

GRECI
PROYECTO GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y ECONOMÍA CIRCULAR INCLUSIVA

GUÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS EN CANTONES DE ECUADOR



EL NUEVO ECUADOR

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica



PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA
Daniel Noboa Azín

MINISTRA DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Sade Fritschi Naranjo

VICEMINISTRO DE AMBIENTE
Edgar Heredia Salazar

SUBSECRETARIA DE CALIDAD AMBIENTAL
Nancy Sarrade Gastelú

DIRECCIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS, RESIDUOS Y DESECHOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS
Daniel Donoso Morillo

PROYECTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y ECONOMÍA CIRCULAR INCLUSIVA
GERENTE:
María Alexandra Cabrera

EQUIPO TÉCNICO
Luis Vallejo
David Mogollón
Andrea Guevara
José Barreno

DISEÑO
J&M Agencia de Publicidad

IMPRESIÓN
J&M Agencia de Publicidad

Primera Edición, 2023
© Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica
Calle Madrid 1159 y Andalucía
Código Postal: 170525 / Quito - Ecuador
www.ambiente.gob.ec

La reproducción parcial o total de esta publicación, en cualquier forma y por cualquier medio mecánico o electrónico, está permitida siempre y cuando sea autorizada por los editores y se cite correctamente la fuente.

Con el apoyo de:

CAF WASTEMAP BID

DISTRIBUCIÓN GRATUITA
PROHIBIDA SU VENTA

EL NUEVO ECUADOR

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

Índice

ACRÓNIMOS Y SIGLAS	7
PRESENTACIÓN	8
INTRODUCCIÓN	9
MARCO LEGAL	10
FUNDAMENTO METODOLÓGICO	11
PROCESO PARA REALIZACIÓN DEL ECCRS	13
A. ETAPA DE PLANIFICACIÓN	14
B. ETAPA DE DISEÑO	19
C. ETAPA DE CAMPO	69
D. ETAPA DE ANÁLISIS	78
GLOSARIO DE TÉRMINOS	110
BIBLIOGRAFÍA	112
LISTA DE ANEXOS	114

Índice tablas

Tabla 1. Experiencia y funciones del equipo de dirección del estudio 15
Tabla 2. Lista de documentación a recopilarse en el municipio 16
Tabla 3. Lista de documentación a recopilarse en instituciones externas 17
Tabla 4. Categorías de cantón 24
Tabla 5. Tamaño de la muestra en domicilios urbanos por categoría de cantón - cantones sin estratificación 32
Tabla 6. Tamaño de la muestra en domicilios urbanos por barrios por categoría de cantón - cantones sin estratificación 32
Tabla 7. Tamaño de la muestra en domicilios urbanos por categoría de cantón- cantones con estratificación 33
Tabla 8. Número y tipo de estratos por categoría de cantón 33
Tabla 9. Número de muestras por cada estrato y categoría de cantón 34
Tabla 10. Tamaño de la muestra en domicilios urbanos por barrios y categoría de cantón- cantones con estratificación 34
Tabla 11. Número de muestras en domicilios rurales por categoría de cantón 37
Tabla 12. Número de parroquias o sectores rurales a muestrearse por categoría de cantón 37
Tabla 13. Número de muestras en generadores asociados por categoría de cantón 38
Tabla 14. Clases de generadores comerciales 38
Tabla 15. Tipos de generadores de restaurantes, hoteles e instituciones 40
Tabla 16. Número de muestras de cada generador asociado por categoría de cantón 41
Tabla 17. Número de muestras para cada clase de comercio 42
Tabla 18. Número de mercados a muestrearse por categoría de cantón 45
Tabla 19. Número de instituciones educativas a muestrearse por categoría de cantón 45
Tabla 20. Número de instituciones educativas a muestrearse por tipo de institución y categoría de cantón 46
Tabla 21. Número de rutas de barrido a muestrearse por categoría de cantón 47
Tabla 22. Número de muestras por fuente de generación y categoría de cantones 48
Tabla 23. Dimensiones y variables generales para estratificación socioeconómica 50
Tabla 24. Principales funciones del equipo de campo 59
Tabla 25. Codificación de muestras por tipo de generador 63
Tabla 26. Principales materiales, implementos y equipos a utilizarse en la etapa de campo del ECCRS 67
Tabla 27. Calendario de actividades de campo en una semana tipo 77
Tabla 28. Unidades de PPC de generadores no domiciliarios 87

