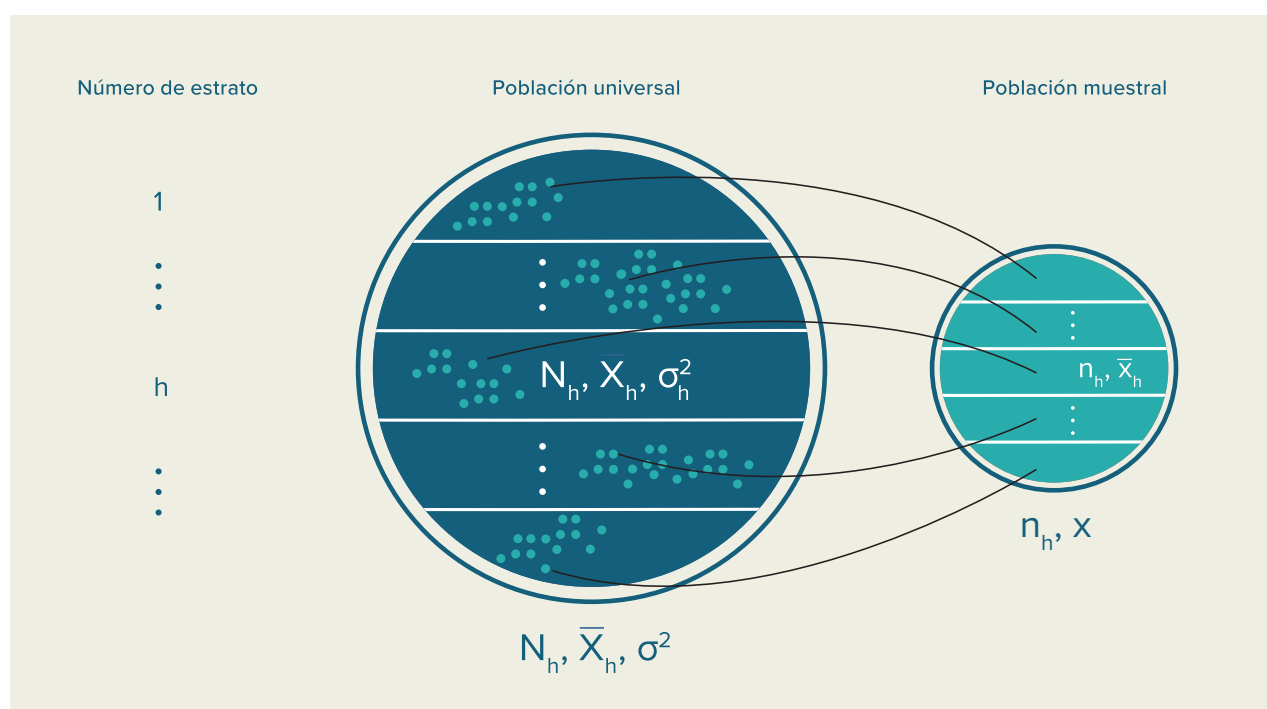
Una vez conocido el universo de muestreo y la unidad de muestreo objetivo, es preciso determinar el número de muestra.

Notación para los cálculos de esta sección:

Población Universal: Todos los inmuebles domiciliarios y no domiciliarios del área de estudio; en la Ilustración 3 *Estratificación del universo de muestreo*, se puede observar gráficamente.

División de la población en estratos: Ver tablas de la Sección A.5.2. *Inmuebles*.

Ilustración 3. Estratificación del universo de muestreo.



Fuente: Adaptado de (Sukarai, 1981).

Tabla 3. Determinación de la notación.

		Domiciliario	No domiciliario
N	Universo para muestrear.	Total de viviendas (Información que puede ser proporcionada por el municipio o a nivel nacional y/o se calcula el número de viviendas que existe en el periodo que se realizará el estudio).	Total de establecimientos (información que puede ser proporcionada por el municipio y/o a nivel nacional).
N_h	Tamaño de la población total del estrato h.	Total de viviendas de estrato h.	Total de establecimientos del estrato h.
n	Tamaño de muestra.	Número de viviendas que participarán en el estudio de caracterización.	Número de establecimientos que participarán en el estudio de caracterización.
n_h	Tamaño de la muestra en el estrato h.	Número de viviendas del estrato h que participarán en el estudio de caracterización.	Número de establecimientos del estrato h que participarán en el estudio de caracterización.
h	La clasificación o subclasificación de los inmuebles.	Estrato h1: ingresos altos, Estrato h2: ingresos medios, Estrato h3: ingresos bajos.	Estrato h1: Áreas públicas Estrato h2: Comerciales Estrato h3: Comercial Grandes generadores Estrato h4: Especiales Estrato h5: Institucionales Estrato h6: Servicios
σ	Desviación estándar.	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x - \bar{x} ^2}{k}}$ <p>Ecuación 4.</p> <p>Donde Σ significa "suma de", x es un valor de un conjunto de datos, \bar{x} es el promedio del conjunto de datos, y k es el número de puntos de datos.</p> <p>Cuando no se tenga información, el valor de desviación estándar a usar es de 0,25 kg/hab./día. Si se cuenta con un estudio anterior, considerar la desviación estándar calculada en ese estudio.</p>	
$Z_{(1-\frac{\alpha}{2})}$	Nivel de confianza	Generalmente se trabaja con un nivel de confianza al 95%, para lo cual $Z_{1-\alpha/2}$ tiene un valor de 1,96.	
E	Error permisible	Lo define el encargado del estudio, se recomienda utilizar el valor resultante del 10% de generación per cápita (GPC) nacional actualizada a la fecha de ejecución del estudio. En caso de no tener estudios anteriores, el valor puede ser entre 0,01 y 0,50	

Fuente: Adaptado de (MIA, 2016).

Ejemplo 5. Desviación estándar. Se tiene un grupo de datos correspondientes al peso de los residuos de una muestra, estos están en kg y son: 6, 2, 3, 1. Se quiere conocer la desviación estándar, por lo que se utiliza la ecuación 4.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum |x - \bar{x}|^2}{k}}$$

Datos: 6, 2, 3, 1

$\sigma = ?$

$k =$ el valor del conjunto de datos = 4

$X = ?$

1. Obtener el promedio \bar{x}

$$\bar{x} = \frac{6+2+3+1}{4}$$

$$\bar{x} = \frac{12}{4}$$

$$\bar{x} = 3$$

2. Hallar $|x - \bar{x}|^2$ calculando la distancia de cada dato a la media (es decir, las desviaciones) y elevando cada una de esas distancias al cuadrado.

Datos x	Promedio \bar{x}	Resta $ x - \bar{x} $	$ x - \bar{x} ^2$
6	3	$ 6 - 3 = 3 $	$(3 \times 3) = 9$
2	3	$ 2 - 3 = -1 $	$(-1 \times -1) = 1$
3	3	$ 3 - 3 = 0 $	$(0 \times 0) = 0$
1	3	$ 1 - 3 = -2 $	$(-2 \times -2) = 4$

3. Realizar la sumatoria $\sum |x - \bar{x}|^2$ En este paso sumamos los cuatro valores que calculamos en el paso 2.

$$\sum |x - \bar{x}|^2 = 9 + 1 + 0 + 4$$

$$\sum |x - \bar{x}|^2 = 14$$

4. Hallar $\frac{\sum |x - \bar{x}|^2}{k}$ en $\sqrt{\frac{\sum |x - \bar{x}|^2}{k}}$.

En este paso dividimos el resultado del paso 3 entre la variable k , que es el número de puntos de datos.

$$\frac{\sum |x - \bar{x}|^2}{k} = \frac{14}{4}$$

5. Calcular la desviación estándar, sacar la raíz cuadrada de la respuesta obtenida en el paso 4 y listo.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum |x - \bar{x}|^2}{k}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{14}{4}}$$

$$\sigma = 1,8708$$

De acuerdo con los cálculos realizados, para este grupo de datos se tiene una desviación estándar de 1,8708, siendo su valor promedio 3.

Fuente: (Khan Academy, s.f.).

A.5.3.1 Método de tablas (solo para poblaciones menores de 20.000 habitantes)

Con este método se conoce el número de inmuebles por cada uno de los estratos de la clasificación domiciliarios y no domiciliarios, la desviación estándar (si no se cuenta con datos de estudios anteriores, se recomienda el uso de 200 g/hab./día como desviación estándar) y se selecciona el número donde se crucen en la Tabla 4 *Número de muestras para la determinación de generación per cápita (GPC) de cada estrato socioeconómico*. Este valor será el número de inmuebles a muestrear.

Tabla 4. Número de muestras para la determinación de GPC de cada estrato socioeconómico.

(N° de inmuebles a probar) (1) Confiabilidad= 95%		Desviación estándar* de las muestras del estrato en cuestión (g/hab./día)				
Error permisible= 50 g/hab./día		50	100	150	200	250
n_h	500	3,8	14,9	32,3	54,7	80,6
	1.000	3,8	15,1	33,4	57,9	87,6
	5.000	3,8	15,3	34,3	60,7	94,2
	10.000	3,8	15,3	34,5	61,1	95,1
	Más de 50.000	3,8	15,4	34,6	61,4	95,9

Fuente: (CEPIS/OPS, 2000)

Si se requiere el número de muestras n_h para los casos no incluidos en las tablas arriba presentadas, se puede determinar por el método de la Sección A.5.3.2. Por medio de cálculo estadístico (para cualquier tamaño de población de muestreo mayor a 30).

Ejemplo 6: Se tiene clasificado el estrato de viviendas de ingresos medios, se sabe que la desviación estándar de la GPC es de 150 g/hab./día y se tiene un total de 4.500 domicilios, por lo que se asume que el número de muestra n_h es 5.000. Se quiere un nivel de confiabilidad de 95% con un error permisible de 50 g/hab./día. Por lo que el número de muestras será igual a 34,5 (ver Tabla 4) y se redondea a 35. El número de viviendas en el estrato de ingresos altos a muestrear en este caso es de 35. Hay que recordar que la observación nos dice que se debe aumentar de un 10-20% el total de las muestras [(35x0,2)+35], quedando como muestra final de 42 viviendas.

Ejemplo 7: Se tiene el estrato de vivienda de ingresos bajos, no se conoce la desviación estándar de la GPC, y se tiene un total de 3.500 domicilios. Se quiere un nivel de confiabilidad de 95% con un error permisible de 50 g/hab./día. En este caso se asume que la desviación estándar es de 200 g/hab./día, se asume que el número de muestra n_h es 5.000, lo que da 60,7 (ver Tabla 4) y se redondea a 61. El número de viviendas en el estrato de ingresos altos a muestrear en este caso es de 61. Hay que recordar que la observación nos dice que se debe aumentar de un 10-20% el total de las muestras [(60,7x0,2)+60,7], quedando como muestra final de 70 viviendas.

A.5.3.2 Por medio de cálculo estadístico (para cualquier tamaño de población de muestreo mayor a 30)

Para el cálculo de la muestra domiciliaria y no domiciliaria se utiliza la ecuación 5, ver la notación para los cálculos en la Tabla 3 *Determinación de la notación*.

$$n = \frac{Z^2_{\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)} \cdot N \cdot \sigma^2}{(N-1) \cdot E^2 + Z^2_{\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)} \cdot \sigma^2}$$

Ecuación 5.

Ejemplo 8. Se sabe que existe un total de 6.500 unidades de inmuebles no domiciliarios: 2.275 corresponden a los servicios, 2.275 a los comercios, unos 650 son institucionales, otros 975 son especiales y 325 son públicos. No se conoce la desviación estándar de la GPC, y se quiere un nivel de confiabilidad de 95% con un error permisible de 6 g/hab./día. En este caso se asume que la desviación estándar es de 250 g/hab./día.

$$n = \frac{Z^2_{\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)} \cdot N \cdot \sigma^2}{(N-1) \cdot E^2 + Z^2_{\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)} \cdot \sigma^2}$$

N = Número de establecimientos = 6.500

$Z^2_{\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)}$ = Nivel de confianza = 1,96

σ = Desviación estándar = 0,25

E = Error permisible = 0,06

Se asume un porcentaje de contingencia = 20%

Utilizando la ecuación 5

$$n = \frac{(1,96)^2 \cdot (6.500) \cdot (0,25)^2}{(6.500-1) \cdot (0,06)^2 + (1,96)^2 \cdot (0,25)^2}$$

$$n = \frac{(3,8416) \cdot (6.500) \cdot (0,0625)}{(6.499) \cdot (0,0036) + (3.8416) \cdot (0,0625)}$$

$$n = \frac{1.560,65}{23,3964 + 0,2401}$$

$$n = \frac{1.560,65}{23,6365}$$

$$n = \frac{1.560,65}{23,6365}$$

$$n = 66,03$$

Según los cálculos realizados, para este muestreo, se debe de realizar ≈ 67 inmuebles no domiciliarios. Hay que recordar que la observación nos dice que se debe aumentar de un 10-20% el total de las muestras $[(66,03 \times 0,2) + 66,03]$ quedando como muestra final de $79,29 \approx 80$ inmuebles no domiciliarios.

Fuente: Elaboración propia.

A.5.3.2.1 Número de la muestra por sub-estrato

Una vez conocido, se debe distribuir de acuerdo con cada estrato de manera proporcional. Para conocer la proporción de cada clasificación se utiliza la siguiente fórmula:

$$q_h = \frac{N_h}{N}$$

Ecuación 6

Donde:

q_h = Proporción del tamaño de muestra del estrato h.

N_h = Tamaño de población del estrato h.

N = Universo para muestrear.

Para conocer el tamaño de muestra por estrato aplicar la siguiente formula:

$$n_h = n \cdot q_h$$

Ecuación 7.

n_h = Tamaño de la muestra de la clasificación h.

n = Tamaño de muestra.

q_h = Proporción del tamaño de muestra.

Ejemplo 9. Tomando los mismos datos del ejemplo 3. Se quiere conocer cuál será la proporción y el tamaño de la muestra para la estratificación de servicios. Por lo que se utilizan las ecuaciones 6 y 7. Para conocer la proporción se utiliza la ecuación 6.

$$q_h = \frac{N_h}{N}$$

$$\therefore q_h \text{ Servicios} = \frac{N_h \text{ Servicios}}{N}$$

$N = 6.500$

$N_h \text{ Servicios} = 2.275$

$N_h \text{ Comercios} = 2.275$

$N_h \text{ Institucionales} = 650$

$N_h \text{ Especiales} = 975$

$N_h \text{ Públicos} = 325$

$n = 80$

Utilizando la ecuación 6 para la proporción se tiene:

$$q_h \text{ Servicios} = \frac{2.275}{6.500}$$

$$q_h \text{ Servicios} = 0,35$$

De acuerdo con los cálculos realizados la proporción es de 0,35 o de 35%

Para conocer el tamaño de la muestra se utiliza la ecuación 7.

$$n_h = n \cdot q_h$$

$$\therefore n_h \text{ Servicios} = n \cdot q_h \text{ Servicios}$$

$$q_h \text{ Servicios} = 0,35$$

$$n = 80$$

Utilizando la ecuación 7 para el tamaño de muestra se tiene:

$$n_h \text{ Servicios} = (80) \cdot (0,35)$$

$$n_h \text{ Servicios} = 28$$

De acuerdo con los cálculos realizados el tamaño de muestra para la estratificación de servicios para este caso es de 28 inmuebles.

Si se utiliza la ecuación 5 para determinar el número de muestra en cada uno de los estratos, ya no es necesario realizar estas dos operaciones

Fuente: Elaboración propia

A.5.3.3 Muestreo aleatorio no estadístico (para poblaciones menores de 20.000 habitantes)

En caso de contar con recursos limitados y no tener información disponible, este método es práctico, aunque puede no representar la realidad debido a sus limitaciones.

Para este caso, se selecciona un número de muestras cualquiera, mayor a 30, que sea representativo; y se distribuyen los puntos de muestreo en las zonas que se consideren aptas.

A.5.4 Distribución de la muestra

Se identifica en el plano catastral o en el padrón de usuarios, los inmuebles domiciliarios y no domiciliarios de acuerdo con la clasificación.

Se elabora una lista de cada uno de sus elementos del estrato, asignándoles un número consecutivo desde 1 hasta N_h .

Se realiza una selección aleatoria de los elementos de cada clasificación con base en n_h .

La selección aleatoria se sugiere hacer en una hoja de cálculo, o por medio de sorteos, bolillas, hojas de números aleatorios.

En el caso de la hoja de cálculo, se describe a continuación el procedimiento a realizar en Microsoft Office© y su hoja de cálculo Excel©.

A.5.4.1 Hoja de cálculo

Esta operación es por cada clasificación, por lo que en caso de copiar las hojas es necesario cambiar los números aleatorios de la columna "f".

1. Abrir Excel©.
2. Crear documento nuevo.
3. En la celda "B1" insertar el valor "Clave de identificación de los inmuebles", debajo de la celda "B1" insertar todos los elementos que componen a la clasificación, en forma de lista (cada elemento debe ocupar una casilla).
4. Insertar en la celda "A1" el valor "Id", debajo de la celda "A1" colocar el número consecutivo 1 hasta N_h .

5. Insertar en la celda "C1" el valor "Tamaño de muestra de la estratificación", debajo de la celda "C1", insertar consecutivamente los números 1 hasta n_h .
6. Insertar en la celda "E1" el valor "Número aleatorio volátil", debajo de la celda "E1" insertar la función: =ALEATORIO.ENTRE(1; N_h *)+ y arrastrar hasta la posición n_h .
7. Seleccionar la columna "E", copiar y pegar de forma especial "solo datos" en la columna "F".
8. Nombrar la celda "F1", por el valor "Número aleatorio".
9. Ordenar los valores de la columna "F" de menor a mayor y verificar que no hayan números repetidos. En caso de haber, cambiar por un número nuevo de la columna "E".
10. Para buscar los valores de la columna "F" en la columna "A" y relacionarlo con el elemento de la columna "B", se inserta en la celda "D2" la función: =BUSCARV(F2;\$A\$2:\$B\$ N_h +1;2 FALSO)*, y arrastrar hasta n_h .
11. Insertar en "D1" el valor "Puntos de muestreo".

*Cambiar valor N_h en la hoja de cálculo por el dato numérico correspondiente.

**Este procedimiento es en la versión Excel 365, en idioma español, Latinoamérica, México, por lo que si utiliza otra versión puede cambiar el procedimiento y/o la simbología.