Índice ilustraciones

Ilustración 1. Gráfico de curvas de tamaños de muestras para diferentes poblaciones y PPC 12
Ilustración 2. Esquema de etapas para elaborar el ECCRS 13
Ilustración 3. Fuentes generadoras de residuos sólidos en ECCRS 21
Ilustración 4. Esquema de tamaño muestral 31
Ilustración 5. Representación muestreo estratificado 33
Ilustración 6. Organización de equipo de elaboración de ECCRS 61
Ilustración 7. Formato de credencial de identificación de personal del ECCRS 62
Ilustración 8. Ejemplo de material de comunicación y sensibilización del ECCRS 65
Ilustración 9. Esquema de método de cuarteo de residuos sólidos 74
Ilustración 10. Esquema de diagrama de cajas y bigotes 81
Ilustración 11. Diagrama de flujo de validación de datos de generadores domiciliarios 83
Ilustración 12. Diagrama de flujo de validación de datos de generadores no domiciliarios 84

Índice ecuaciones

Ecuación 1. Cálculo del tamaño de muestra en poblaciones finitas 11
Ecuación 2. Cálculo del tamaño de muestra por método Dr. Kunitoshi Sakurai 11
Ecuación 3. Cálculo de población por método geométrico 22
Ecuación 4. Cálculo de población flotante 26
Ecuación 5. Cálculo de población flotante no residente 26
Ecuación 6. Cálculo de población flotante por turismo 26
Ecuación 7. Cálculo de estancia media de viajeros 26
Ecuación 8. Cálculo de número total de comercios 39
Ecuación 9. Cálculo del número total de generadores de restaurantes, hoteles e instituciones 40
Ecuación 10. Cálculo del número total de generadores asociados 40
Ecuación 11. Cálculo del porcentaje de representatividad de los generadores asociados 41
Ecuación 12. Cálculo del porcentaje de representatividad de los generadores comerciales por su clase 41
Ecuación 13. Cálculo de la PPC de cada generador domiciliario 81
Ecuación 14. Cálculo de la PPC promedio de los generadores domiciliarios 82
Ecuación 15. Cálculo de la puntuación Z-Score para cada generador domiciliario 82
Ecuación 16. Cálculo de PPC domiciliar cantonal 85
Ecuación 17. Cálculo de la generación domiciliar cantonal 85
Ecuación 18. Cálculo de PPC domiciliar urbana – cantones con estratificación 86
Ecuación 19. Cálculo del promedio diario de generación de cada generador no domiciliario 87
Ecuación 20. Cálculo de la PPC de los grupos de generadores no domiciliarios 87
Ecuación 21. Cálculo de la generación de asociados del cantón 88
Ecuación 22. Cálculo de la generación de otros generadores no domiciliarios del cantón 88
Ecuación 23. Cálculo de la generación no domiciliaria del cantón 89
Ecuación 24. Cálculo de la PPC de generadores no domiciliarios del cantón 89
Ecuación 25. Cálculo de la PPC de residuos sólidos del cantón 90
Ecuación 26. Cálculo de la generación de residuos sólidos del cantón cuando no se ha definido población flotante 90
Ecuación 27. Cálculo de la generación de residuos sólidos del cantón cuando se ha definido población flotante 90
Ecuación 28. Cálculo del volumen de un cilindro 104
Ecuación 29. Cálculo del peso neto de los residuos sólidos 104
Ecuación 30. Cálculo de la densidad de los residuos sólidos 105

Acrónimos y siglas

AAN	Autoridad Ambiental Nacional
ANOVA	Análisis de la varianza con un factor
COOTAD	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización
CODA	Código Orgánico del Ambiente
ECCRS	Estudio de cuantificación y caracterización de residuos y desechos sólidos no peligrosos
EM	Estancia media de un viajero
GADM	Gobierno autónomo descentralizado municipal o metropolitano
GIRS	Gestión integral de residuos sólidos no peligrosos
GRECI	Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva
Hab	Habitantes
INEC	Instituto nacional de estadísticas y censos
Kg	Kilogramos
LOECI	Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva
MAATE	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
NSE	Nivel socioeconómico
PEAD o HDPE	Plásticos de Polietileno de alta densidad
PEBD o LDPE	Plásticos de Polietileno de baja densidad
PET	Plásticos de Polietileno de tereftalato
PP	Plásticos de Polipropileno
PS	Plásticos de Poliestireno
PVC	Plásticos de Policloruro de vinilo
PPC	Producción per cápita de residuos sólidos
RCODA	Reglamento al Código Orgánico del Ambiente
Ton	Toneladas



PRESENTACIÓN

Desde sus primitivos orígenes, la necesidad de medir ha sido una acción inherente al ser humano y al desarrollo de la sociedad; por ejemplo, se estima que el uso de las primeras balanzas se remonta al año 3500 a.C. en el antiguo Egipto y Mesopotamia como un aspecto fundamental en el comercio e intercambio de productos.

Asimismo, la cuantificación sigue siendo esencial en la actualidad para abordar y atender necesidades y problemáticas derivadas de la interacción de las actividades humanas con el entorno, como la generación de residuos sólidos.

En consecuencia, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, de conformidad con su rectoría en la materia, presenta la "Guía metodológica para la cuantificación y caracterización de residuos y desechos sólidos no peligrosos" que establece los lineamientos y procedimientos técnicos para la elaboración de estudios de cuantificación y caracterización de residuos y desechos sólidos no peligrosos por parte de los municipios de Ecuador.

Por consiguiente, la implementación de esta herramienta posibilitará la estandarización, mejora y optimización de los procesos de generación de información con la obtención de datos fiables, que resultan útiles e indispensables tanto en el ámbito local como nacional, en lo que respecta a la toma de decisiones, contabilidad, reporte, planificación, diseño y evaluación de políticas públicas de gestión integral de residuos sólidos y temas transversales como la economía circular y el cambio climático.

Finalmente agradecemos a las organizaciones y expertos que han brindado su valioso apoyo para la construcción de este importante instrumento técnico.

INTRODUCCIÓN

Objetivo de la guía

El presente instrumento establece los lineamientos, parámetros y procedimientos que deben realizar los gobiernos autónomos descentralizados municipales y metropolitanos (GADM) del territorio ecuatoriano para elaborar su estudio de cuantificación y caracterización de residuos y desechos sólidos no peligrosos (ECCRS).

Para la formulación de este instrumento se ha contado con el aporte de varios especialistas y la ejecución de pilotos en territorio, que ha permitido ajustar y establecer el proceso metodológico para ejecutar etapas con procedimientos específicos y diferenciados por categoría de cantón, con el fin de obtener información sobre la producción per cápita, cantidad, composición y densidad de los residuos sólidos no peligrosos de las diversas fuentes generadoras.

Estudio de ECCRS

Documento técnico elaborado con base en estándares y lineamientos metodológicos, que presenta datos e información primaria sobre la cantidad y características de residuos y desechos sólidos no peligrosos producidos por diferentes fuentes generadoras en un determinado ámbito geográfico, útil para diseño y evaluación de proyectos, planificación y gestión en materia de residuos sólidos a corto, mediano y largo plazo.