Ejemplo 10. Se quiere saber qué domicilios se deben de muestrear en el estrato h3 y siguiendo una distribución de la muestra de forma aleatoria. Se sabe que el número total de viviendas del estrato h3 es 32 (N_h) y se determinó que el número de viviendas a muestrear son 7 (n_h). Siguiendo las instrucciones la tabla queda de la siguiente forma:

ID (Nh)	Clave de identificación de los inmuebles	Tamaño de muestra por estratificación h3 (nh)	Puntos de muestreo	Número aleatorio volátil	Número aleatorio
1	h_ingresos_h3_1	1	h_ingresos_h3_3	2*	3
2	h_ingresos_h3_2	2	h_ingresos_h3_7	20*	7
3	h_ingresos_h3_3	3	h_ingresos_h3_9	8*	9
...	h_ingresos_h3_...	4	h_ingresos_h3_14	2*	14
15	h_ingresos_h3_15	5	h_ingresos_h3_16	2*	16
...	h_ingresos_h3_...	6	h_ingresos_h3_17	3*	17
...	h_ingresos_h3_...	7	h_ingresos_h3_30	9*	30
30	h_ingresos_h3_30				
...	...				
32	h_ingresos_h3_32				

* estos valores van a cambiar cada vez que se actualice la tabla en Excel ®

ID Nh	Clave de identificación del inmueble o usuario	Tamaño de muestra por estratificación nh	Puntos de muestreo	Número aleatorio volátil	Número aleatorio
1	h_ingresos_h3_1	1	=+BUSCARV(F2,\$A\$2:\$B\$33;2;FALSO)	=ALEATORIO.ENTRE(1;32)*	3
2	h_ingresos_h3_2	2	=+BUSCARV(F3,\$A\$2:\$B\$33;2;FALSO)	=ALEATORIO.ENTRE(1;32)*	7
3	h_ingresos_h3_3	3	=+BUSCARV(F4,\$A\$2:\$B\$33;2;FALSO)	=ALEATORIO.ENTRE(1;32)*	9
...	h_ingresos_h3_...	4	=+BUSCARV(F5,\$A\$2:\$B\$33;2;FALSO)	=ALEATORIO.ENTRE(1;32)*	14
15	h_ingresos_h3_15	5	=+BUSCARV(F6,\$A\$2:\$B\$33;2;FALSO)	=ALEATORIO.ENTRE(1;32)*	16
...	h_ingresos_h3_...	6	=+BUSCARV(F7,\$A\$2:\$B\$33;2;FALSO)	=ALEATORIO.ENTRE(1;32)*	17
...	h_ingresos_h3_...	7	=+BUSCARV(F8,\$A\$2:\$B\$33;2;FALSO)	=ALEATORIO.ENTRE(1;32)*	30
30	h_ingresos_h3_30				
...	...				
32	h_ingresos_h3_32				

Fuente: Elaboración propia.

Una vez seleccionados los puntos a muestrear, identificar estos en el plano catastral y diseñar la ruta de recolección.

Ilustración 4. Distribución de la muestra.



Simbología

- Estrato h1 ■ Estrato h2 ■ Estrato h3
- Puntos de muestreo estrato nh1
- Puntos de muestreo estrato nh2
- ★ Puntos de muestreo estrato nh3

Fuente: Elaboración propia.

En caso de hacer la invitación para participar en el muestreo, según la Sección B.5.1.1 *Invitación*, y tener una negativa por parte de los habitantes del inmueble; descartar el inmueble y optar por una de las dos acciones:

1. Descartar y seleccionar otro punto de muestreo.
2. Seleccionar otro punto de muestreo, realizar un muestreo aleatorio sólo del sitio o los sitios que presentaron la negativa.

A.6. Apéndices

Apéndice A1. Planilla de informe de campo para seleccionar las muestras

PLANILLA DE INFORME DE CAMPO PARA SELECCIONAR LAS MUESTRAS							
Fecha: (a)			N° de Folio: (b)				
Localidad: (c)		Municipalidad: (d)			Departamento: (e)		
Responsable de la selección de muestras							
Nombre: (f)							
Cargo: (g)							
Dependencia o Institución: (h)							
Informe							
Tasa de crecimiento intercensal:(i)							
Número de inmuebles							
Estratificación		Habitantes	Total	% total	Cantidad por muestrear	% muestreado	Desviación estándar utilizada
Inmuebles domiciliarios.		(j)	(k)	100	(l)	(m)	(n)
1	Ingresos altos.	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)	(t)
2	Ingresos medios.	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)	(t)
3	Ingresos bajos.	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)	(t)
Inmuebles no domiciliarios.		(u)	(v)	100	(w)	(x)	(y)
1	Áreas Públicas (AP)	(z)	(aa)	(ab)	(ac)	(ad)	(ae)
2	Comercial (CO)	(z)	(aa)	(ab)	(ac)	(ad)	(ae)
3	Comercial Grandes Generadores (COg)	(z)	(aa)	(ab)	(ac)	(ad)	(ae)
4	Especiales (ES)	(z)	(aa)	(ab)	(ac)	(ad)	(ae)
5	Institucionales (IN)	(z)	(aa)	(ab)	(ac)	(ad)	(ae)
6	Servicios (SE)	(z)	(aa)	(ab)	(ac)	(ad)	(ae)
Número de muestras totales: (af)			Método utilizado: (ag)				
Observaciones: (ah)							

Fuente: Adaptado de (Casati Morales R., 2010) (MIA, 2016) (SECOFI k, 1985) (JICA-MMARNATDO, 2017) (JICA-MSPyBS, 1994).

Pautas para el llenado

A continuación, se muestra la información que deberá ser colocada, en cada uno de los elementos del apéndice anterior, con relación al diseño a elaborar.

Pautas para llenar el Apéndice A1

Llenado del Apéndice A1	
a	Fecha de inicio del diseño del proyecto DD/MM/AA.
b	Número de identificación consecutivo, iniciando en 001.
c	La ciudad, pueblo o zona para la cual se realiza el diseño.
d	La municipalidad a la cual corresponde el diseño.
e	El departamento al cual corresponde el diseño.
f	Los nombres y apellidos de quien lo realiza.
g	El puesto de quien lo realiza.
h	El nombre del área y de la institución de quien lo realiza.
i	Tasa de crecimiento intercensal, calculada u obtenida del censo.
j	El número de habitantes de los inmuebles domiciliarios.
k	El total de inmuebles domiciliarios.
l	El número de muestras a tomar en inmuebles domiciliarios.
m	La proporción del número de muestras a tomar en inmuebles domiciliarios entre el total de inmuebles domiciliarios $\left(\frac{l}{k}\right) \times 100$
n	El valor de la varianza utilizada para determinar el número de muestras a tomar en inmuebles domiciliarios.
o	El número de habitantes que pertenecen al estrato indicado.
p	El total de inmuebles que pertenecen al estrato indicado.
q	La proporción del total de inmuebles que pertenecen al estrato indicado entre el total de inmuebles domiciliarios $\left(\frac{p}{k}\right) \times 100$
r	El número de muestras a tomar del estrato indicado.
s	La proporción del número de muestras a tomar en el estrato indicado entre el número de muestras a tomar en inmuebles domiciliarios $\left(\frac{r}{l}\right) \times 100$
t	El valor de la varianza utilizada para determinar el número de muestras a tomar en el estrato indicado.
u	El número de trabajadores de los inmuebles domiciliarios.
v	El total de inmuebles no domiciliarios.
w	El número de muestras a tomar en inmuebles no domiciliarios.
x	La proporción del número de muestras a tomar en inmuebles no domiciliarios entre el total de inmuebles no domiciliarios $\left(\frac{w}{v}\right) \times 100$
y	El valor de la varianza utilizada para determinar el número de muestras a tomar en inmuebles no domiciliarios.
z	El número trabajadores que pertenecen al estrato indicado.
aa	El total de inmuebles que pertenecen al estrato indicado.
ab	La proporción del total de inmuebles que pertenecen al estrato indicado entre el total de inmuebles no domiciliarios expresado por 100 $100 \left(\frac{aa}{v}\right) \times 100$
ac	El número de muestras a tomar del estrato indicado.

Llenado del Apéndice A1	
ad	La proporción del número de muestras a tomar en el estrato indicado entre el número de muestras a tomar en inmuebles no domiciliarios $\left(\frac{(ac)}{(w)} \times 100 \right)$
ae	El valor de la varianza utilizada para determinar el número de muestras a tomar en el estrato indicado.
af	El valor de la suma de las muestras en inmuebles domiciliarios más los inmuebles no domiciliarios.
ag	El método utilizado para determinar la muestra de la sección A.5.3.
ah	Colocar cualquier indicación que se haya considerado en el diseño de la muestra, que pudiera servir para el futuro, o las complicaciones que se hayan presentado.

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice A2. Ubicación de los puntos de muestreo preseleccionados.

UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO PRESELECCIONADOS								
N°	Estrato h (a)	Coordenadas		Dirección	Nombre	Inscrito (g)		Código
		x	y			Sí	No	
1	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(g)	(h)
2	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(g)	(h)
...	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(g)	(h)
n_h (i)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(g)	(h)

Fuente: Adaptado de (Casati Morales R., 2010) (MIA, 2016) (SECOFI k, 1985 (JICA-MMARNATDO, 2017) (JICA-MSPyBS, 1994).

Pautas para el llenado

A continuación, se muestra la información que deberá ser colocada, en cada uno de los elementos del apéndice anterior, con relación al diseño a elaborar.

Pautas para llenar el Apéndice A2

Llenado del Apéndice A2	
a	Cambiar la letra h por el estrato que se está estudiando (ver Sección A.5.2) Es importante recalcar que se debe tener un formato por cada estrato.
b	Colocar la clave de identificación del inmueble (ver ejemplo 10).
c	Colocar el valor del eje x de la coordenada del inmueble.
d	Colocar el valor del eje y de la coordenada del inmueble.
e	Colocar la dirección del inmueble.
f	Colocar el nombre de la persona que los atendió al visitar el inmueble (ver Sección B).
g	Marcar si una vez realizada la visita (ver en la Sección B), la persona aceptó o no.
h	Asignar el código (de acuerdo con la Sección B), una vez que la persona acepte.
i	Se modifica la lista por cada uno de los estratos, de acuerdo con el número de muestra nh de cada uno de ellos (ver ejemplo 10).

Fuente: Elaboración propia.

A.7. Bibliografía

- Cantanhede, A., Monge, G., Sandoval Alvarado, L., y Caycho Chumpitaz, C. (2006). Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos. AIDIS de ingeniería y ciencias ambientales: investigación, desarrollo y práctica, 1(1).
- Casati Morales, R. (2010). Evolución y tendencia de la cantidad, generación y composición de los residuos sólidos en Asunción. (UCNSA, Recopilador) Py.
- CEPIS/OPS. (2000). Hojas de divulgación técnica. Método sencillo del análisis de residuos sólidos. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente de la Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud.
- CEPIS/OPS. (06 de 2005). Hojas de divulgación técnica. Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente de la Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud.
- JICA-MMARNATDO. (2017). Manual de caracterización y proyección de los residuos sólidos municipales. *Japan International Cooperation Agency* - Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de República Dominicana, Do.
- JICA-MSPyBS. (1994). El estudio sobre el manejo de residuos sólidos en el área metropolitana de Asunción. *Japan International Cooperation Agency* - Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social de la Republica del Paraguay, Py.
- Khan Academy. (s.f.). Calcular la desviación estándar paso a paso. Obtenido de Khan Academy: <https://es.khanacademy.org/math/probability/data-distributions-a1/summarizing-spread-distributions/a/calculating-standard-deviation-step-by-step>.
- MIA. (2016). Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (EC-RSM). Ministerio del Ambiente, Pe.
- SECOFI k. (1985). Norma mexicana NMX-AA-61-1985. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Determinación de la generación. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Mx.
- Sukarai, K. (11 de 1981). Programa regional OPS/EHS/CEPIS de mejoramiento de la recolección, transporte y, disposición final de residuos sólidos. Aspectos básicos del servicio de limpia. Análisis de residuos sólidos. Manual de instrucción.





ETAPA 1
Coordinaciones
generales previas

ETAPA 2
Recolección de
información

ETAPA 3
Diseño de la
propuesta/del estudio

ETAPA 4
Gestión de recursos

ETAPA 5
Ejecución

ETAPA 6
Informe



ETAPA 4

GESTIÓN DE RECURSOS

Una vez terminado el diseño de la propuesta/estudio, es preciso realizar la gestión de los recursos, tanto del personal, como de las herramientas y los equipos. El número de personal y de los equipos varía en función del número de muestras y especificidad del estudio. De tal manera, para estudios más minuciosos se requerirán mayores recursos.

Personal

El personal es una parte fundamental para la realización del estudio. Sin ellos, este no podría llevarse a cabo o podría resultar en una mala ejecución. Es por ello que resulta indispensable contar con el personal descrito en la Tabla 5 *Personal requerido para los estudios de caracterización de RSU*.

El personal operativo va a depender de la eficacia de la ruta de recolección, de la propia recolección, del número de muestras, del tiempo que se tenga previsto para recolectar las muestras, así como del tiempo que se determine para realizar todos los estratos del EC-RSU.

Si bien se menciona la experiencia deseable de cada involucrado, la misma no debe ser una limitante, ya que la presente guía brinda los elementos necesarios para llevar a cabo el estudio.

Tabla 5. Personal requerido para los estudios de caracterización de RSU.

Personal	Número	Experiencia (no es una limitante si no cuenta con experiencia)	Actividades
Responsable del estudio.	1	Experiencia general en el manejo de residuos sólidos y experiencia específica en estudios de caracterización de residuos sólidos.	<ul style="list-style-type: none"> • Dirigir y planificar las actividades. • Prever la logística. • Coordinar reuniones. • Sistematizar la información necesaria. • Capacitar al personal. • Elaborar los formatos.
Coordinador de campo.	1	Experiencia específica en estudios de caracterización de residuos sólidos.	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisar las actividades de campo, el uso adecuado de los equipos y materiales usados y el desarrollo de los procedimientos. • Coordinar la preparación de los materiales. • Registrar los datos del estudio (las tareas de este personal las puede realizar el responsable del estudio).
Empadronadores/sensibilizadores/encuestadores.	1*	Buen nivel de comunicación y buen trato.	<ul style="list-style-type: none"> • Visitar las viviendas muestreadas para empadronarlas en el estudio. • Aplicar la encuesta de percepción del servicio de Limpieza Pública. • Procesar resultados.
Operario de recolección.	3**	Conocimiento de la zona del estudio.	<ul style="list-style-type: none"> • Recolectar las bolsas de los residuos (esta función la pueden realizar los mismos encuestadores).
Chofer.	3**	Licencia de conducir.	<ul style="list-style-type: none"> • Transportar las bolsas de los residuos recolectadas hasta el área acondicionada.
Operarios de clasificación y pesaje.	12***	Conocimiento en clasificación de residuos, reciclador o personal operario de limpieza.	<ul style="list-style-type: none"> • Separar los residuos y pesar las bolsas en el punto de acopio. • Apoyar en la determinación de la densidad, muestras para humedad, entre otros.

Notas:

*El número de operarios para empadronar las casas dependerá del número de muestras y del tiempo de anticipación disponible. Por ejemplo, teniendo 30 inmuebles a empadronar (de cualquier estrato o la suma de ellos), y suponiendo que se empadronan y encuestan 3 inmuebles por hora, se tardarían 2 días empadronando y encuestando los 30 inmuebles.

** El número de operarios de recolección es por cada 30 inmuebles (de cualquier estrato o la suma de ellos), suponiendo que la recolección de cada muestra tome un promedio de 6 minutos y solo se tenga disponible una hora para la recolección (estos datos se toman de las experiencias obtenidas

de la ejecución de estudios, son solo de carácter informativo), el tiempo de recolección de las muestras puede variar, pero no debe ser mayor de 3 horas.

*** El número de operarios de clasificación y pesaje dependerá del nivel de clasificación de los residuos. En este caso se asignan 12, ya que es la clasificación mínima recomendada y se requiere que cada uno se especialice en una sola subclasificación; para reducir costos se puede reducir el personal, pero cada uno no debe de segregar más de dos clasificaciones.

Fuente: elaboración propia adaptado de (MIA, 2016).

Materiales, equipos, insumos

Para realizar un estudio de caracterización se requiere de materiales, equipos e insumos; estos se detallan en la Tabla 6 *Insumos*. Se pueden clasificar en: insumos de oficina, movilidad y herramientas.

Tabla 6. Insumos.

Insumos	
Materiales de oficina	Lapicero.
	Marcadores de tinta indeleble.
	Tijeras.
	Fotocopias de los planos de ubicación de las viviendas.
	Fotocopias de las cartas dirigidas a los generadores domiciliarios (jefes de hogar) y generadores no domiciliarios (responsables de establecimientos) que participarán en el estudio de caracterización.
	Fotocopias de los formatos de empadronamiento de los generadores domiciliarios y generadores no domiciliarios.
	Fotocopias de los formatos de registro de datos de caracterización de residuos sólidos.
	Cinta de embalaje (color beige) (50 m), para identificación y codificación de las bolsas de las viviendas.
	Dispensador de cinta de embalaje.
	Equipo de cómputo (puede ser de escritorio o laptop).
	Stickers adheribles para identificación de las viviendas.
Credencial para los empadronadores/sensibilizadores/encuestadores.	
Movilidad	Movilidad al personal de apoyo para la caracterización.
	Movilidad durante ocho (08) días para la recolección de las muestras de caracterización.
	Vehículo recolector para la recogida de residuos sólidos después de la caracterización (08) días.
Herramientas	Balanza digital (pesaje mínimo de 10 kg).
	Carretillas.
	Cilindros de metal de 200 litros de capacidad.
	Criba de 2 micras (tela plástica).
	Palas.
	Escobas.
	Rastrillos de metal.
	Recogedores/palitas.
	Guantes de polietileno (utilizados para la segregación de residuos) 4x5m.
	Bolsas de polietileno de 100 litros (65 cm x 93,5, usar un color para residuos sólidos domiciliarios y otro para comerciales).
Tapabocas desechables.	

Fuente: Adaptado de (JICA-MMARNATDO, 2017).

Durante el periodo de recolección, es importante garantizar estos elementos, en especial la movilidad, ya que al no recolectarse las muestras se alterarían los resultados del estudio de caracterización de los RSU.

Presupuesto

Planificar un presupuesto ayuda a una correcta ejecución de las tareas a realizar. Mientras más y mejor conocimiento se tenga de la ruta de muestreo, así como de la influencia del tráfico a la hora de recolectar las muestras y del tiempo necesario para ello, se podrá ahorrar recursos.

En la Tabla 7 *Presupuesto de los insumos* y, Tabla 8 *Presupuesto del personal*, se realiza el ejercicio de elaboración de un presupuesto destinado para los insumos y el personal, respectivamente. Los costos unitarios son en guaraníes y corresponden al 29 de octubre de 2018. En este ejemplo se cotizó el equipo de cómputo-laptop e impresión, costos que pueden eliminarse si ya se cuenta con dichos recursos.

Tabla 7. Presupuesto de los insumos.

Insumo	Cantidad	Unidad (a)	Costo unitario	Costo total	
Materiales de papelería	Cinta de embalaje (color beige) (50m), para identificación y codificación de las bolsas de las viviendas.	3*	Uds.	10.500	31.500
	Credenciales para el personal de apoyo.	6*	Uds.	1.000	6.000
	Dispensador de cinta de embalaje.	3*	Uds.	12.500	37.500
	Equipo de cómputo.	1**	Ud.	2.000.000	2.000.000
	Equipo de impresión.	1**	Ud.	1.352.000	1.352.000
	Fotocopias de formatos.	60*	Uds.	300	18.000
	Lapiceros.	3*	Uds.	1.500	4.500
	Plumones de tinta indeleble.	3*	Uds.	3.000	9.000
	Stickers.	1*	m ² (b)	90.000	90.000
	Tableta/Tabla apoya hojas.	3*	Uds.	9.000	27.000
Tijeras.	3*	Uds.	9.000	27.000	
Movilidad	Movilidad al personal de apoyo para la caracterización.	3*	Uds.	0 (c)	0
	Movilidad durante ocho (08) días para la recolección de las muestras de caracterización.	3*	Renta/2h	350.000	8.400.000
	Vehículo recolector de residuos sólidos después de la caracterización (08) días.	1***	Tasa uso alternativo	50.000	400.000
Herramientas	Balanza con capacidad de 5 g - 30 kg.	1**	Ud.	235.560	235.560
	Báscula con capacidad de 5 g - 300 kg.	1**	Ud.	966.400	966.400
	Bolsa de polietileno de por lo menos 100 litros.	3*	Paquetes de 10 uds.	9.000	27.000

Notas:

(a) Ud.: Unidad

* Estas cantidades pueden variar, están en función del personal que participa; se colocan las cantidades que se usaron en la Tabla 5 (para una muestra de 30 domicilios) de la sección personal.

** Para estos equipos se requiere la compra una sola vez o hasta que el tiempo de vida de los mismos lo permita, por lo que es necesario guardarlos para reducir los costos en las siguientes caracterizaciones.

*** Puede utilizarse una camioneta con carrocería, camión volquete o similar.

(b) Los Stickers se mandan a imprimir del tamaño que se requiera, se recomienda un tamaño de 15x15 para que entren 45 stickers por metro cuadrado.

(c) Se coloca 0 en la movilidad del personal, porque estos acompañan al conductor del vehículo de recolección. Se recomienda guardar todo el material que así lo permita, para las siguientes caracterizaciones, a fin de reducir los costos.

Fuente: elaboración propia adaptado de (MIA, 2016).

Insumo	Cantidad	Unidad (a)	Costo unitario	Costo total	
Herramientas	Carretilla.	1**	Ud.	356.000	356.000
	Cilindro/tacho de 200 litros de capacidad.	1**	Uds.	672.000	672.000
	Criba de 2 micras (tela plástica).	1**	m2	10.000	10.000
	Escoba.	1**	Ud.	18.000	18.000
	Plástico tipo "lona naranja" de por lo menos 4 x 4 m.	1**	Ud.	162.000	162.000
	Palas.	4*	Uds.	52.000	208.000
	Rastrillos de metal.	4*	Uds.	30.000	120.000
	Recogedor/Palita.	1**	Ud.	17.000	17.000
Equipo de Seguridad	Par de guantes de cuero.	12*	Uds.	16.000	192.000
	Overol.	12*	Uds.	167.000	2.004.000
	Par de botas.	12*	Uds.	70.000	840.000
	Tapabocas desechables.	12*	Uds.	1.000	96.000
Total			6.660.760	18.326.460	

Notas:

(a) Ud.: Unidad

* Estas cantidades pueden variar, están en función del personal que participa; se colocan las cantidades que se usaron en la Tabla 5 (para una muestra de 30 domicilios) de la sección personal.

** Para estos equipos se requiere la compra una sola vez o hasta que el tiempo de vida de los mismos lo permita, por lo que es necesario guardarlos para reducir los costos en las siguientes caracterizaciones.

(b) Los Stickers se mandan a imprimir del tamaño que se requiera, se recomienda un tamaño de 15x15 para que entren 45 stickers por metro cuadrado.

(c) Se coloca 0 en la movilidad del personal, porque estos acompañan al conductor del vehículo de recolección. Se recomienda guardar todo el material que así lo permita, para las siguientes caracterizaciones, a fin de reducir los costos.

Fuente: elaboración propia adaptado de (MIA, 2016).

En el caso del personal, tanto para el responsable del estudio, así como el coordinador de campo, no se asigna un valor, ya que estos pertenecen a la planta laboral del municipio.

Tabla 8. Presupuesto del personal.

Personal	Cantidad	Unidad	Costos unitarios	Costo total
Responsable del estudio	1	Mes	-	-
Coordinador de campo	1	Mes	-	-
Empadronadores/sensibilizadores/encuestadores	1*	Día	80.252	160.504
Operario de recolección	3**	Día	80.252	1.926.048
Chofer	3**	Día	0	0
Operarios de clasificación y pesaje	12***	Día	100.000	9.600.000
Total				11.686.552

Notas:

* El número de operarios para empadronar las casas dependerá del número de muestras y del tiempo de anticipación disponible. En este ejemplo, con 30 inmuebles a empadronar (de cualquier estrato o la suma de ellos), y suponiendo que se empadrona y encuesta 3 inmuebles por hora, se tardarían 2 días empadronando y encuestando los 30 inmuebles.

** El número de operarios de recolección es por cada 30 inmuebles (de cualquier estrato o la suma de ellos), suponiendo que la recolección de cada muestra tome un promedio de 6 minutos, y solo se tenga disponible una hora

para la recolección (estos datos se toman de las experiencias obtenidas de la ejecución de estudios, son solo de carácter informativo), el tiempo de recolección de las muestras puede variar, pero no debe ser mayor de 3 horas.

*** El número de operarios de clasificación y pesaje dependerá del nivel de clasificación de los residuos, en este caso se asignan 12, ya que es la clasificación mínima recomendada, y se requiere que cada uno se especialice en una sola subclasificación, para reducir costos se puede reducir personal, pero cada uno no debe de segregar más de dos clasificaciones.

Fuente: Elaboración propia.



ETAPA 1
Coordinaciones
generales previas

ETAPA 2
Recolección de
información

ETAPA 3
Diseño de la
propuesta/del estudio

ETAPA 4
Gestión de recursos

ETAPA 5
Ejecución

ETAPA 6
Informe



ETAPA 5

EJECUCIÓN

La ejecución se realiza en 3 fases: una fase de sensibilización, la fase de campo y la del análisis de los datos obtenidos.

La fase de sensibilización, incluye: por una parte, la capacitación del personal que va a realizar el muestreo, especificando las directrices de cómo realizar el acercamiento a los participantes, cómo colocar los códigos únicos a los participantes inscriptos, cómo realizar el llenado de las encuestas, etc.; y por otra parte, la capacitación de los participantes en el estudio de caracterización, donde se deben entregar las instrucciones para el resguardo de los residuos durante el estudio.

Durante la fase de campo, se realizan las encuestas, se reparten y distribuyen las bolsas, se realiza la recolección de las mismas y se obtiene el pesaje de las bolsas con las muestras. Para esta fase, se describen los métodos para la caracterización de las muestras en la Sección B *Procedimiento para la determinación de la generación* a la Sección F *Procedimiento para la selección y clasificación de los subproductos*.

En la fase del procesamiento de los datos obtenidos, se deben realizar los cálculos necesarios para determinar la generación per cápita, y demás descritos en la guía.

SECCIÓN B.

PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN.

1. El número de muestras por estrato
2. La localización de las muestras.
3. La ruta de recolección.
4. Definido el estudio de caracterización.
5. Los recursos a utilizar.
6. El personal necesario.
7. El Apéndice A1 *Planilla de informe de campo para seleccionar las muestras.*
8. El Apéndice A2 *Ubicación de los puntos de muestreo preseleccionados.*

B Sección

1. Se invita y se empadrona a los participantes con el Apéndice B1 *Formato de carta de invitación para los participantes de los inmuebles* y el Apéndice B2 *Instrucciones para los participantes de los inmuebles.*
2. Se realizan encuestas con el Apéndice B8 *Encuesta de la percepción del servicio de gestión de residuos.*
3. Se termina de llenar el Apéndice A2 *Ubicación de los puntos de muestreo preseleccionados.*
4. Se pegan los stickers de identificación en las viviendas.
5. Se recolectan las muestras e identifican de acuerdo con el Apéndice B5 *Estructura del código de marcado de las bolsas recolectadas.*
6. Se elabora el Apéndice B6 *Planilla para recolección de datos de pesaje de las muestras del estrato h.*
7. Se elabora el Apéndice B7 *Planilla de informe de campo para la generación.*

Diagrama 2. Resumen Sección B. Procedimiento para la determinación de la generación.

Fuente: Elaboración propia.

SECCIÓN B. PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN.

B.1. Objeto

Esta sección establece cómo determinar la generación de los residuos sólidos urbanos.

B.2. Observaciones

Las encuestas tienen por objetivo conocer la percepción del manejo de los residuos.

La bolsa puede o no entregarse marcada al representante del inmueble, ya que al momento de la recolección, es necesario verificar y/o marcar la bolsa con el código de identificación correspondiente.

El día 1 de recolección de muestras se realiza todo el procedimiento, con el fin de afinar la metodología, los resultados no son analizados.

Cuando el peso de una muestra en un solo punto de muestreo, sea igual o mayor a 27,4 kg/día o un promedio de 10 toneladas al año, se considera como gran generador (MINPy, 2017); la muestra debe ser procesada como gran generador, anotando su categoría y se debe advertir que deberán presentar planes de manejo en donde se reporta lo relativo a la generación de los residuos y sus características (MINPy, 2017).

En el caso que existan grandes generadores de residuos, es necesario obtener la información que registran en sus planes e informes ante la autoridad competente, y seguidamente, tomar y ajustar los cálculos correspondientes.

B.3. Resumen

Se requiere contar con:

1. El número de muestras por estrato.
2. La localización de las muestras.
3. La ruta de recolección.
4. Definido el estudio de caracterización.
5. Los recursos para utilizar.
6. El personal necesario.
7. El Apéndice A1 *Planilla de informe de campo para seleccionar las muestras*.
8. El Apéndice A2 *Ubicación de los puntos de muestreo preseleccionados*.

Esto se obtiene de la Sección A *Procedimiento para la identificación* y selección de la muestra y, con lo cual:

1. Se invita y empadrona a los participantes con el Apéndice B1 *Formato de carta de invitación para los participantes en los inmuebles* y, Apéndice B2 *Instrucciones para los participantes de los inmuebles*.
2. Se realizan las encuestas con el Apéndice B8 *Encuesta de la percepción del servicio de gestión de residuos*.
3. Se termina de completar el Apéndice A2 *Ubicación de los puntos de muestreo preseleccionados*.
4. Se pegan los stickers de identificación en las viviendas.
5. Se recolectan las muestras e identifican de acuerdo con el Apéndice B5 *Estructura del código de marcado de las bolsas recolectadas*.
6. Se elabora el Apéndice B6 *Planilla para recolección de datos del pesaje de las muestras del estrato h*.
7. Se elabora el Apéndice B7 *Planilla de informe de campo para la generación*.

Tal como se observa en el Diagrama 2 *Resumen Sección B. Procedimiento para la determinación de la generación*.

B.4. Materiales y equipos

1. Cinta de embalaje (color beige, longitud: 50m, para identificación y codificación de las bolsas de las viviendas).
2. Credenciales para el personal de apoyo.
3. Dispensador de cinta de embalaje.
4. Equipo de cómputo.
5. Equipo de impresión.
6. Fotocopias de formatos.
7. Bolígrafo.
8. Marcadores de tinta indeleble.
9. Stickers.
10. Tabla apoya hojas.
11. Tijeras.
12. Movilidad al personal de apoyo para la caracterización.
13. Movilidad durante ocho (08) días, para la recolección de las muestras de caracterización.
14. Vehículo recolector de residuos sólidos después de la caracterización (08) días.
15. Balanza con capacidad de 30 kg.
16. Báscula con capacidad de 300 kg.
17. Bolsa de polietileno de por lo menos 100 litros.
18. Carretilla.
19. Escobas.
20. Plástico tipo "lona naranja" de por lo menos 4x4 m.
21. Pala.
22. Rastrillo de metal.
23. Recogedor.
24. Par de guantes de cuero.
25. Delantal grueso tipo mandil.
26. Par de botas.

B.5. Especificaciones

Se realiza el muestreo aleatorio por un periodo de 8 días, a continuación, se detalla el procedimiento para realizar la toma de muestras.

B.5.1 Sensibilización a los representantes del inmueble

B.5.1.1 Invitación

Siguiendo la ruta de recolección preliminar, el personal operativo de la sensibilización se presentará en los inmuebles seleccionados, pondrá en conocimiento del ensayo al jefe o jefa del hogar y/o representantes de los establecimientos. Se les dará a conocer los objetivos, importancia, la metodología, y el día de inicio. Entregará a quien lo haya recibido (debe ser mayor de edad) una invitación, anexando la hoja con las instrucciones mencionadas en el Apéndice B1 *Formato de carta de invitación para los participantes en los inmuebles* y, Apéndice B2 *Instrucciones para los participantes de los inmuebles*.

Una vez que los habitantes de los domicilios hayan accedido a participar, estos se registran y se les asigna un código único de acuerdo con el Apéndice B3 *Simbología para el código*, y el Apéndice B4 *Estructura del código único* y se anota en el Apéndice A2 *Ubicación de los puntos de muestreo preseleccionados* de la sección correspondiente. Asimismo, se solicita el permiso para pegar una etiqueta o para escribir con una tiza el código único en la fachada frontal del inmueble, de manera visible, para que los operarios que recogerán los residuos puedan identificarlos con facilidad, así como para procesar los datos durante el estudio.

En caso de una negativa de participación, consultar la Sección A *Procedimiento para la identificación y selección de la muestra*.

B.5.1.1 Encuestas

Luego de haber inscripto al inmueble, se procede a encuestar a un habitante del mismo de acuerdo con el Apéndice B8 *Encuesta de la percepción del servicio de gestión de residuos*, con el fin de recabar datos cualitativos y cuantitativos sobre la percepción del sistema de manejo, número de personas que habitan el inmueble, datos socioeconómicos y percepción del sistema de gestión de RSU, ya que estos datos socioeconómicos son importantes para el procesamiento de la información.

B.5.1.2 Entrega de bolsas

Después de realizar la encuesta, se entrega una bolsa con capacidad de 100 litros o más, para la recolección de los residuos (Día 0).

Del día 1 al día 7 de recolección de muestras, la entrega de la bolsa se hace contra entrega de los residuos.

El día 8 no requiere la entrega de la bolsa.

B.5.2 Recolección de las muestras

Con la lista de los inmuebles registrados y la ruta de recolección ya definida, se realiza la recolección de las bolsas en las viviendas, durante 8 días consecutivos, en el horario establecido.

Al recibir las bolsas con los residuos, verificar que se encuentren cerradas y marcarlas con el código correspondiente, de acuerdo con el Apéndice B5 *Estructura del código de marcado de las bolsas recolectadas*.

Se entrega una bolsa de acuerdo con el numeral B.5.1.2 *Entrega de bolsas*.

B.5.3 Pesaje de las muestras

Finalizada la ruta de recolección, las muestras son llevadas a la superficie de muestreo.

Pesar de manera individual las muestras de cada inmueble y registrar los datos obtenidos en la cédula de recolección de muestras de acuerdo con el Apéndice B6 *Planilla para recolección de datos del pesaje de las muestras del estrato h.*, el Apéndice B7 *Planilla de informe de campo para la generación y*, el Apéndice B8 *Encuesta de la percepción del servicio de gestión de residuos*.

B.5.4 Índice de crecimiento poblacional

Ver Sección A.5.1.2. Entrega de bolsas.

B.5.5 Generación

B.5.5.1 Índice de generación per cápita

Se considera que la población universal está conformada por N población (N viviendas, por ejemplo), que tienen R_i habitantes y producen W_i kilogramos de basura en un día. Así se tiene que cada una produce Q_i kilogramos de residuos por habitante en un día. Por lo tanto, resulta la ecuación 8.

$$Q_i = \frac{W_i}{R_i}$$

Ecuación 8.

La ecuación 8 sirve únicamente para un estrato, por lo que se requeriría emplear la ecuación 10 para conocer la generación per cápita (GCP) global.

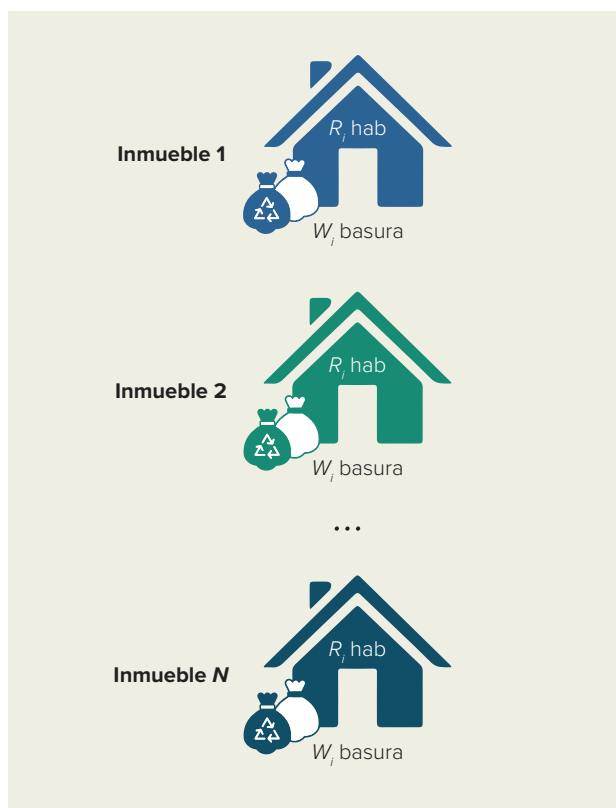


Ilustración 5. Generación de RSU en el universo de muestreo.

Fuente: Elaboración propia.

La generación per cápita se puede calcular por la fórmula:

$$GPC = \frac{\sum_i^N W_i}{\sum_i^N R_i}$$

Ecuación 9.

O bien

$$GPC \text{ (kg / hab / día)} = \frac{1}{7} \times \frac{\left(\frac{A_1}{B_1} \cdot P_1\right) + \left(\frac{A_2}{B_2} \cdot P_2\right) + \left(\frac{A_{\dots}}{B_{\dots}} \cdot P_{\dots}\right) + \left(\frac{A_h}{B_h} \cdot P_h\right)}{P_1 + P_2 + P_{\dots} + P_h}$$

Ecuación 10.

Donde

$P_1 + P_2 + P_{\dots} + P_h$ = Número de habitantes en los estratos.

$A_1 + A_2 + A_{\dots} + A_h$ = Es el peso de las muestras de una semana completa tomada en cada uno de los estratos.