Usuarios de la guía

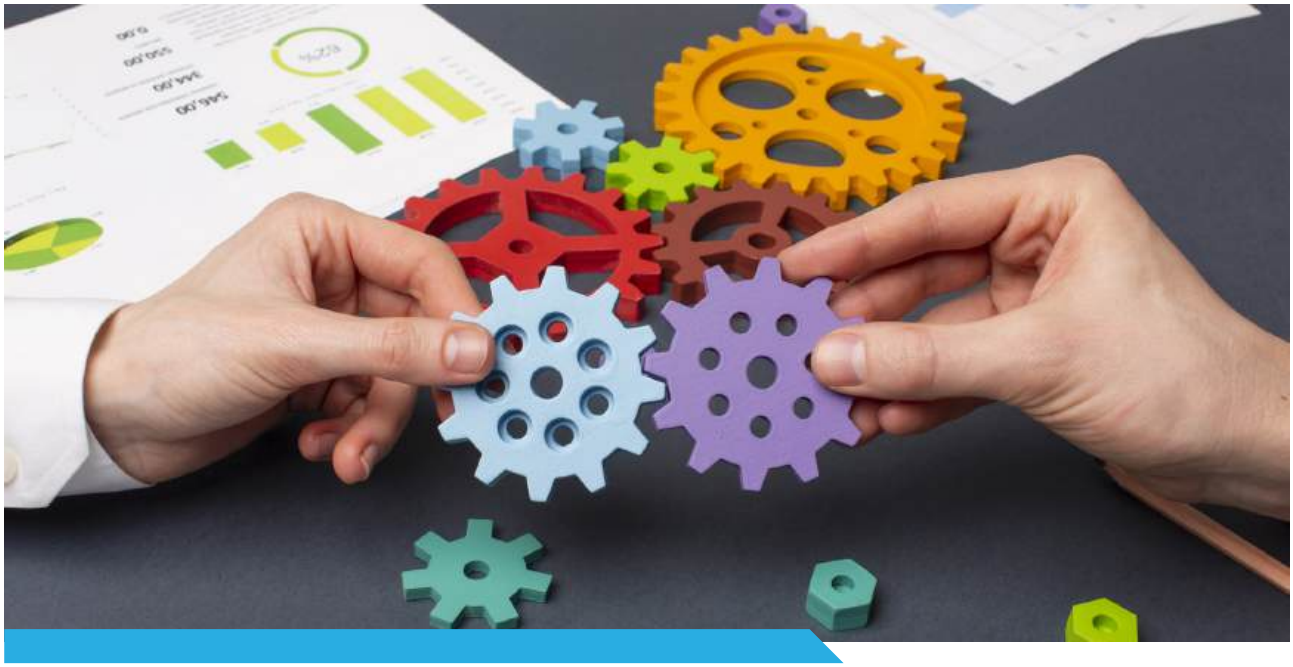
- Funcionarios de municipios, responsables de las unidades de residuos sólidos, que requieran desarrollar y/o actualizar los estudios de caracterización de residuos sólidos.
- Especialistas y técnicos que formulen proyectos de residuos sólidos y necesiten contar con la información de las características de los residuos y desechos sólidos no peligrosos de la zona de estudio.
- Profesionales de instituciones públicas y privadas vinculadas a la gestión de los residuos sólidos.

Implementación y vigencia del ECCRS

- El ECCRS deberá realizarse y presentarse a la Autoridad Ambiental Nacional (AAN) al menos una (1) vez cada cuatro (4) años.
- El ECCRS que se presente como parte de un estudio municipal de residuos sólidos, ya sea de gestión integral de residuos sólidos (GIRS), diseño de celda emergente o diseño de cierre técnico de botaderos; deberá realizarse conforme a los lineamientos establecidos en esta guía.