$B_1 + B_2 + B_{\dots} + B_h$ = Es el número de habitantes correspondiente a la muestra tomada en cada uno de los estratos.

Registrar los datos obtenidos en la cédula de recolección de muestras de acuerdo con el Apéndice B6 *Planilla para recolección de datos del pesaje de las muestras del estrato h*, el Apéndice B7 *Planilla de informe de campo para la generación* y el Apéndice B8 *Encuesta de la percepción del servicio de gestión de residuos*.



Ilustración 6. Generación de RSU en el estrato h.

Fuente: Elaboración propia.

B.5.5.2. Índice de generación de residuos domiciliarios

El valor del índice de generación de los Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD), también llamado índice de generación per cápita, se calcula a través de la suma de los promedios obtenidos durante el trabajo de campo (época seca y húmeda) para cada estrato (alto, medio y bajo) expresado en kg/hab/día, multiplicado cada uno por el porcentaje de incidencia.

El porcentaje de incidencia consiste en determinar la proporción de cada estrato (alto, medio y bajo) en relación a la población total. Un punto importante a considerar para distritos que poseen áreas urbanas y áreas rurales es que para este aspecto solo se debe considerar la población del área urbana, que es la que cuenta regularmente con el servicio de limpieza y recolección de residuos.

Además, es importante recalcar que cuando se habla del índice de generación de residuos sólidos domiciliarios promedio (I.G RSD prom), el valor de cada índice de generación para cada estrato debe ser el valor promedio obtenido de la época seca y la húmeda.

$$I.G. RSD \text{ prom (kg/hab/día)} = IG \text{ V.1.} \times \%I.1. + IG \text{ V.2.} \times \%I.2. + IG \text{ V.3.} \times \%I.3.$$

Ecuación 11.

Donde:

IG V.1., IG V.2. y IG V.3. = Índices de generación promedio (entre época seca y húmeda) de residuos de viviendas de estrato altos, medios y bajos respectivamente; expresada en kg/hab/día.

%I.1., %I.2. y % I.3. = Porcentajes de incidencia de viviendas del estrato alto, medio y bajo respectivamente. Considerar que la suma de todos los porcentajes debe dar 100% = 1

Ejemplo 11. Cálculo de índice de incidencia.

Estrato	Población	Porcentaje de incidencia
Alto (1)	129.831	25% = 0,25
Medio (2)	259.663	50% =0,25
Bajo (3)	129.831	25% = 0,25
Total	519.325	100% =1

B.5.5.3. Índice de generación de residuos no domiciliarios

El objetivo de estimar la generación de residuos sólidos tanto para inmuebles domiciliarios como no domiciliarios es contar con datos útiles para desarrollar e implementar programas efectivos de gestión de residuos sólidos.

Para el caso de cálculo de generación de residuos por no domiciliarios, la información disponible podría variar de municipio a municipio y dependerá exclusivamente de los datos disponibles o de aquellos que se puedan relevar durante la aplicación de las encuestas, previo al inicio de toma de muestras.

A continuación, se presentan algunas sugerencias para el uso de las medidas y unidades para cuantificar las cantidades de residuos sólidos por tipo de estrato de inmueble no domiciliario:

Estrato	Unidades de expresión
Comerciales y/o Grandes Generadores	kg/hab./día. Actualmente, esta expresión proporciona poca información útil sobre la naturaleza de la generación de residuos sólidos en las fuentes comerciales. Una aproximación más significativa, consistiría en relacionar las cantidades generadas con el número de clientes, el valor en dólares de las ventas, m ² del inmueble o alguna unidad similar. El uso de tales factores permitiría establecer comparaciones.
Industriales	Los residuos generados por las actividades industriales deberían expresarse en base a alguna medida repetitiva de producción, tal como kilogramos por automóvil para una planta de montaje de automóviles o kilogramos por paquete para una planta de empaquetamiento. Con esto será posible establecer comparaciones entre actividades industriales similares.
Institucional y/o Servicios	kg/hab./día. Para el caso de establecimientos institucionales públicos o privados se puede utilizar como factor el número de trabajadores por institución o el número de alumnos por institución.

Fuente: adaptado de Rondón, E. *et al.* (2016) y Ministerio del Ambiente (2019)*

En caso de no contar ni poder recopilar datos específicos, se podría utilizar la siguiente fórmula, resaltando que debe obtenerse un valor por cada estrato considerado (comercial, servicio, especial, grandes generadores, etc).

$$GIND (estrato) = \frac{1}{7} \times \frac{PC (estrato)}{N (estrato)} \times TI$$

Ecuación 12.

Donde:

I.G. ND (estrato) = generación total por cada estrato no domiciliario

PC (estrato) = Kg total de peso recolectado en ese estrato (sin considerar el día 1)

N (estrato) = número de establecimientos de ese estrato muestreado

TI (estrato) = Total de inmuebles del estrato

* Rondón, E. et al. (2016). "Manuales de la CEPAL N°2 - Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios". UN symbol: LC/IP/L.343 - LC/L.4198. Chile.

Ministerio del Ambiente. (2019). Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM). Perú.

B.5.5.4. Índice de generación de residuos sólidos urbanos

El cálculo del índice de generación de los residuos sólidos urbanos incluye a todos los estratos tanto de los inmuebles domiciliarios como los no domiciliarios, y se calcula considerando la suma del índice de generación promedio de cada estrato, tanto domiciliarios como no domiciliarios, por la unidad de medida seleccionada, y todo esto dividido entre la población total del municipio.

Al igual que el cálculo del índice de generación de residuos domiciliarios, es importante considerar que el valor que se debe considerar para la población total para distritos que poseen áreas urbanas y áreas rurales, corresponde únicamente a la población urbana. Asimismo, el índice de generación de cada estrato debe corresponder al promedio obtenido de la época seca y la época húmeda.

En la siguiente tabla se presentan las unidades de medida recomendadas para cada estrato, considerando que la Unidad de Medida FIJA debe calcularse obligatoriamente, y se presenta una ADICIONAL queda a criterio de cada municipio la realización o no del cálculo.

Tabla 9. Unidades de medida por estrato.

Estrato de residuos	Código	Unidad de Medida FIJA	Unidad de Medida ADICIONAL
Domiciliario			
Ingreso Alto	V1	kg/hab/día	kg/hab/día
Ingreso Medio	V2		
Ingreso Bajo	V3		
No Domiciliario			
Áreas Públicas	AP	kg/km/día	kg/km/día
Comercial	CO	kg/tienda/día	kg/m ² /día kg/ingreso/día kg/empleador/día kg/cliente/día
Comercial Grandes Generadores	COg	kg/tienda/día	
Especiales	ES	kg/tienda/día	
Institucionales	IN	kg/funcionario/día	kg/funcionario/día
Servicios	SE	kg/tienda/día	kg/m ² /día kg/ingreso/día kg/empleador/día kg/cliente/día

En función a los estratos, la fórmula para el cálculo del índice de generación de residuos sólidos urbanos según la clasificación y las unidades fijas propuestas en la tabla anterior, queda de la siguiente manera:

$$I.G. \text{ RSU promedio (kg/hab/día) } = \frac{(IG \text{ V1. } \times \text{Pob. V1.} + IG \text{ V2. } \times \text{Pob. V2.} + IG \text{ V3. } \times \text{Pob. V3.} + IG \text{ AP } \times \text{CAP} + IG \text{ CO } \times \text{CCO} + IG \text{ COg } \times \text{CCOg} + IG \text{ ES } \times \text{CES} + IG \text{ IN } \times \text{CIN} + IG \text{ SE } \times \text{CSE})}{PT}$$

Ecuación 13.

Donde:

IG V1, IG V2 y IG V3 = Índices de generación promedio (entre época seca y húmeda) de residuos del estrato domiciliario de ingresos altos, medios y bajos respectivamente. Expresado en kg/hab/día.

IG AP, IG CO, IG COg, IG ES, IG IN, IG SE = Índices de generación promedio (entre época seca y húmeda) de residuos de áreas públicas, comerciales, comerciales grandes generadores, especiales, institucionales y de servicios. Expresado en:

IG AP = kg/km/día

IG CO, IG COg, IG ES, IG SE = kg/tienda/día

IG IN = kg/funcionario/día

Pob. V1, Pob. V2, Pob. V3 = Población de estrato domiciliario alto, medio y bajo respectivamente. Expresado en habitantes.

CAP, CCO, CCOg, CES, CIN, CSE = Cantidad de áreas públicas, comercios, comercios grandes generadores, especiales, institucionales y servicios. Expresado en:

CAP = km de calles barridas en el municipio analizado

CCO, CCOg, CES, CSE = cantidad total de tiendas de cada estrato en el municipio analizado.

CIN = cantidad total de funcionarios en instituciones públicas en el municipio analizado

PT = Población total del municipio*

* Para distritos que cuenten con una población urbana y una rural, solo debe considerarse la población del sector urbano.

Ejemplo 12. Se sabe de una localidad con una población de 100.000 habitantes, esta población se divide en dos estratos: a y b. El estrato a, se caracteriza por tener ingresos medios, una población de 60.000 habitantes y cuenta con 15.000 viviendas; mientras que la población b, tiene ingresos bajos, una población de 40.000 habitantes y cuenta con 10.000 viviendas. Se hizo el procedimiento para determinar

el número de muestras para cada estrato, y se realizó el estudio invitando a 70 domicilios de los estratos bajos y 42 domicilios del estrato medio, cada uno de ellos de diferentes viviendas. Se contó con una participación de 350 personas en el estrato medio; mientras que en el estrato bajo participaron 168 habitantes. Los resultados obtenidos fueron el peso total de la semana, del día 2 al día 8 para el estrato medio: 2.940 kg, y para el estrato bajo: 1.411,2 kg. Por lo que para determinar la generación per cápita se utilizó la ecuación 10.

$$GPC \text{ (kg / hab / día)} = \frac{1}{7} \times \frac{\left(\frac{A_1 \cdot P_1}{B_1}\right) + \left(\frac{A_2 \cdot P_2}{B_2}\right) + \left(\frac{A_{\dots} \cdot P_{\dots}}{B_{\dots}}\right) + \left(\frac{A_h \cdot P_h}{B_h}\right)}{P_1 + P_2 + P_{\dots} + P_h}$$

GPC = ?

P_1 = población a = población con ingresos medio = 60.000 habitantes.

P_2 = población b = población con ingresos bajos = 40.000 habitantes.

A_1 = Peso de las muestras en una semana del estrato a = 2.940 kg

A_2 = Peso de las muestras en una semana del estrato b = 1.411,2 kg

B_1 = Número de habitantes que participaron en el estudio correspondientes en el estrato a = 350

B_2 = Número de habitantes que participaron en el estudio correspondientes en el estrato b = 168

$$GPC \text{ (kg / hab / día)} = \frac{1}{7} \times \frac{\left(\frac{A_1 \cdot P_1}{B_1}\right) + \left(\frac{A_2 \cdot P_2}{B_2}\right) + \left(\frac{A_{\dots} \cdot P_{\dots}}{B_{\dots}}\right) + \left(\frac{A_h \cdot P_h}{B_h}\right)}{P_1 + P_2 + P_{\dots} + P_h}$$

$$GPC = \frac{1}{7} \times \frac{\left(\frac{2.940}{350} \times 60.000\right) + \left(\frac{1.411,2}{168} \times 40.000\right)}{60.000 + 40.000}$$

$$GPC = \frac{1}{7} \times \frac{(8,4 \times 60.000) + (8,4 \times 40.000)}{100.000}$$

$$GPC = \frac{1}{7} \times \frac{(504.000) + (336.000)}{100.000}$$

$$GPC = \frac{(504.000) + (336.000)}{700.000}$$

$$GPC = \frac{840.000}{700.000}$$

$$GPC = 1,2$$

Fuente: Elaboración propia.

B.5.5.5. Generación total proyectada

La generación se hará por medio de proyecciones; se requerirá la población final del año a estudiar (ver Sección A.5.1.2 *Cálculo de la población*.) y se multiplicará por la GPC.

$$G = GPC \times PF$$

Ecuación 14.

Donde:

GFRSU = Generación en unidades peso entre tiempo.

GPC = Generación per cápita.

PF = Población final.

Ejemplo 13. Se sabe que la GPC de una población es 1,2 kg/hab./día en el año 2018, y que la población del año 2019 será 523.969.

$$G = ?$$

$$GPC = 1,2 \text{ kg/hab./día}$$

$$PF = 523.969 \text{ habs.}$$

$$G = GPC \times PF$$

$$G = 1,2 \times 523.969$$

$$G = 628.762,8 \text{ kg / día}$$

Se concluye que en el año 2019 la generación de los residuos será de 628.762,8 kg/día.

Fuente: Elaboración propia.

B.6. Apéndices

Apéndice B1. Formato de carta de invitación para los participantes de los inmuebles.

FORMATO DE INVITACIÓN PARA LOS PARTICIPANTES DE LOS INMUEBLES

Hoja membretada

Ciudad **[insertar ciudad]**, fecha **[insertar fecha]**

Estimado Sr/Sra.

Es un placer saludarlo y esperando que se encuentre muy bien permítame presentarme, mi nombre es **[insertar nombre]**, de la Dirección de **[insertar dependencia, dirección a la que pertenece y puesto]**.

Me dirijo a usted con el fin de comunicarle que, con motivo de conocer la situación actual de las basuras/residuos en el municipio, nos encontramos realizando un estudio sobre la generación y composición de los residuos sólidos de la ciudad de **[insertar ciudad]**.

Por este motivo, requerimos del apoyo de la sociedad para realizar dicho estudio, el cual necesita de un análisis estadístico al azar, y para tal efecto, **el inmueble que usted habita ha sido seleccionado para participar del mismo.**

Por lo que solicitamos su autorización para retirar los residuos sólidos que generan diariamente en su inmueble, durante un periodo de 8 días consecutivos, en el horario de recolecta **[insertar hora]**. La recolección de los residuos empieza el día **[insertar fecha]** y termina el día **[insertar fecha]**.

Requerimos que no se cambien los hábitos en la generación de los residuos y que todos los residuos generados, durante el periodo mencionado, sean entregados en mano a nuestro personal.

Para ello se le entregará una primera bolsa, en la cual sólo se agregarán los residuos generados el día anterior al inicio de la recolección, posteriormente, se le hará entrega de una bolsa nueva, como contra entrega de la primera bolsa.

De igual forma, se le aplicará un cuestionario con la finalidad de conocer su percepción sobre el servicio de aseo urbano.

Sin otro particular, esperando una respuesta favorable, quedo al pendiente.

Atentamente:

[Insertar Firma]

Nombre

Puesto

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice B2. Instrucciones para los participantes de los inmuebles.

INSTRUCCIONES PARA LOS PARTICIPANTES DEL INMUEBLE	
1	Se le entregará una primera bolsa después de realizar el cuestionario, en la cual verterá todas las basuras generadas el día anterior.
2	Depositar las basuras generadas en su inmueble de manera normal, en las bolsas y recipientes que tenga destinadas para tal fin en su domicilio.
3	Al final del día, depositar todas las basuras generadas en su domicilio en las bolsas que se le entregaron, si no son suficientes puede solicitar al personal más bolsas.
4	Entregar la bolsa en mano del personal que pasará por ellas en el horario establecido.
5	El personal le entregará otra bolsa, una vez que usted haya proporcionado la primera bolsa entregada.
	<p>Petición</p> <ul style="list-style-type: none"> • No alterar las costumbres o rutinas diarias de disposición de las basuras. • Durante los días del estudio no separar las basuras. • Toda la basura del día debe colocarse en la bolsa que le entregaron. • Las bolsas con los residuos deben resguardarse hasta el momento de la recolección por parte de nuestro personal. • Entregar todas las basuras.

Fuente: Elaboración propia

Apéndice B3. Simbología para el código.

SIMBOLOGÍA PARA EL CÓDIGO			
Código	Clasificación	Código	Estratificación
PD	Inmueble domiciliario.	V1	Ingresos altos.
		V2	Ingresos medios.
		V3	Ingresos bajos.
PN	Inmueble no domiciliario.	AP	Áreas públicas.
		CO	Comerciales.
		COg	Comercial grandes generadores.
		ES	Especiales.
		IN	Institucionales.
		SE	Servicios.

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice B4. Estructura del código único.

Fuente: Elaboración propia.

Pautas para el llenado

A continuación, se muestra la información que deberá ser colocada, en cada uno de los elementos del apéndice anterior, con relación al diseño a elaborar.

Pautas para llenar el Apéndice B4

Llenado del Apéndice B4	
1	Reemplazar FF con el código de la clasificación (ver Apéndice B3).
2	Reemplazar GG con el código de la estratificación (ver Apéndice B3).
3	Reemplazar 000 con el número consecutivo a 3 dígitos del número de muestra n_h del estrato (ver ejemplo 10).

Fuente: Elaboración propia

Apéndice B5. Estructura del código de marcado de las bolsas recolectadas.

Fuente: Elaboración propia.

Pautas para el llenado

A continuación, se muestra la información que deberá ser colocada, en cada uno de los elementos del apéndice anterior, con relación al diseño a elaborar.

Pautas para llenar el Apéndice B5

Llenado del Apéndice B5	
1	Reemplazar FF con el código de la clasificación (ver Apéndice B3).
2	Reemplazar GG con el código de la estratificación (ver Apéndice B3).
3	Reemplazar 000 con el número consecutivo a 3 dígitos del número de muestra n_h del estrato (ver ejemplo 10).
4	Reemplazar DM con el número del día de muestreo a dos dígitos.

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice B6. Planilla para recolección de datos del pesaje de las muestras del estrato h.

PLANILLA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PESAJE DE LAS MUESTRAS DEL ESTRATO H (A)											
PUNTOS DE MUESTREO			Fecha inicial: (b) Fecha final: (c)								Cantidad total
N°	Código	N° de habitantes	Día de muestreo								
			1	2	3	4	5	6	7	8	
1	(d)	(f)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(i)
2	(d)	(f)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(i)
...	(d)	(f)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(i)
n_h (e)	(d)	(f)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(i)
Total		(g)	(j)	(j)	(j)	(j)	(j)	(j)	(j)	(j)	(l)
Promedio población:		(m)	Promedio del peso de los residuos:								(n)
σ del peso de los RS:		(o)	Generación per cápita del estrato:								(p)

Fuente: Adaptado de (Casati Morales R., 2010) (MIA, 2016) (SECOFI k, 1985) (JICA-MMARNATDO, 2017) (JICA-MSPyBS, 1994).

Pautas para el llenado

A continuación, se muestra la información que deberá ser colocada, en cada uno de los elementos del apéndice anterior, con relación al diseño a elaborar.

Pautas para llenar el Apéndice B6

Llenado del Apéndice B6	
a	Cambiar la letra h por el estrato que se está estudiando (ver Sección A.5.2).
b	Colocar la fecha de inicio del estudio.
c	Colocar la fecha final del estudio.
d	Colocar el código único asignado del inmueble (ver Apéndice A2, B3, B4 B5).
e	Se modifica la lista por cada uno de los estratos, de acuerdo con el número de muestra n_h de cada uno de ellos (ver ejemplo 10).
f	Colocar el número de habitantes o empleados que habitan el inmueble domiciliario o no domiciliario correspondiente al código descrito.
g	Sumar y colocar el número total de habitantes de los inmuebles participantes del estrato de estudio.
i	Sumar y colocar el peso total de los días 2 al 8 de los residuos muestreados de manera individual para cada código único.
j	Sumar y colocar el peso total de los residuos muestreados en el día correspondiente.
k	Colocar el peso de cada una de las muestras de residuos correspondientes al código asignado y al día de muestreo realizado.
l	Sumar y colocar el peso total de las muestras correspondientes de los días 2 al 8 de todo el estrato (g), una forma de corroborar los datos es que la suma de los pesos k, debe ser igual a la suma de los pesos i del día 2 al día 8. El día 1 no se considera para el análisis.
m	Colocar el promedio de los habitantes de los inmuebles participantes del estrato.
n	Colocar el promedio de los pesos de los residuos correspondientes a los días 2 al 8 de todo el estrato.
o	Colocar el valor de la desviación estándar de los residuos del estrato h (ver ecuación 4).
p	Colocar el valor de dividir: j entre f entre 7, es decir, la suma total del peso de los residuos de la semana correspondiente a los días 2 al 8 entre la suma total de habitantes de los inmuebles participantes del estrato entre los 7 días del muestreo (ver ecuación 10).

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice B7. Planilla de informe de campo para la generación.

PLANILLA DE INFORME DE CAMPO PARA LA GENERACIÓN						
Fecha inicial (a):		Fecha final (b):		N° de Folio (c):		
Localidad (d):		Municipalidad (e):		Departamento (f):		
Responsable de la selección de muestras						
Nombre (g):						
Cargo (i):						
Dependencia o Institución (j):						
Informe						
Estratos muestreados						
	Número de habitantes de los inmuebles participantes.	Promedio de habitantes.	Peso de las muestras (del día 2 al 8).	Promedio del peso de las muestras (del día 2-8)	Desviación estándar del peso de las muestras.	Generación per cápita.
Inmuebles domiciliarios.	(k)	(m)	(l)	(n)	(o)	(p)
Ingresos altos.	(k)	(m)	(l)	(n)	(o)	(p)
Ingresos medios.	(k)	(m)	(l)	(n)	(o)	(p)
Ingresos bajos.	(k)	(m)	(l)	(n)	(o)	(p)
Inmuebles no domiciliarios.	(k)	(m)	(l)	(n)	(o)	(p)
Áreas públicas.	(k)	(m)	(l)	(n)	(o)	(p)
Comerciales.	(k)	(m)	(l)	(n)	(o)	(p)
Comercial grandes generadores	(k)	(m)	(l)	(n)	(o)	(p)
Especiales.	(k)	(m)	(l)	(n)	(o)	(p)
Institucionales.	(k)	(m)	(l)	(n)	(o)	(p)
Servicios.	(k)	(m)	(l)	(n)	(o)	(p)
Generación per cápita global:	(q)	Desviación estándar del peso de las muestras global:	(r)	Promedio del peso total de las muestras:		(s)
Observaciones (t):						

Fuente: Elaboración propia.

Pautas de llenado

A continuación, se muestra la información que deberá ser colocada en cada uno de los elementos del apéndice anterior, con relación al diseño a elaborar.

Pautas para llenar el Apéndice B7

Llenado del Apéndice B7	
a	Se coloca la fecha de inicio de la semana de muestreo.
b	Se coloca la fecha final de la semana de muestreo.
c	El número consecutivo de apéndice.
d	La ciudad, pueblo o zona para la cual se realiza el diseño.
e	La municipalidad a la cual corresponde el diseño.
f	El departamento al cual corresponde el diseño.
g	Los nombres y apellidos de quien realiza el diseño.
i	El puesto de quien realiza el diseño.
j	El nombre del área y de la institución de quien realiza el diseño.
k	Se toman los valores del Apéndice B6 literal g del estrato correspondiente.
l	Se toman los valores del Apéndice B6 literal l del estrato correspondiente.
m	Se toman los valores del Apéndice B6 literal m del estrato correspondiente.
n	Se toman los valores del Apéndice B6 literal n del estrato correspondiente.
o	Se toman los valores del Apéndice B6 literal o del estrato correspondiente.
p	Se toman los valores del Apéndice B6 literal p del estrato correspondiente.
q	Colocar el resultado de los cálculos realizados de acuerdo con la ecuación 10.
r	Realizar la desviación estándar de todos los pesos de las muestras de todos los estratos.
s	Realizar el promedio de todos los pesos de las muestras de todos los estratos.
t	Colocar cualquier indicación que se haya considerado en el diseño de la muestra, que pudiera servir para el futuro o las complicaciones que se hayan presentado.

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice B8. Encuesta de la percepción del servicio de gestión de residuos.

ENCUESTA DE LA PERCEPCIÓN DEL SERVICIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	
Estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos de _____	
Código del Encuestador: _____	Fecha: _____
DATOS DEL PARTICIPANTE	
Nombre del representante: _____	Nombre comercial (si aplica): _____
Dirección: _____	Teléfono: _____
Punto de muestreo: _____	Coordenadas de ubicación: X: _____ Y: _____
CARACTERÍSTICAS DEL INMUEBLE	
1. ¿Qué uso se le da al inmueble? (marcar solo una respuesta)	
a) Domiciliario _____	b) No domiciliario* _____
	*(Pase a la pregunta 9)
2. Si es domiciliario, ¿Qué tipo es?	
a) Vivienda unifamiliar _____	b) Vivienda colectiva* _____
	*(Fin de la encuesta)
3. ¿Cuántas personas viven en el inmueble?	
a) _____	*(si la respuesta es 1 o 2 Fin de la encuesta)

ENCUESTA DE LA PERCEPCIÓN DEL SERVICIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

4. ¿Se cocina en el inmueble todos los días? (marcar una sola respuesta)

- a) Si _____ b) No* _____
 *(pase a la pregunta 6)

5. ¿Para cuántas personas cocinan las siguientes comidas?

- a) Desayuno: Si _____ ¿Para cuántas Personas? _____
 No _____
- b) Almuerzo: Si _____ ¿Para cuántas Personas? _____
 No _____
- c) Cena: Si _____ ¿Para cuántas Personas? _____
 No _____

6. ¿Cuántas personas se encuentran en forma diaria en el inmueble realizando actividades?

- a) _____

7. ¿Cuántas personas solo van a dormir y no almuerzan en el inmueble?

- a) _____

8. ¿Cuántas personas trabajan en el inmueble?

- a) _____

9. Si es no domiciliario ¿Qué tipo es? (marcar una sola respuesta)

- a) Comercial _____ b) Especial _____ c) Institucional _____
 d) Servicios _____ e) Comercial gran generador _____

10. Para comercios/servicios: ¿Cuál es el movimiento diario de clientes?

- a) _____

11. ¿Cuál es la dimensión de su terreno? En metros cuadrados

- a) _____ Observación: _____

12. ¿Cuál es la superficie construida?

- a) _____ Observación: _____

13. ¿Cuál es el ingreso mensual (un aproximado)?

- a) Monto: _____ b) No sabe / no responde monto: _____

14. Para instituciones: ¿Cuántos funcionarios/empleados públicos trabajan por día?

- a) _____

DESCARGA DE LA BASURA**15. ¿Cómo acumula la basura? (Puede ser más de una respuesta).**

- a) En bolsas _____ b) En recipiente de metal, plástico, o madera _____
 c) Caja de cartón _____ d) Otro _____ Especificar: _____

16. ¿Cuántos contenedores (basureros) utiliza para acumular la basura? (marcar una sola respuesta)

- a) 1 _____ b) 2-3 _____ c) 4-6 _____ d) 7-8 _____ e) más de 9 _____

17. ¿En cuántos días se llenan? (marcar una sola respuesta)

- a) 1 _____ b) 2-3 _____ c) 4-5 _____ d) 6-7 _____ e) más de 9 _____

18. ¿Cada cuánto saca la basura? (marcar una sola respuesta)

- a) 1 día _____ b) 2-3 días _____ c) 4-5 días _____ d) 6-7 días _____ e) más de 8 días _____

19. ¿Separan la basura? (Puede ser más de una respuesta)

- a) No _____ b) Sanitarios _____ c) Podas _____
 d) Orgánicos e inorgánicos _____ e) Recuperables y no recuperables _____
 f) Por tipo de residuo específico _____ g) Otro _____ Especificar: _____

20. ¿Por qué no separan la basura? (Puede ser más de una respuesta).

- a) No sabía que podía hacerlo _____ b) No sé cómo hacerlo _____
 c) No tengo tiempo para ello _____ d) Ocupa mucho espacio _____
 e) Genera malos olores _____ f) Es muy trabajoso _____
 g) Otro _____ Especificar: _____

21. ¿Cuenta con servicio de recolección de residuos? (marcar una sola respuesta)

- a) Si _____ b) No _____

22. ¿Cómo dispone de la basura? (Puede ser más de una respuesta).

- a) Quema _____ b) Entierra _____ c) Reúsa _____ d) Recicla _____ e) Composta _____ f) Vende _____
 g) Para alimentar a los animales _____
 h) Descarga en el servicio de recolección _____
 i) Descarga fuera de su inmueble en arroyos, terrenos baldíos, etc. _____
 j) Descarga fuera de su inmueble en relleno sanitario _____
 k) Otros _____ Especificar: _____

ENCUESTA DE LA PERCEPCIÓN DEL SERVICIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

23. ¿Quién brinda el servicio de recolección? (Puede ser más de una respuesta)

- a) El municipio _____ b) Una empresa privada _____ c) Un reciclador _____
 d) Otros _____ *Especificar:* _____

24. En el caso del reciclador ¿existe interacción? (Puede ser más de una respuesta).

- a) No _____ b) Establecen la fecha de recolección _____ c) Establecen la forma de separar los residuos _____
 d) Otro _____ *Especificar:* _____

25. ¿Cuál es la frecuencia del servicio de recolección? (Puede ser más de una respuesta).

- a) Todos los días _____ b) Lunes _____ c) Martes _____ d) Miércoles _____ e) Jueves _____ f) Viernes _____
 g) Sábado _____ h) Domingo _____

26. ¿Dónde ubica la basura para que lleve el servicio de recolección?

- a) Sobre la acera _____ b) Porta basurero _____ c) Contenedores comunitarios _____
 d) Otro _____ *Especificar:* _____

PERCEPCIÓN DEL SERVICIO**27. ¿Ha recibido algún tipo de información sobre como descargar la basura y darle un manejo apropiado?**

- a) Si _____ b) No _____

28. ¿Considera necesario recibir información sobre como descargar la basura?

- a) Si _____ b) No _____

29. ¿Considera la necesidad de crear programas de reciclaje?

- a) Si _____ b) No _____

30. ¿Estaría dispuesto a cooperar en programas de reciclaje?

- a) Si _____ b) No _____

31. ¿Estaría dispuesto a separar su basura para su reciclaje y todo lo que ello implica (tener varios contenedores, mayor tiempo de la basura en casa, asistir a programas de educación, etc.)?

- a) Si _____ b) No _____

32. ¿Estaría dispuesto a cooperar llevando su basura a contenedores comunitarios por tipo de residuo?

- a) Si _____ b) No _____

33. ¿Conoce o ha visto algún comercio que se dedique a la compraventa de materiales de reciclaje? (Puede ser más de una respuesta)

- a) No _____ b) Papel _____ c) Plástico _____ d) Metales _____ e) Otros _____

34. ¿Cómo considera el servicio de recolección de la basura? (marcar una sola respuesta)

- a) Excelente _____ b) Bueno _____ c) Regular _____ d) Malo _____ e) Pésimo _____

35. ¿Quién considera es el responsable principal en la gestión de los residuos? (Puede ser más de una respuesta)

- a) Yo _____ b) Los vecinos _____ c) Las empresas _____ d) La municipalidad _____ e) Las gobernaciones _____
 f) El gobierno _____ g) Nadie _____ h) Todos _____

36. ¿Cómo considera la gestión de los residuos? (marcar una sola respuesta)

- a) Excelente _____ b) Buena _____ c) Regular _____ d) Mala _____ e) Pésimo _____

TASA DE RECOLECCIÓN Y ASPECTOS FINANCIEROS**37. ¿Con qué frecuencia considera usted que se debería de recolectar los residuos en su inmueble? (marcar una sola respuesta)**

- a) Todos los días _____ b) Cada 2 días _____ c) Cada 3 días _____
 d) Cada 4 días _____ e) Una vez por semana _____

38. ¿En qué horario usted cree que se debería de recolectar la basura en su inmueble? (Puede ser más de una respuesta).

- a) Mañana _____ b) Tarde _____ c) Noche _____ d) Madrugada _____

39. ¿Considera que la tarifa que paga al municipio por el servicio es? (marcar una sola respuesta)

- a) Excesiva _____ b) Adecuada _____ c) Poca _____
 d) No me realizan cobro por el servicio _____ e) Otra _____ *Especificar:* _____

40. ¿Estaría dispuesto a pagar más para mejorar el servicio de gestión de la basura?

- a) Si _____ b) No _____ ¿Por qué? _____

41. ¿Qué debería hacer la municipalidad para mejorar el servicio de gestión de la basura? (Puede ser más de una respuesta).

- a) Aumentar la frecuencia de recolección _____ b) Educar y propiciar participación de la comunidad _____
 c) Aumentar la cantidad de vehículos _____ d) Aumentar los sitios de disposición final _____
 e) Crear plantas de separación para la valorización de la basura _____ f) Privatizar el servicio _____
 g) Otro _____ *Especificar:* _____

ENCUESTA DE LA PERCEPCIÓN DEL SERVICIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

42. ¿Considera que los sectores gubernamentales deberían cubrir los gastos extraordinarios como: los gastos que ocurren por la gestión de los escombros, por los restos de podas o por los gastos de los servicios no cubiertos por los usuarios, entre otros?

a) Si _____ b) No _____

RESUMEN DE LA CONDICIÓN DE LA ENCUESTA

COMPLETA _____
 INCOMPLETA _____
 RECHAZO _____
 REVISITA _____
 OTROS ESPECIFICAR _____

Fuente: Elaboración propia.

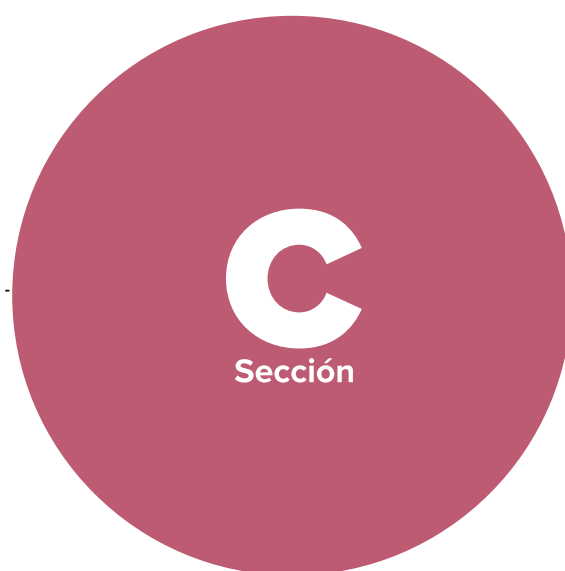
B.8. Bibliografía

- Cantanhede, A., Monge, G., Sandoval Alvarado, L., y Caycho Chumpitaz, C. (2006). Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos. AIDIS de ingeniería y ciencias ambientales: investigación, desarrollo y práctica, 1(1).
- Casati Morales, R. (2010). Evolución y tendencia de la cantidad, generación y composición de los residuos sólidos en Asunción. (UCNSA, Recopilador), Py.
- CEPIS/OPS. (2000). Hojas de divulgación técnica. Método sencillo del análisis de residuos sólidos. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente de la Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud.
- CEPIS/OPS. (06 de 2005). Hojas de divulgación técnica. Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente de la Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud.
- JICA-MMARNATDO. (2017). Manual de caracterización y proyección de los residuos sólidos municipales. *Japan International Cooperation Agency* - Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de República Dominicana, Do.
- JICA-MSPyBS. (1994). El estudio sobre el manejo de residuos sólidos en el área metropolitana de Asunción. *Japan International Cooperation Agency* - Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social de la Republica del Paraguay, Py.
- MIA. (2016). Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (EC-RSM). Ministerio del Ambiente, Pe.
- MINPy. (28 de 06 de 2017). Decreto N° 7391. Por el cual se reglamenta la ley N° 3956/2009. Gestión integral de los residuos sólidos en la República del Paraguay. En el Ministerio del Interior de la República del Paraguay, Py.
- SECOFI k. (1985). Norma mexicana NMX-AA-61-1985. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Determinación de la generación. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Mx.
- Sukarai, K. (11 de 1981). Programa regional OPS/EHS/CEPIS de mejoramiento de la recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos. Aspectos básicos del servicio de limpia. Análisis de residuos sólidos. Manual de instrucción.

SECCIÓN C.

PROCEDIMIENTO DEL CUARTEO.

1. Los datos del Apéndice B8 *Encuesta de la percepción del servicio de gestión de residuos*.
2. Los datos del Apéndice A2 *Ubicación de los puntos de muestreo preseleccionados*.
3. Las muestras de cada uno de los estratos identificados de acuerdo con el Apéndice B5 *Estructura del código de marcado de las bolsas recolectadas*.
4. El Apéndice B6 *Planilla para recolección de datos del pesaje de las muestras de cada uno de los estratos*.
5. El Apéndice B7 *Planilla de informe de campo para la generación*.



1. Las muestras de cada uno de los estratos para la determinación de la generación.
2. Las muestras de cada uno de los estratos para la Sección D. *Procedimiento para la determinación de humedad*.
3. Las muestras de cada uno de los estratos para la Sección E. *Procedimiento para determinar la densidad*.
4. Las muestras de cada uno de los estratos para la Sección F. *Procedimiento para la selección y clasificación de los subproductos*.

Diagrama 3. Resumen Sección C. Procedimiento del cuarteo.

Fuente: Elaboración propia.

SECCIÓN C. PROCEDIMIENTO DEL CUARTEO.

C.1. Objetivos

Esta sección establece el método de cuarteo para residuos sólidos urbanos.

C.2. Observaciones

Para aquellos residuos sólidos urbanos de características homogéneas, no se requiere seguir el procedimiento descrito en esta norma.

Para efectuar este método de cuarteo, se requiere de la participación de al menos cuatro personas.

El equipo de seguridad requerido será de acuerdo con el número de personas que participan en el cuarteo.

Se recomienda realizar la determinación en un lugar cerrado y bajo techo.