MARCO LEGAL

Código Orgánico del Ambiente (CODA)	GIRS sometida a tutela estatal cuyo fin es contribuir al desarrollo sostenible.	Artículo 224
	GIRS en todos los niveles y formas de gobierno estará alineada a la política nacional e instrumentos técnicos emitidos por la Autoridad Ambiental Nacional.	Artículo 228
	Autoridad Ambiental Nacional ente rector en residuos sólidos.	Artículo 231
Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) – Ley Reformatoria	Competencia exclusiva de los gobiernos autónomos descentralizados municipales de la prestación del servicio público de residuos sólidos.	Artículo 30
Ley Orgánica para la racionalización, reutilización y reducción de plásticos de un solo uso	Obligación de los municipios de realizar la caracterización de los residuos sólidos generados en su jurisdicción.	Artículo 14
Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva (LOECI)	Fomento de la gestión integral de residuos y política pública de la economía circular inclusiva.	Artículo 1
Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (RCODA)	Atribuciones de la Autoridad Ambiental Nacional responsable de expedir políticas, instructivos, normas técnicas y demás instrumentos normativos necesarios para la gestión integral de residuos y desechos.	Artículo 573



FUNDAMENTO METODOLÓGICO

Para la determinación y estructuración de la metodología de la guía, se ha realizado un análisis que considera los siguientes aspectos:

- Revisión y análisis de diferentes normas o lineamientos existentes sobre caracterización de residuos sólidos.
- Facilitación de procedimientos para el desarrollo del ECCRS.
- Definición de los generadores a ser considerados en el estudio, sean domiciliarios como no domiciliarios.
- Asociación de algunos generadores para optimizar procedimientos.
- Categorización de cantones en función de su población actual.
- Diferenciación de procedimientos para cada tipo generador y categoría de cantón, en determinación de tamaños de muestras, ejecución de recopilación y análisis de la información recabada.
- Estratificación socioeconómica urbana en varias categorías de cantón.
- Procedimientos basados en un muestreo estadístico.
- Definición y asignación del tamaño de muestras en función de evaluaciones a través de las siguientes ecuaciones:

Ecuación 1 Cálculo del tamaño de la muestra en poblaciones finitas (no se conoce información de estudios previos)

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

Donde:
n = Número de muestras
$(Z_{1-\alpha/2})$ = 1,96 para 95% de confiabilidad
N= población total a ser muestreada
δ = Desviación estándar

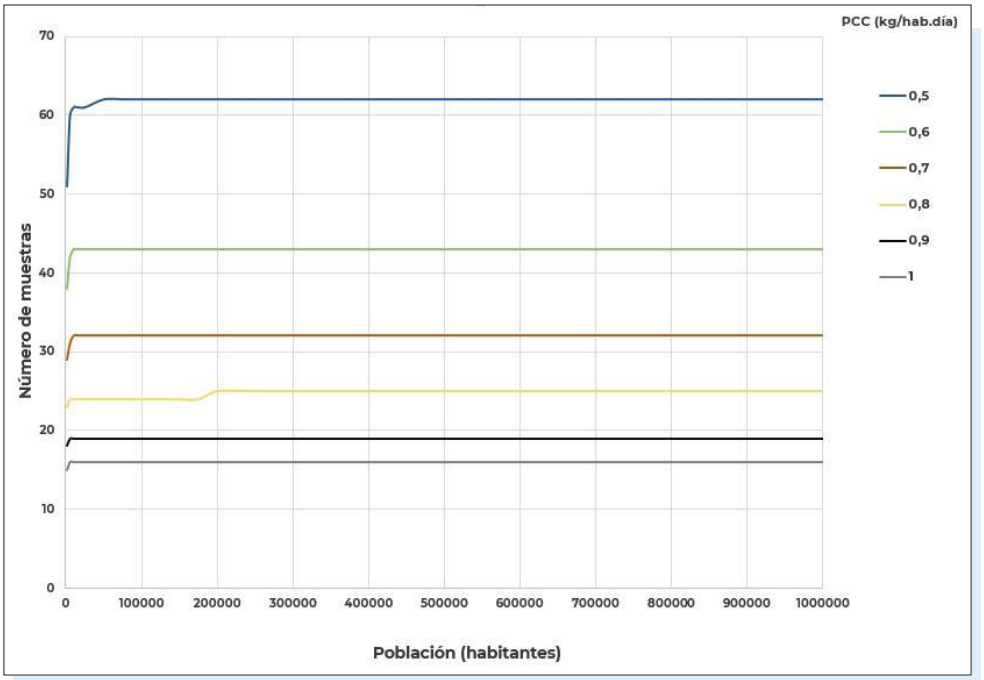
Ecuación 2 Cálculo del tamaño de la muestra por método Dr. Kunitoshi Sakurai (se conocen información de estudios previos)