Se han considerado las cantidades como óptimas. Sin embargo, estas pueden variar según las necesidades. Sólo en el caso de que la cantidad de residuos sólidos sea menor a 50 kg, se recomienda repetir la operación de cuarteo.

En el proceso de homogeneización, se recomienda tener cuidado y que los residuos no salgan del área de muestreo.

C.3. Resumen

Se requiere contar con:

1. Los datos del Apéndice B8 *Encuesta de la percepción del servicio de gestión de residuos*.
2. Los datos del Apéndice A2 *Ubicación de los puntos de muestreo preseleccionados*.
3. Las muestras de cada uno de los estratos identificados de acuerdo con el Apéndice B5 *Estructura del código de marcado de las bolsas recolectadas*.
4. El Apéndice B6 *Planilla para recolección de datos del pesaje de las muestras de cada uno de los estratos*.
5. El Apéndice B7 *Planilla de informe de campo para la generación*, por cada uno de los estratos.

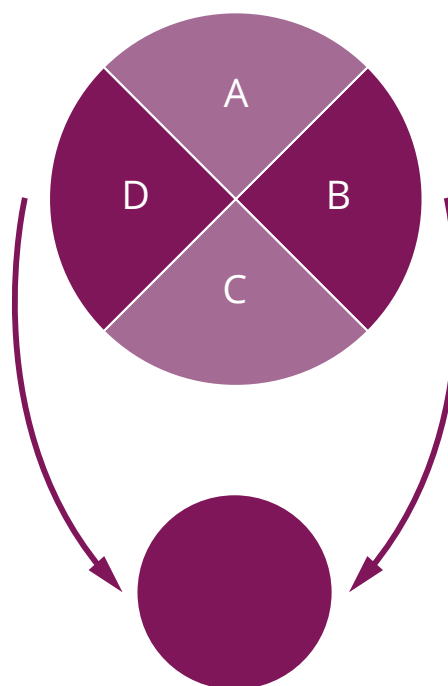
Esto se obtiene de la Sección A. *Procedimiento para la identificación y selección de la muestra* y, Sección B. *Procedimiento para la determinación de la generación*, y con lo que se generan:

1. Las muestras de cada uno de los estratos para la determinación de la generación.
2. Las muestras de cada uno de los estratos para la Sección D. *Procedimiento para la determinación de humedad*.
3. Las muestras de cada uno de los estratos para la Sección E. *Procedimiento para determinar la densidad*.
4. Las muestras de cada uno de los estratos para la Sección F. *Procedimiento para la selección y clasificación de los subproductos*.

Tal como se observa en el Diagrama 3 *Resumen Sección C. Procedimiento del cuarteo*.

C.4. Equipos y materiales

1. Equipo de cómputo.
2. Equipo de impresión.
3. Fotocopias de formatos.
4. Lapicero.
5. Tabla apoya hojas.
6. Tijeras.
7. Balanza con capacidad de 5 g -30 kg.
8. Báscula con capacidad de 5 g -300 kg.
9. Bolsa de polietileno de por lo menos 100 litros.
10. Carretilla.
11. Escobas.
12. Plástico tipo “lona naranja” de por lo menos 4x4 m.
13. Pala.
14. Rastrillo de metal.
15. Recogedor.
16. Par de guantes de cuero.
17. Delantal grueso tipo mandil.
18. Par de botas.
19. Tapabocas desechables.



C.5. Especificaciones

Colocar el plástico 4x4 m sobre un área plana, limpia y horizontal, la cual se denominará: superficie de muestreo.

Tomar las bolsas de polietileno que contienen los residuos sólidos (muestras) del estrato h (no mezclar muestras de diferentes estratos), y vaciar el contenido de dichas bolsas en la superficie de muestreo, formando un cúmulo.

Mezclar el cúmulo de residuos sólidos con una pala, hasta homogeneizar. A continuación, dividir en cuatro partes aproximadamente iguales: A, B, C, y D; descartar las partes opuestas A y C, o B y D, y pesar estas (ver Ilustración 7. Procedimiento de cuarteo). Repetir esta operación, hasta dejar un mínimo de 50 kg de residuos sólidos con los cuales se debe hacer la selección de productos y subproductos, de acuerdo con la Sección F *Procedimiento para la selección y clasificación de los subproductos*.

Ilustración 7. Procedimiento del cuarteo.

Fuente: Elaboración propia.

De una de las partes eliminadas del primer cuarteo, recolectar 10 kg aproximadamente de residuos sólidos para los análisis químicos de laboratorio, y con el resto, determinar la densidad aparente de los residuos sólidos con la Sección E.

C.6. Apéndice

Apéndice C1. Planilla de informe de campo para el cuarteo de los residuos sólidos.

PLANILLA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS		
Fecha (a):	N° de Folio (b):	
Localidad (c):	Municipalidad (d):	Departamento (e):
Responsable del cuarteo		
Nombre (f):		
Cargo (g):		
Dependencia o Institución (i):		
Informe		
Clasificación de la Muestra (j):		
Cantidad de Residuos Sólidos para el Cuarteo (k):		
Cantidad de Residuos Sólidos para la Selección de Subproductos (l):		
Cantidad de Residuos Sólidos para los Análisis en Laboratorio (m):		
Condiciones climáticas durante el cuarteo (n):		
Observaciones (o):		

Fuente: (SECOFI a, 1985).

Pautas para el llenado

A continuación, se muestra la información que deberá ser colocada, en cada uno de los elementos del apéndice anterior.

Pautas para llenar el Apéndice C1

Llenado del Apéndice C1	
a	Colocar la fecha del cuarteo.
b	Colocar el número consecutivo desde 001; la cédula es por estrato y por día de muestreo.
c	La ciudad, pueblo o zona para la cual se realiza el cuarteo.
d	La municipalidad a la cual corresponde el cuarteo.
e	El departamento al cual corresponde el cuarteo.
f	Los nombres y apellidos de quien realiza el cuarteo.
g	El puesto de quien dirige el cuarteo.
i	El nombre del área y de la institución de quien dirige el cuarteo.
j	Colocar el estrato para el cual se realizó el cuarteo.
k	Sumar y colocar el peso total de los residuos muestreados en el día correspondiente del estrato indicado.
l	Colocar el peso total de los residuos que se utilizaron para la clasificación de los subproductos.
m	Si se realizarán estudios de laboratorio, anotar el peso de los residuos enviados para el análisis de los residuos.
n	Colocar las condiciones del clima como: humedad, temperatura, entre otros.
o	Colocar cualquier indicación que se haya considerado en el diseño de la muestra, que pudieran servir en el futuro, o las complicaciones que se hayan presentado.

Fuente: Elaboración propia.

C.7. Bibliografía

JICA-MSPyBS. (1994). El estudio sobre el manejo de residuos sólidos en el área metropolitana de Asunción. *Japan International Cooperation Agency* - Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social de la República del Paraguay, Py.

MIA. (2016). Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (EC-RSM). Ministerio del Ambiente, Pe.

SECOFI a. (1985). Norma mexicana NMX-AA-015-1985. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Muestreo - Método de cuarteo. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Mx.

SECCIÓN D.

PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.



Diagrama 4. Resumen Sección D. Procedimiento para la determinación de humedad.

Fuente: Elaboración propia.

SECCIÓN D. PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

D.1. Objeto

Esta sección establece el método para determinar el porcentaje de humedad existente en los residuos sólidos municipales.

D.2. Observaciones

El contenido de humedad en los residuos sólidos urbanos puede variar por diversos factores como: las condiciones climáticas, la composición inicial de los residuos, el proceso de operación del relleno, la tasa de descomposición biológica, la capacidad y funcionamiento de los sistemas de recolección de lixiviados.

Este procedimiento se realiza en el laboratorio en condiciones estándar.

D.3. Resumen

Se requiere contar con:

1. Las muestras de cada uno de los estratos, de acuerdo con la Sección C *Procedimiento del cuarteo*.

Con lo cual se genera:

1. El porcentaje de humedad de los residuos sólidos de cada uno de los estratos.
2. El Apéndice D1 *Planilla de informe de campo de la humedad de los residuos sólidos*, de cada uno de los estratos.

Tal como se observa en el Diagrama 4 *Resumen Sección D. Procedimiento para determinar la humedad*.

D.4. Materiales y equipos

1. Balanza analítica con sensibilidad de 0,001g.
2. Espátula para balanza.
3. Estufa con temperatura 423 K (150 °C) con sensibilidad 1,5 K (1,5 °C) capaz de mantener una temperatura constante.
4. Cajas de aluminio con tapa de 250 cm³.
5. Guantes.
6. Desecador con deshidratante.
7. Equipo usual de laboratorio.
8. Tijeras de jardinero/molino triturador.
9. Lentes protectores.

D.5. Especificaciones

D.5.1. Preparación de la muestra en laboratorio.

Verificar que la muestra esté debidamente identificada, de no ser así, anotar en el reporte de laboratorio. Se procede a vaciar la muestra de residuos sólidos en un área limpia y seca del laboratorio, donde serán cortados/molidos a un tamaño semejante a la arena gruesa aproximadamente. Se homogenizan los residuos y se toma alrededor de 1 kg o el volumen que ocupe en las cajas de aluminio. El resto del producto obtenido de la molienda o 2 litros de capacidad, se podrá almacenar para realizar las determinaciones, químicas o biológicas, que se requieran.

D.5.2 Análisis

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

Se vierte la muestra sin compactar, hasta a un 50% del volumen de la caja. Se pesa la caja cerrada con la muestra y se introduce destapada a la estufa a 333 K (60 °C), durante 2 horas; se deja enfriar y se pesa nuevamente. Se repite esta operación las veces que sean necesarias, hasta obtener peso constante (se considera peso constante cuando entre dos pesajes consecutivos la diferencia es menor al 0,01%).

El porcentaje de humedad se calcula con la ecuación 15, teniendo en cuenta que para obtener G y G1, se debe restar el peso de la caja.

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

Ecuación 15.

Donde:

H = Humedad

G = Peso de la muestra húmeda en g

G1 = Peso de la muestra seca en g

D.6. Apéndices

Apéndice D1. Planilla de informe de campo de la humedad de los residuos sólidos.

PLANILLA DE INFORME DE CAMPO DE LA HUMEDAD DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS		
Fecha (a):	N° de Folio(b):	
Localidad (c):	Municipalidad (d):	Departamento (e):
Responsable del análisis químico		
Nombre (f):		
Cargo (g):		
Dependencia o Institución (i):		
Informe		
Identificación de la Muestra (j):		
Peso de la muestra húmeda: (k)		
Peso de la muestra seca: (l)		
% de humedad: (m):		
Observaciones (n):		

Fuente: (SECOFI a, 1985).

Pautas para el llenado

A continuación, se muestra la información que deberá ser colocada, en cada uno de los elementos del apéndice anterior.

Pautas para llenar el Apéndice D1

Llenado del Apéndice D1	
a	Colocar la fecha del cuarteo.
b	Colocar el número consecutivo desde 001, la cédula es por estrato y por día de muestreo.
c	La ciudad, pueblo o zona para la cual se realiza el análisis.
d	La municipalidad a la cual corresponde el análisis.
e	El departamento al cual corresponde el análisis.
f	Los nombres y apellidos de quien realiza el análisis.
g	El puesto de quien realiza el análisis.
i	El nombre del área y de la institución de quien realiza el análisis.
j	Colocar el estrato para el cual se realizó el cuarteo y el día de muestreo.
k	Colocar el peso de la muestra húmeda.
l	Colocar el peso de la muestra seca.
m	Colocar el porcentaje de la humedad determinada.
n	Colocar cualquier indicación que se haya considerado.

Fuente: Elaboración propia.

D.7. Bibliografía

SECOFI b. (1984). Norma mexicana NMX - A A - 016 - 1984. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Determinación de humedad. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial Mx, Dirección General de Normas, Mx.

SECCIÓN E.

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE.

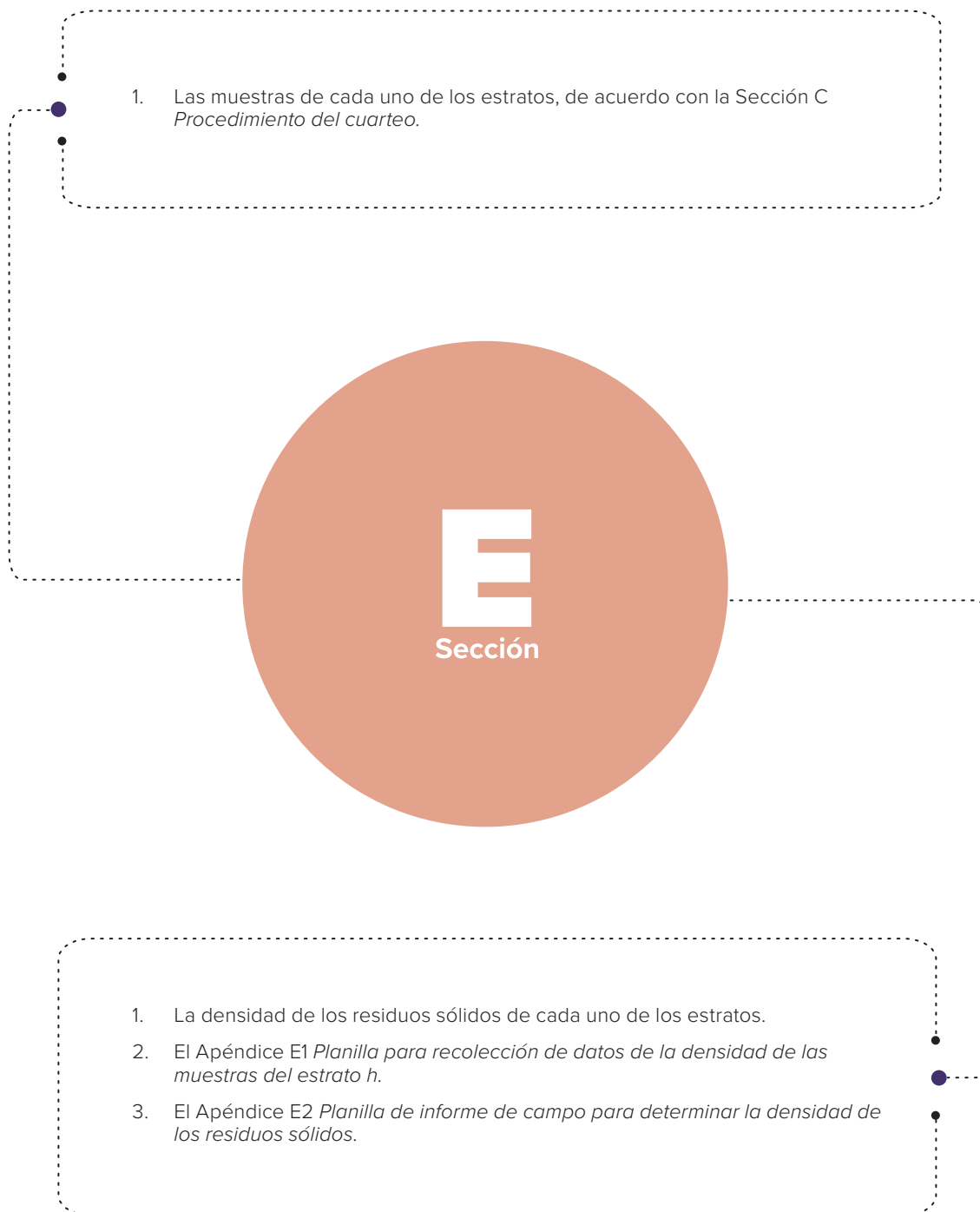


Diagrama 5. Resumen Sección E. Procedimiento para determinar la densidad aparente.

Fuente: Elaboración propia.

SECCIÓN E. PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE

E.1. Objeto

Esta sección establece un método para determinar la densidad aparente de los residuos sólidos municipales, en el lugar donde se efectuó la operación de "cuarteo".

E.2. Recomendaciones

Para efectuar esta determinación se requiere de al menos dos personas.

El equipo de seguridad requerido será de acuerdo al número de personas que participen en la determinación.

Se debe tener cuidado y vaciar dentro del recipiente todo el residuo, sin descartar los finos y sin comprimir los residuos dentro del recipiente.

Antes de realizar la determinación, verificar que el recipiente esté limpio y libre de abolladuras.

Es necesario conocer la el volumen o capacidad del recipiente, su altura y peso. En caso de no conocer la el volumen, determinar el mismo a partir de las formulaciones aritméticas existentes, o de manera manual vaciando un volumen conocido de un líquido dentro del recipiente; y colocando las marcas de volumen correspondientes.

E.3. Resumen

Se requiere contar con:

1. Las muestras de cada uno de los estratos, de acuerdo con la Sección C. *Procedimiento del cuarteo*.

Con lo cual se genera:

1. La densidad de los residuos sólidos de cada uno de los estratos.
2. El Apéndice E1 *Planilla para recolección de datos de la densidad de las muestras del estrato h*.
3. El Apéndice E2 *Planilla de informe de campo para determinar la densidad de los residuos sólidos*.

Tal como se observa en el Diagrama 5 *Resumen Sección E. Procedimiento para determinar la densidad aparente*.

E.4. Materiales y equipos

1. Equipo de cómputo.
2. Equipo de impresión.
3. Fotocopias de formatos.
4. Lapicero.
5. Tabla apoya hojas.
6. Tijeras.
7. Balanza con capacidad de 5 g -30 kg.
8. Báscula con capacidad de 5 g -300 kg.
9. Bolsa de polietileno de por lo menos 100 litros.
10. Carretilla.
11. Cilindros/tachos de 200 litros de capacidad.
12. Escobas.
13. Plástico tipo "lona naranja" de por lo menos 4x4 m.
14. Pala.
15. Rastrillo de metal.
16. Recogedor.
17. Par de guantes de cuero.
18. Delantal grueso tipo mandil.
19. Par de botas.
20. Tapabocas desechables.

E.5. Especificaciones

1) Pesar el recipiente vacío, tomando este peso como la tara del recipiente.

2) Marcar la altura de los distintos volúmenes del recipiente para facilitar la lectura o cálculo. Por ejemplo si el recipiente es de 200 litros, se puede marcar la altura de cada 50 litros.

3) Dejar caer los residuos al interior del recipiente hasta llegar al tope. Los residuos provienen de las partes eliminadas del cuarteo según la Sección C Procedimiento del cuarteo.

4) Una vez lleno el recipiente y sin presionar los residuos al interior, golpear el recipiente contra el suelo tres veces, dejándolo caer desde una altura aproximada de 30 cm.

5) Medir la altura ocupada por los residuos y calcular el volumen.

6) Pesar el recipiente con los residuos al interior.

La densidad se calcula con la ecuación 16:

$$D = \frac{(w_2 - w_1)}{V} = \frac{(w)}{V}$$

Ecuación 16.

D = Densidad en kg/m^3

w_1 = Peso bruto del recipiente vacío en kg.

w_2 = Peso bruto del recipiente con los residuos en kg.

V = Volumen ocupado por los residuos en el recipiente en m^3 .

w = Peso bruto de los residuos.

Ejemplo 14. Se utilizó un tacho cilíndrico, la tara del tacho es de 10 kg, y tiene un volumen de 200 litros. El peso del tacho con los residuos fue de 72 kg, pero sólo ocupó un volumen de 0,15 m^3 .

$$D = \frac{(w_2 - w_1)}{V} = \frac{(w)}{V}$$

$D = ?$

$w_1 = 10 \text{ kg}$

$w_2 = 72 \text{ kg}$

$w = 62$

$V = 0,15 \text{ m}^3$

$$D = \frac{(72 - 10)}{0,15} = \frac{(62)}{0,15}$$

$D = 413,33 \text{ kg}/\text{m}^3$

De acuerdo con los cálculos realizados, para este ejemplo, se tiene que la densidad aparente de los residuos es de 413,33 kg/m^3 .

Fuente: Elaboración propia.

E.6. Apéndices

Apéndice E1. Planilla para recolección de datos de la densidad de las muestras del estrato h.

PLANILLA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA DENSIDAD DE LAS MUESTRAS DEL ESTRATO H (A)					
Fecha inicial(b):		Fecha final (c):			
Día:	W2.	W1.	W.	V.	D.
1	(d)	(e)	(f)	(g)	(i)
2	(d)	(e)	(f)	(g)	(i)
3	(d)	(e)	(f)	(g)	(i)
4	(d)	(e)	(f)	(g)	(i)
5	(d)	(e)	(f)	(g)	(i)
6	(d)	(e)	(f)	(g)	(i)
7	(d)	(e)	(f)	(g)	(i)
8	(d)	(e)	(f)	(g)	(i)
Total:			(j)	(k)	
Promedio del peso de los residuos:	(l)	Promedio de la densidad:			(m)
Promedio de volumen ocupado:	(n)	Desviación estándar de la densidad:			(o)

Fuente: Elaboración propia.

Pautas para el llenado

A continuación, se muestra la información que deberá ser colocada, en cada uno de los elementos del apéndice anterior.

Pautas para llenar el Apéndice E1

Llenado del Apéndice E1	
a	Colocar el estrato para el cual se está determinando la densidad.
b	Colocar la fecha de inicio del muestreo.
c	Colocar la fecha final del muestreo.
d	Colocar el peso bruto del recipiente en el día del muestreo.
e	Colocar el peso bruto del recipiente vacío.
f	Colocar el resultado de la resta del peso bruto de los recipientes menos el peso bruto del recipiente vacío [(d)-(e)].
g	Colocar el valor del volumen ocupado del recipiente por los residuos del día de muestreo.
i	Colocar el valor obtenido de la densidad del día del muestreo [(g)-(f)].
j	Colocar la sumatoria del peso bruto, obtenido en los días 2-8.
k	Colocar la sumatoria del volumen ocupado, obtenido en los días 2-8.
l	Colocar el promedio del peso de los residuos [(j)/7].
m	Colocar el promedio de la densidad [(i)/(k)].
n	Colocar el promedio de volumen ocupado [(k)/7].
o	Colocar el valor obtenido de la desviación estándar de la densidad (ver ecuación 4).

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice E2. Planilla de informe de campo para determinar la densidad de los residuos sólidos.

PLANILLA DE INFORME DE CAMPO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS				
Fecha (a):		N° de Folio (b):		
Localidad (c):	Municipalidad (d):		Departamento (e):	
Responsable de la determinación de densidad				
Nombre (f):				
Cargo (g):				
Dependencia o Institución (i):				
Informe				
Clasificación de la Muestra:				
	Promedio del peso de los residuos.	Promedio del volumen ocupado.	Promedio de la densidad.	σ de la densidad.
Inmuebles domiciliarios.	(j)	(k)	(l)	(m)
Ingresos altos.	(n)	(o)	(p)	(q)
Ingresos medios.	(n)	(o)	(p)	(q)
Ingresos bajos.	(n)	(o)	(p)	(q)
Inmuebles no domiciliarios.	(r)	(s)	(t)	(u)
Áreas públicas.	(v)	(w)	(x)	(y)
Comerciales.	(v)	(w)	(x)	(y)
Comercial grandes generadores.	(v)	(w)	(x)	(y)
Especiales.	(v)	(w)	(x)	(y)
Institucionales.	(v)	(w)	(x)	(y)
Servicios.	(v)	(w)	(x)	(y)
Condiciones climáticas durante la determinación: (z)				
Observaciones: (aa)				

Fuente: Elaboración propia.

Pautas para el llenado

A continuación, se muestra la información que deberá ser colocada, en cada uno de los elementos del apéndice anterior.

Pautas para llenar el Apéndice E2

Llenado del Apéndice E2	
a	Colocar la fecha inicial y final de la determinación de la densidad aparente.
b	Colocar el número consecutivo, iniciando en 001.
c	La ciudad, pueblo o zona para la cual se realiza la densidad aparente.
d	La municipalidad a la cual corresponde la densidad aparente.
e	El departamento al cual corresponde la densidad aparente.
f	Los nombres y apellidos del encargado de realizar la densidad aparente.
g	El puesto de quien realiza/dirige la densidad aparente.
i	El nombre del área y de la institución de quien dirige la densidad aparente.
j	Colocar el promedio del peso de los residuos a inmuebles domiciliarios.
k	Colocar el promedio del volumen ocupado de los residuos a inmuebles domiciliarios.
l	Colocar el promedio de la densidad de los residuos a inmuebles domiciliarios.
m	Colocar la desviación estándar de los residuos a inmuebles domiciliarios.
n	Colocar el promedio del peso de los residuos del estrato indicado.
o	Colocar el promedio del volumen ocupado de los residuos del estrato indicado.
p	Colocar el promedio de la densidad de los residuos del estrato indicado.
q	Colocar la desviación estándar de los residuos del estrato indicado.
r	Colocar el promedio del peso de los residuos a inmuebles no domiciliarios.
s	Colocar el promedio del volumen ocupado de los residuos a inmuebles no domiciliarios.
t	Colocar el promedio de la densidad de los residuos a inmuebles no domiciliarios.
u	Colocar la desviación estándar de los residuos a inmuebles no domiciliarios.
v	Colocar el promedio del peso de los residuos del estrato indicado.
w	Colocar el promedio del volumen ocupado de los residuos del estrato indicado.
x	Colocar el promedio de la densidad de los residuos del estrato indicado.
y	Colocar la desviación estándar de los residuos del estrato indicado.
z	Colocar las condiciones del clima como: humedad, temperatura, entre otros.
aa	Colocar cualquier indicación que se haya considerado en el diseño de la muestra, que pudiera servir para el futuro, o las complicaciones que se hayan presentado.

Fuente: Elaboración propia.

E.7. Bibliografía

JICA-MSPyBS. (1994). El estudio sobre el manejo de residuos sólidos en el área metropolitana de Asunción. *Japan International Cooperation Agency* – Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social de la República del Paraguay, Py.

MIA. (2016). Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (EC-RSM). Ministerio del Ambiente, Pe.

SECOFI d. (1985). Norma mexicana NMX-AA-019-1985. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Peso volumétrico "in situ". Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Mx.

SECCIÓN F.

PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS.



Diagrama 6. Resumen Sección F. Procedimiento para la clasificación de los subproductos.

Fuente: Elaboración propia.

SECCIÓN F. PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS.

F.1. Objeto

Esta sección establece la selección y el método para la cuantificación de los subproductos contenidos en los residuos sólidos municipales.

F.2. Observaciones

La clasificación, subclasificación y los subproductos se realizan por cada uno de los estratos muestreados.

Las bolsas utilizadas para la clasificación de los productos pueden ser remplazadas por otro recipiente limpio y con el volumen adecuado, para poder realizar el pesaje.

Los cambios en peso durante la determinación, se deben principalmente a la liberación o admisión de humedad.

Se recomienda efectuar la determinación en un lugar cerrado y bajo techo.

El resultado obtenido al sumar los diferentes porcentajes, debe ser como mínimo el 98% del peso total de la muestra (G). En caso contrario, se recomienda repetir la determinación.

F.3. Resumen

Se requiere contar con:

1. Las muestras de cada uno de los estratos, de acuerdo con la Sección C *Procedimiento del cuarteo*.

Con lo cual se genera:

1. La cantidad y clasificación de los productos y los subproductos que componen los residuos sólidos de cada uno de los estratos.
2. El Apéndice F1 *Planilla de productos y subproductos del estrato h*.
3. El Apéndice F2 *Planilla de informe de campo para la clasificación de los subproductos de los residuos sólidos*.

Tal como se observa en el Diagrama 6 *Resumen Sección F. Procedimiento para la clasificación de los subproductos*.

F.4. Materiales y equipos

1. Equipo de cómputo.
2. Equipo de impresión.
3. Fotocopias de formatos.
4. Lapicero.
5. Tabla apoya hojas.
6. Tijeras.
7. Balanza con capacidad de 5 g -30 kg.
8. Báscula con capacidad de 5 g -300 kg.
9. Bolsa de polietileno de por lo menos 100 litros.
10. Carretilla.
11. Cilindros/tachos de 200 litros de capacidad.
12. Criba de 2 micras.
13. Escobas.
14. Plástico tipo "lona naranja" de por lo menos 4x4 m.
15. Pala.
16. Rastrillo de metal.
17. Recogedor.
18. Par de guantes de cuero.
19. Delantal grueso tipo mandil.
20. Par de botas.
21. Tapabocas desechables.

F.5. Especificaciones

La muestra se obtiene según la Sección C.

Con la muestra ya obtenida, se seleccionan los subproductos depositándolos en bolsas de polietileno, hasta agotarlos, de acuerdo con la subclasificación o dependiendo de los recursos, como se muestra en la Tabla 10 *Clasificación, subclasificación y subproductos a catalogar*.

Se insta a los municipios a realizar la clasificación llegando hasta el nivel de subproductos, sobre todo para municipios con poblaciones mayores a 20.000 habitantes. Se sugiere seguir la Tabla 10 *Clasificación, subclasificación y subproductos a catalogar*, para los cálculos de los Apéndices F1 y F2.

Tabla 10. Clasificación, subclasificación y subproductos a catalogar.

CLASIFICACIÓN, SUBCLASIFICACIÓN Y SUBPRODUCTOS A CATALOGAR		
Clasificación	Subclasificación	Subproductos
Orgánicos.	Residuos de jardinería y provenientes de la poda de árboles y áreas verdes.	Hierba y madera.
	Residuos provenientes de la preparación y consumo de alimentos.	Desechos de alimentos no susceptibles para composta.
	Residuos susceptibles de ser utilizados como insumo en la producción de composta.	Desechos de alimentos susceptibles para composta.
	Otros	Orgánicos varios no identificados.
Inorgánicos.	Vidrio.	Transparente.
		Verde.
		Ámbar.
		Otros.
	Papel y cartón.	Papel de alta calidad.
		Periódicos y revistas.
		Cartón ondulado.
		Tetra brick o envases multilaminados de cartón.
		Papel mezclado.
		Otros.
	Plásticos.	PET (1).
		PEAD (2).
		PVC (3).
		PEBD (4).
		PP (5).
		PS (6).
		OTROS (7).
	Metales no ferrosos.	Aluminio.
		Bronce.
		Cobre.
		Latón.
		Otros.
	Metales ferrosos.	Metales ferrosos.
Cerámicas.	Cerámica y piedra.	
Artículos de oficina y utensilios de cocina.	Artículos de oficina y utensilios de cocina.	
Ropa y textiles	Ropa y textiles.	
Sanitarios y pañales desechables.	Sanitarios y pañales desechables.	
Otros no considerados como de manejo especial.	Maderas.	
	Cuero y goma.	
Arenas o material menor a 2 micras.	Arenas o material menor a 2 micras.	
Otros.	Otros.	

CLASIFICACIÓN, SUBCLASIFICACIÓN Y SUBPRODUCTOS A CATALOGAR		
Clasificación	Subclasificación	Subproductos
	Peligrosos.	Aceites lubricantes usados.
		Disolventes orgánicos usados.
		Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo.
		Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio.
		Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio.
		Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo.
		Medicamentos, implementos e instrumentos médicos de uso domiciliarios.
		Productos químicos de uso domisanitario (Ej.: insecticidas, plaguicidas, herbicidas, soluciones ácidas y alcalinas, etc.).
		Pinturas y solventes usados.
		Equipos eléctricos y electrónicos.
		Otros peligrosos.

Fuente: Adaptado de (MINPy, 2017).

Los subproductos ya clasificados, se pesan por separado en la balanza, y se anota el resultado en la hoja de registro.

El porcentaje en peso, de cada uno de los subproductos, se calcula con la siguiente expresión:

$$PR = \frac{(G_2 - G_1)}{G} \times 100$$

Ecuación 17.

PR = Porcentaje del residuo considerado.

G₁ = Tara (Peso de la bolsa de polietileno utilizada para la separación).

G₂ = Peso del residuo considerado.

G = Peso total de la muestra (mínimo 50 kg).

Ejemplo 15. Se han segregado los residuos de una muestra, se quiere conocer el peso porcentual de cada uno de los subproductos; se sabe que el peso total de la muestra segregada es de 50 kg, el peso de la tara es 10 g y el peso del subproducto con la tara es de 14,5 kg.

$$PR = \frac{(G_2 - G_1)}{G} \times 100$$

PR = ?

G₁ = 10 g = 0,01 kg

G₂ = 14,5 kg

G = 50 kg

$$PR = \frac{(14,5 - 0,01)}{50} \times 100$$

$$PR = \frac{(14,49)}{50} \times 100$$

$$PR = 0,29 \times 100$$

$$PR = 28,98 \%$$

De acuerdo con los cálculos realizados para este ejemplo, se tiene que este producto representa el 28,98% del total de los residuos muestreados.

Fuente: Elaboración propia.

F.6. Apéndice

Apéndice F1. Planilla de productos y subproductos del estrato *h*.

PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS DEL ESTRATO H EN LA SEMANA DE MUESTREO													
Clasificación	Subclasificación	Peso / Día								Peso Total	%	Peso Promedio	Desviación estándar del peso
		1	2	3	4	5	6	7	8				
Orgánicos	Residuos de jardinería y los provenientes de la poda de árboles y áreas verdes.	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(b)	(e)	(g)	(i)
	Residuos provenientes de la preparación y consumo de alimentos.	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(b)	(e)	(g)	(i)
	Residuos susceptibles de ser utilizados como insumo en la producción de composta.	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(b)	(e)	(g)	(i)
	Otros residuos orgánicos.	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(b)	(e)	(g)	(i)
Inorgánicos	Vidrio.	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(b)	(e)	(g)	(i)
	Papel y cartón.	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(b)	(e)	(g)	(i)
	Plásticos.	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(b)	(e)	(g)	(i)
	Metales no ferrosos.	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(b)	(e)	(g)	(i)
	Metales ferrosos.	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(b)	(e)	(g)	(i)
	Cerámicas.	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(b)	(e)	(g)	(i)
	Artículos de oficina y utensilios de cocina.	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(b)	(e)	(g)	(i)
	Ropa y textiles.	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(b)	(e)	(g)	(i)
	Sanitarios y pañales desechables.	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(b)	(e)	(g)	(i)
	Otros no considerados como de manejo especial.	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(b)	(e)	(g)	(i)
	Arenas o material menor a 2 micras.	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(b)	(e)	(g)	(i)
Otros.	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(b)	(e)	(g)	(i)	
Peligrosos.	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(b)	(e)	(g)	(i)	
Total:	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)	(d)	(f)			

Fuente: Elaboración propia.

Pautas para el llenado

A continuación, se muestra la información que deberá ser colocada, en cada uno de los elementos del apéndice anterior.

Pautas para llenar el Apéndice F1

Llenado del Apéndice F1	
a	Colocar el peso de la subclasificación segregada en el día correspondiente.
b	Colocar el valor obtenido de sumar el peso de cada subclasificación segregada en la semana (sólo del día 2 al 8).
c	Colocar el valor obtenido de sumar el peso de todas las subclasificaciones segregadas por día.
d	Colocar el peso total de todas las subclasificaciones segregadas de toda la semana (sólo del día 2 al 8).
e	Colocar el valor obtenido de realizar la división del peso total de la subclasificación entre el peso total de toda la semana, de todas las subclasificaciones segregadas en toda la semana [(b)/(d)].
f	Colocar el valor total de la suma de los porcentajes.
g	Colocar el valor obtenido al realizar el promedio de cada subclasificación (sólo del día 2 al 8).
i	Colocar el valor obtenido de realizar el cálculo para obtener la desviación estándar. Ver ecuación 4.

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice F2. Planilla de informe de campo para la subclasificación de los residuos sólidos.

PLANILLA DE INFORME DE CAMPO PARA LA SUBCLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS															
Fecha inicial: (a)			Fecha final: (b)			N° de Folio: (c)									
Localidad: (d)				Municipalidad: (e)				Departamento: (f)							
Responsable de la clasificación de los productos															
Nombre: (g)															
Cargo: (i)															
Dependencia o Institución: (j)															
Informe															
Clasificación	Subclasificación.	Peso / Estrato /Semana.									Peso Total.	%	Peso Promedio.	Desviación estándar del peso.	
		V1	V2	V3	AP	CO	COg	ES	IN	SE					
Orgánicos.	Residuos de jardinería y los provenientes de la poda de árboles y áreas verdes.	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(l)	(o)	(q)	(r)
	Residuos provenientes de la preparación y consumo de alimentos.	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(l)	(o)	(q)	(r)
	Residuos susceptibles de ser utilizados como insumo en la producción de composta.	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(l)	(o)	(q)	(r)
	Otros residuos orgánicos.	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(l)	(o)	(q)	(r)

PLANILLA DE INFORME DE CAMPO PARA LA SUBCLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS														
Inorgánicos.	Vidrio.	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(l)	(o)	(q)	(r)
	Papel y cartón.	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(l)	(o)	(q)	(r)
	Plásticos.	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(l)	(o)	(q)	(r)
	Metales no ferrosos.	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(l)	(o)	(q)	(r)
	Metales ferrosos.	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(l)	(o)	(q)	(r)
	Cerámicas.	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(l)	(o)	(q)	(r)
	Artículos de oficina y utensilios de cocina.	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(l)	(o)	(q)	(r)
	Ropa y textiles.	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(l)	(o)	(q)	(r)
	Sanitarios y pañales desechables.	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(l)	(o)	(q)	(r)
	Otros no considerados como de manejo especial.	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(l)	(o)	(q)	(r)
	Arenas o material menor a 2 micras.	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(l)	(o)	(q)	(r)
	Otros.	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(l)	(o)	(q)	(r)
Peligrosos.	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(k)	(l)	(o)	(q)	(r)	
Total:	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(n)	(p)		
Condiciones climáticas durante la determinación: (s)														
Observaciones: (t)														

Fuente: Elaboración propia.