$$n = \frac{v^2}{\left(\frac{E}{1,96}\right)^2 + \frac{v^2}{N}}$$

Donde: (Sakurai, 1995)
n= Número de viviendas a probar aleatoriamente
υ= Desviación estándar de la variable x
E= Error permisible (gr/hab/día). 25 a 60 gr/hab/día recomendado
N= Número total de viviendas del estrato en cuestión

- Comportamiento asintótico en las curvas generadas para determinar el tamaño de muestra de una población.

Ilustración 1 Gráfico de curvas de tamaños de muestras para diferentes poblaciones y PPC

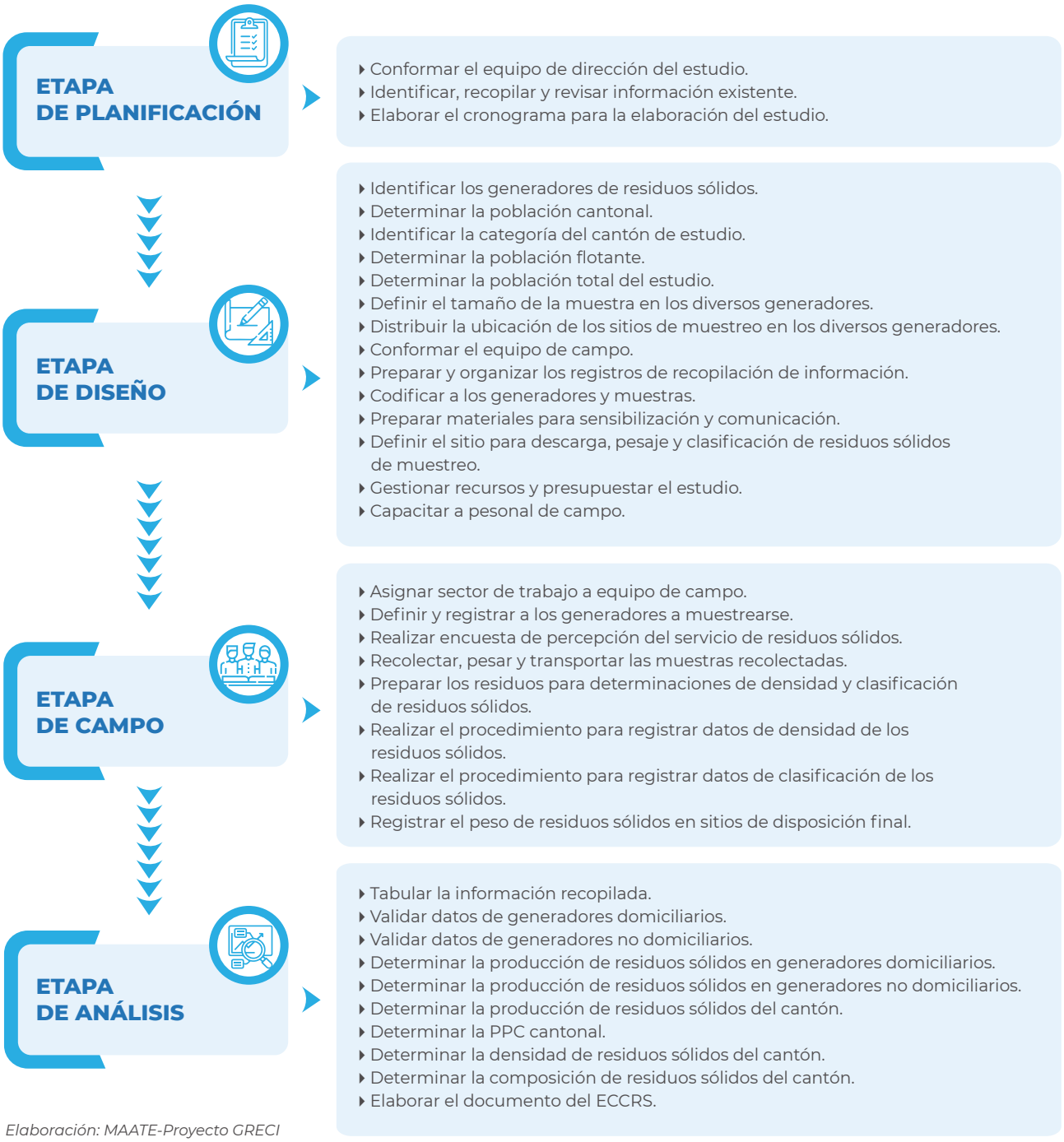


Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

PROCESO PARA REALIZACIÓN DEL ECCRS

La presente guía determina el proceso para la elaboración de un estudio de cuantificación y caracterización de residuos y desechos sólidos no peligrosos, mediante procedimientos y actividades a realizarse en etapas de planificación, diseño, campo y análisis de información.

Ilustración 2 Esquema de etapas para elaborar el ECCRS



Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI



1 ETAPA DE PLANIFICACIÓN

A.1.
Conformar el equipo de dirección del estudio

A.2.
Identificar, recopilar y revisar información existente

A.3.
Elaborar el cronograma para la realización del estudio

A. ETAPA DE PLANIFICACIÓN

Es la etapa en la que se conformará el personal que dirigirá la elaboración del estudio, se coordinarán acciones para recabar información existente y se programarán conforme a los procedimientos indicados en este documento.

A.1.
Conformar el equipo de dirección del estudio



Es el grupo de trabajo que tendrá la máxima responsabilidad en la orientación y desarrollo del estudio, que debe garantizar el adecuado cumplimiento de las actividades programadas. Estará conformado por el director y el jefe de campo del estudio.

Procedimiento