Pautas para el llenado

A continuación, se muestra la información que deberá ser colocada, en cada uno de los elementos del apéndice anterior.

Pautas para llenar el Apéndice F2

Llenado del Apéndice F2	
a	Colocar la fecha inicial de la determinación de los productos.
b	Colocar la fecha final de la determinación de los productos.
c	Colocar el número consecutivo, iniciando en 001.
d	La ciudad, pueblo o zona para la cual se realiza la determinación de los productos.
e	La municipalidad a la cual corresponde la determinación de los productos.
f	El departamento al cual corresponde la determinación de los productos.
g	Los nombres y apellidos del encargado de realizar la determinación de los productos.
i	El puesto de quien realiza/dirige la determinación de los productos.
j	El nombre del área y de la institución de quien dirige la determinación de los productos.
k	Colocar el peso total de la subclasificación segregada del estrato correspondiente (ver literal b del Apéndice F1).

Llenado del Apéndice F2	
l	Colocar el valor obtenido de sumar el peso de cada subclasificación segregada de cada estrato.
m	Colocar el valor obtenido de sumar el peso de todas las subclasificaciones segregadas por estrato (ver literal d del Apéndice F1).
n	Colocar el peso total de todas las subclasificaciones segregadas de todos los estratos.
o	Colocar el valor obtenido al realizar la división del peso total de la subclasificación entre el peso total de todos los estratos de todas las subclasificaciones segregadas $[(l)/(n)]$.
p	Colocar el valor total de la suma de los porcentajes.
q	Colocar el valor obtenido al realizar el promedio de cada subclasificación.
r	Colocar el valor obtenido al realizar el cálculo para obtener la desviación estándar de cada subclasificación (Ver ecuación 4).
s	Colocar las condiciones del clima como: humedad, temperatura, entre otros.
t	Colocar cualquier indicación que se haya considerado en el diseño de la muestra, que pudiera servir para el futuro, o las complicaciones que se hayan presentado.

Fuente: Elaboración propia.

F.7. Bibliografía

JICA-MSPyBS. (1994). El estudio sobre el manejo de residuos sólidos en el área metropolitana de Asunción. *Japan International Cooperation Agency - Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social de la República del Paraguay, Py.*

MIA. (2016). Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (EC-RSM). Ministerio del Ambiente, Pe.

Otros análisis químicos

La importancia de la realización de las determinaciones químicas dependerá del nivel de tratamiento a realizar. Se debe consultar las metodologías normalizadas de las instituciones, y/o normas internacionales, y efectuarse en laboratorios que cuenten con las certificaciones y/o acreditaciones correspondientes.

Tabla 11. Instituciones a consultar para la obtención de los métodos para realizar los análisis químicos.

CLAVE	NOMBRE	PAÍS	PÁGINA WEB
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación.	España.	https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas
ANBT	<i>Associação Brasileira de Normas Técnicas.</i>	Brasil.	http://www.abnt.org.br/
ASTM	<i>American Society of Testing Material International.</i>	Internacional.	https://www.astm.org/
EPA	<i>Unite States Environmental Protection Agency.</i>	U.S.A.	https://www.epa.gov/
IBNORCA	Instituto Boliviano de Normalización y Calidad, Certificación, Inspección y Capacitación.	Bolivia.	http://ibnored.ibnorca.org/acceso/catalogo-normas.php
IRAM	Instituto Argentino de Normalización y Certificación.	Argentina.	https://catalogo.iram.org.ar/
ISO	<i>International Organization for Standardization.</i>	Internacional.	https://www.iso.org/search.html?q=solid%20waste
NMX/NOM	Norma Mexicana/ Normas Oficiales Mexicanas.	México.	http://www.economia.nmx.gob.mx/normasmx/index.nmx
NTC	Norma Técnica Colombiana.	Colombia.	http://ecollection.icontec.org/colecao.aspx





ETAPA 6

INFORME

El informe es la consolidación de toda la información obtenida en el estudio, la cual debe corresponder a la situación medida en el estudio de caracterización. Dicho informe debe contener por lo menos:

El lugar, la fecha y la temporada del año que se llevó a cabo el estudio.

1. Introducción.
2. Antecedentes.
3. Marco normativo.
4. Objetivos.
5. Metodología y construcción del diseño.
6. Ejecución de las actividades.
7. Resultados.
8. Conclusiones.
9. Recomendaciones.
10. Bibliografía.
11. Anexos.

(Lista enunciativa, pero no limitativa).

BIBLIOGRAFÍA

- Adapt Chile-RCMCC-EU. (2016). Antecedentes del manejo y gestión de residuos en Chile. Adapt Chile - Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático - Unión Europea, Chile.
- AENOR. (2007). Norma española. Extracto de documento UNE-EN-14899. España.
- AIDISPAR-OPS/OMS-STP. (2000). Diagnóstico preliminar. Análisis sectorial de residuos sólidos en Paraguay. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental del Paraguay - Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, División de Ambiente y Salud - Secretaría Técnica de Planificación de la Presidencia de la República de Paraguay, Py.
- AM-UM. (2015). Convenio de asociación para realizar el estudio de caracterización de residuos sólidos generados en el sector residencial y no residencial del municipio de Medellín y sus cinco corregimientos. Informe técnico, Alcaldía de Medellín-Universidad de Medellín, Extensión de Ingenierías, Colombia.
- BID. (2009). Manejo de Residuos Sólidos. Lineamientos para un Servicio Integral, Sustentable e Inclusivo. Banco Interamericano de Desarrollo, División de Agua y Saneamiento del Sector de Infraestructura y Medio Ambiente.
- BID-AIDIS-OPS/OMS. (2011). Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe 2010. Banco Interamericano de Desarrollo - Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - Organización Panamericana de la Salud, oficina regional de la Organización Mundial de la Salud.
- BID-OPS/OMS. (1997). Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo-Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, U.S.A.
- BM/CFA-SEAM. (2011). Construcción de capacidades y asistencia técnica para promover la participación de Paraguay en el mercado de carbono. Banco Mundial, Carbon Finance Assist-Secretaría del Ambiente de Paraguay, Py.
- Cantanhede, A., Monge, G., Sandoval Alvarado, L., & Caycho Chumpitaz, C. (2006). Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos. AIDIS de ingeniería y ciencias ambientales: investigación, desarrollo y práctica, 1(1).
- Casas Sabata, J. M., Torras, A., Garriga Elies, E., & Martell, M. (2005). Gestión de los residuos sólidos urbanos. Los residuos municipales y su gestión. Esp.: Metrópolis. Asociación Mundial de las Grandes Metrópolis.
- Casati Morales, R. (2010). Evolución y tendencia de la cantidad, generación y composición de los residuos sólidos en Asunción. (UCNSA, Recopilador) Py.
- Casati Morales, R., & Lima Morra, R. (2013). Relación entre el índice de generación de los residuos sólidos de Asunción-Paraguay y el índice de desarrollo humano (IDH) de sus habitantes. Memorias del V Simposio Iberoamericano de Residuos Sólidos y 1º Congreso Nacional de Residuos Sólidos. Arg. Obtenido de Red Iberoamericana en Gestión y Aprovechamiento de Residuos.
- CEMPRE-IPT. (1998). Manual de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. Instituto de Pesquisas Tecnológicas de Br- Compromiso Empresarial para el Reciclaje, Uy.
- CEPAL/ONU-MDS de Chile. (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, de la Organización de las Naciones Unidas, Ministerio del Desarrollo Social de Chile, Cl.

- CEPIS/OPS. (2000). Hojas de divulgación técnica. Método sencillo del análisis de residuos sólidos. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente de la Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud.
- CEPIS/OPS. (06 de 2005). Hojas de divulgación técnica. Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente de la Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud.
- CGRPy. (2009). Resolución CGR No 1291/09. Por la cual se dispone la realización de un examen especial a la municipalidad de Asunción y a la Secretaría del Ambiente (SEAM), en cuanto al manejo de los residuos sólidos en el municipio de Asunción. Informe final, Contraloría General de la República de Paraguay, Dirección General de Control de la Gestión Ambiental, Py.
- COMANA Metropolitana de Santiago-UCV. (2006). Estudio de caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en la región metropolitana. Informe Técnico, Comisión Nacional del Medio Ambiente - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de ingeniería, Esc. de Ingeniería en Construcción, Grupo de residuos sólidos, Cl.
- CPTMA. (2001). Estudio de composición y caracterización de las basuras urbanas en la comunidad autónoma de Canarias. Gobierno de Canarias, Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente, Esp.
- DGAPSB. (2000). Documentación técnico-normativa del sector de agua. Título A. República de Colombia, Ministerio de Desarrollo Económico, Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico, Col.
- DGAPSB. (2009). Documentación técnico-normativa del sector de agua. Título F. República de Colombia, Ministerio de Desarrollo Económico, Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico, Col.
- EMACRUZ. (2014). Caracterización de residuos sólidos en Santa Cruz de la Sierra. Municipio de Santa Cruz de la Sierra, Santa Cruz de la Sierra, Bol.
- Espinosa Lloréns, M., López Torres, M., Álvarez, H., Pellón Arrechea, A., García, J. A., Escobedo Acosta, R., Fernández Colomina, A. (2005). Caracterización de los Residuos Sólidos Urbanos en Ciudad de La Habana, un aporte a la solución de un problema medioambiental. Revista CENIC Ciencias Biológicas, 36.
- FICHTNER/CONTECSA-STP-KFW. (2003). Gestión de residuos comunales en la Región Oriental de Paraguay. Plan Maestro, Secretaría Técnica de Planificación de la República de Paraguay-Kreditanstalt Fur Wiederaufbau, Py.
- GNPy. (2014). Plan nacional de desarrollo Paraguay 2030. Gobierno Nacional de Paraguay, Py.
- GTZ-DGNAT/SE. (2000). Estudio de generación y caracterización de residuos sólidos. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH - Dirección General de Normatividad y Apoyo Técnico de la Secretaría de Ecología, Estado de México, Mx.
- Hernández-Berriel, M. D., Aguilar-Virgen, Q., Taboada - González, P., Lima-Morra, R., Eljaiek-Urzola, M., Márquez-Benavides, I., & Buenrostro-Delgado, O. (2016). Generación y composición de los residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. Rev. Int. Contam. Ambie.(32), 11-22.
- IIA del FIUBA- CEAMSE. (2011). Estudio de la calidad de los residuos sólidos urbanos del área metropolitana de Buenos Aires. Facultad de ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, Instituto de Ingeniería Sanitaria - Coordinación Ecológica Metropolitana, Buenos Aires, Arg.
- IIA del FIUBA- CEAMSE. (2016). Estudio de la calidad de los residuos sólidos urbanos de la ciudad autónoma de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, Instituto de Ingeniería Sanitaria - Coordinación Ecológica Metropolitana, Buenos Aires, Arg.
- IIA del FIUBA-DGHUCBA. (2001). Estudio de la calidad de los residuos sólidos urbanos de la ciudad autónoma de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. Instituto de Ingeniería Sanitaria - Dirección General de Higiene Urbana, Buenos Aires, Arg.

- IMT. (2013). Plan de manejo integral de residuos patológicos y comunes. Instituto de Medicina Tropical, Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social de la República de Paraguay, Py.
- JICA-MMARNATDO. (2017). Manual de caracterización y proyección de los residuos sólidos municipales. *Japan International Cooperation Agency* - Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de República Dominicana, Do.
- JICA-MSPyBS. (1994). El estudio sobre el manejo de residuos sólidos en el área metropolitana de Asunción. *Japan International Cooperation Agency* - Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social de la República del Paraguay, Py.
- Junta Municipal de Asunción. (2014). Ord. No 408/14 Gestión integral de los residuos sólidos urbanos y la promoción de la cultura de basura cero. Registro Municipal. Py.
- Khan Academy. (s.f.). Calcular la desviación estándar paso a paso. Obtenido de Khan Academy: <https://es.khanacademy.org/math/probability/data-distributions-a1/summarizing-spread-distributions/a/calculating-standard-deviation-step-by-step>.
- Klinger, R. A., Olaya, J., Marmolejo, L., & Madera, C. (2009). Plan de muestreo para la cuantificación de residuos sólidos residenciales generados en las zonas urbanas de ciudades de tamaño intermedio. *Fac. Ing. Univ. Antioquia*(48), 76-86.
- KOICA. (2017). Environmental protection and management / Protección y gestión ambiental en la República de Paraguay. Korea International Cooperation Agency, Kr.
- Lima Morra, R. (2002). Diagnóstico de los residuos sólidos en la República del Paraguay. Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Facultad de Ciencias y Tecnología, Py.
- Marmolejo R., L. F., Klinger A., R. A., Madera P., C. A., Olaya O., J., Marcos B., C., & Ordóñez A, J. A. (2010). Cuantificación y caracterización local: una herramienta básica para la gestión integral de los residuos sólidos residenciales. *Ingeniería e investigación*, 30(2), 96-104.
- MDA. (2016). Estudios de caracterización de residuos sólidos municipales. Municipalidad Distrital de Ate, Gerencia de Medio Ambiente, Subgerencia de Limpieza Pública y Manejo de Residuos Sólidos, Pe.
- MDM. (2016). Estudio de caracterización de residuos sólidos. Municipalidad Distrital de Moche, Pe.
- MIA. (2016). Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (EC-RSM). Ministerio del Ambiente, Pe.
- MINPy. (28 de 06 de 2017). Decreto N° 7391 Por el cual se reglamenta la ley N° 3956/2009 de Gestión integral de los residuos sólidos en la República del Paraguay. Ministerio del Interior de la República Paraguay - Py.
- Nickson, A. (2016). El gobierno local en Paraguay: un análisis comparativo a través de diez elementos (Investigación para el desarrollo -id ed.). Py.
- OPS/OMS. (2003). Evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales. Informe Analítico de Chile. Evaluación 2002, Organización Panamericana de la Salud, oficina regional de la Organización Mundial de la Salud.
- OPS/OMS- STP. (2001). Diagnóstico preliminar. Análisis sectorial de residuos sólidos en Paraguay. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. División de Salud y Ambiente - Secretaría Técnica de Planificación de la Presidencia de la República de Paraguay - Py.
- OPS/OMS-STP. (2003). Evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales. Informe Analítico de Paraguay. Evaluación 2002, Organización Panamericana de la Salud, oficina regional de la Organización Mundial de la Salud - Secretaría Técnica de Planificación del Gobierno de la República del Paraguay - Py.
- OPS/OMS-STP. (2004). Evaluación regional, servicios públicos de manejo de residuos sólidos municipales. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud - Secretaría Técnica de Planificación de la República de Paraguay - Py.
- Poder Legislativo de Paraguay. (28 de diciembre de 2009). Ley N° 3956/09. Gestión integral de los residuos sólidos en la República del Paraguay. Gaceta oficial de la República del Paraguay (249).
- Poder legislativo de Paraguay. (22 de noviembre de 2010). Ley N° 4188. Que modifica la ley N° 3956/09. Gestión integral de los residuos sólidos en la República del Paraguay. Gaceta oficial de la República del Paraguay.

- Ruiz Galli, D., Suárez Pérez, J., Báez, J., & Saldívar de Salinas, L. (2017). Potencial de la transformación de residuos sólidos urbanos en energía, a través del Sistema de Oxidación por Batch en Asunción, Paraguay. *Población y Desarrollo.*, 23 (45), 53-60.
- Runfola, J., & Gallardo, A. (2009). Memorias del II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas. Barranquilla, Col.
- Sáez, A., & Urdaneta G., J. A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia* (3), 121-135.
- SECOFI a. (1985). Norma mexicana NMX-AA-015-1985. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Muestreo - Método de cuarteo. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Mx.
- SECOFI b. (1984). Norma mexicana NMX-AA-016-1984. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Determinación de humedad. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial Mx, Dirección General de Normas, Mx.
- SECOFI c. (1984). Norma mexicana NMX-AA-018-1984. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Determinación de cenizas. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Mx.
- SECOFI d. (1985). Norma mexicana NMX-AA-019-1985. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Peso volumétrico "in situ". Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Mx.
- SECOFI e. (1985). Norma mexicana NMX-AA-021-1985. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Determinación de materia orgánica. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Mx.
- SECOFI f. (1985). Norma mexicana NMX-AA-022-1985. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Selección y cuantificación de subproductos. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Mx.
- SECOFI g. (1984). Norma mexicana NMX-AA-024-1984. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Determinación de nitrógeno total. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Mx.
- SECOFI h. (1984). Norma mexicana NMX-AA-025-1984. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Determinación del PH - Método potenciométrico. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Mx.
- SECOFI i. (1985). Norma mexicana NMX-AA-33-1985. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Determinación de poder calorífico superior. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Mx.
- SECOFI j. (1985). Norma mexicana NMX-AA-52-1985. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Preparación de muestras en el laboratorio para su análisis. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Mx.
- SECOFI k. (1985). Norma mexicana NMX-AA-61-1985. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Determinación de la generación. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Mx.
- SECOFI l. (1985). Norma mexicana NMX-AA-67-1985. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Determinación de la relación carbono-nitrógeno. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Mx.
- SECOFI m. (1985). Norma mexicana NMX-AA-68-1985. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Determinación de hidrógeno a partir de materia orgánica. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Mx.
- SECOFI n. (1985). Norma mexicana NMX-AA-82-1985. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Determinación del porcentaje de oxígeno en materia orgánica. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Mx.

SECOFI o. (1985). Norma mexicana NMX-AA-91-1985. Calidad del suelo - Terminología. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Mx.

SECOFI p. (1985). Norma mexicana NMX-AA-092-1985. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Determinación de azufre. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Mx.

SECOFI q. (1985). Norma mexicana NMX-AA-94-1985. Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Determinación de fósforo total. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, Mx.

Sukarai, K. (11 de 1981). Programa regional OPS/EHS/CEPIS de mejoramiento de la recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos. Aspectos básicos del servicio de limpia. Análisis de residuos sólidos. Manual de instrucción.

Tavares, S., Lima Morra, R. A., & Merlo, M. (s.f.). Resumen ejecutivo. En OPS/OMS - STP - MSPyBS - SENASA - SEAM - FIMA, & - MA - MCO - AV - AIDIS - PNUD - UNICEF, Evaluación del manejo de los residuos sólidos municipales en el Paraguay - Py.



FONDO PARA EL MEDIO AMBIENTE MUNDIAL
INVERTIMOS EN NUESTRO PLANETA.



Al servicio
de las personas
y las naciones



TEKOHA HA
AKÁRAPU'Á KATUIRÁ
Motenondeha

Ministerio del
AMBIENTE Y DESARROLLO
SOSTENIBLE

■ TETÁ REKUÁI
■ GOBIERNO NACIONAL

Paraguay
de la gente