1. Elegir por parte del responsable de la unidad, departamento o empresa municipal que realiza la gestión de los residuos y desechos sólidos no peligrosos en el cantón, al funcionario que estará a cargo de la dirección del estudio.
2. Oficializar por parte de la máxima autoridad del municipio o empresa municipal de residuos sólidos, la designación del director del estudio.
3. Oficializar y designar por parte del director del estudio al jefe de campo del estudio.
4. Revisar las principales funciones que este grupo de trabajo tendrá a cargo.

Tabla 1 Experiencia y funciones del equipo de dirección del estudio

Cargo	Experiencia/ conocimiento	Funciones
Director del estudio	Dirección, supervisión o coordinación de proyectos	▸ Dirigir y liderar el proceso de desarrollo del estudio. ▸ Planificar el desarrollo de las actividades del estudio conforme a la presente guía. ▸ Asignar tareas al grupo de trabajo y supervisar el cumplimiento de las mismas. ▸ Coordinar y articular acciones con otras áreas o unidades internas y externas al municipio. ▸ Convocar a reuniones y socializar con funcionarios de otras áreas internas y externas al municipio sobre el alcance y procedimiento para ejecutar el estudio. ▸ Gestionar los recursos necesarios para la ejecución del estudio. ▸ Recopilar la documentación requerida para desarrollar el estudio. ▸ Realizar en conjunto con el jefe de campo el cronograma y presupuesto del estudio. ▸ Revisar y aprobar el informe de los resultados del estudio.
Jefe de campo	Gestión de residuos sólidos	▸ Realizar el reconocimiento de las zonas de trabajo. ▸ Capacitar al personal operativo de campo. ▸ Realizar y aplicar en conjunto con el personal de apoyo, los procedimientos y actividades establecidos en la guía. ▸ Supervisar el cumplimiento de las actividades que contempla el trabajo de campo.

Cargo	Experiencia/ conocimiento	Funciones
Jefe de campo	Gestión de residuos sólidos	▸ Garantizar el cumplimiento de medidas y procedimientos de seguridad, salud e higiene en las actividades de campo, a través de charlas y seguimiento. ▸ Revisar el proceso de compilación y tabulación de la información registrada en las actividades de campo. ▸ Inventariar y entregar al personal operativo, los materiales, equipos e insumos que se utilicen en las actividades de campo. ▸ Elaborar el informe de los resultados del estudio.

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

5. Coordinar y mantener reuniones de trabajo con la entidad rectora nacional en materia de residuos sólidos, con el fin de recibir asistencia técnica antes y durante la formulación del estudio.
6. Gestionar y coordinar con la dirección financiera del municipio, los recursos económicos y humanos necesarios para desarrollar el estudio.

Consideraciones

El documento del estudio debe estar suscrito por el director y puesto en consideración para aprobación de la máxima autoridad municipal. De igual forma, en caso de que el estudio se realice por contratación de servicios, el documento debe ser suscrito por el contratista y su contraparte municipal de administrador del contrato.

A.2.
Identificar, recopilar y revisar información existente

Como siguiente actividad se requiere que el grupo de dirección del estudio recopile la documentación existente, necesaria para elaborarlo.

Procedimiento

1. Coordinar, solicitar y recopilar, en los departamentos o unidades municipales correspondientes, la documentación existente que se utilizará para elaborar el estudio.

Tabla 2 Lista de documentación a recopilarse en el municipio

Departamento / Unidad Municipal	Documentación a recopilar
Gestión de residuos sólidos o quien haga de sus veces	▸ Planos, mapas, rutas, horarios y frecuencias del servicio de barrido y recolección de residuos sólidos. ▸ Registros sobre cantidades de residuos sólidos dispuestos. ▸ Estudios previos de cuantificación y caracterización de residuos sólidos, en caso de que se los tenga, a fin de contar con información histórica al respecto. ▸ Lista de personal que realiza el barrido, recolección, disposición final de los residuos sólidos. ▸ Convenios con instituciones educativas o recicladores de base, en caso de que existan.

Departamento / Unidad Municipal	Documentación a recopilar
Planificación, avalúos, catastros, rentas o quien haga de sus veces	▸ Listado de parroquias urbanas y rurales del cantón. ▸ Planos catastrales del área urbana y rural del cantón, en formato físico y digital. ▸ Plano de los barrios de la cabecera cantonal, en formato físico y digital. ▸ Planos de vías del cantón, en formato físico y digital. ▸ Ortofotos del cantón. ▸ Estudios o plano de estratificación socioeconómica del cantón, en caso de tenerlos. ▸ Estudios sobre flujos de población flotante en el cantón, en caso de tenerlos. ▸ Catastro o patentes municipales de actividades económicas del cantón, en formato digital. ▸ Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón - PDOT. ▸ Plan de uso y gestión de suelo del cantón - PUGS.
Mercados o quien haga de sus veces	▸ Listado de mercados municipales, información relacionada con puestos de venta, área, días de atención y feria.
Turismo o quien haga de sus veces	▸ Registros de turismo nacional e internacional en el cantón, en el caso de tenerlo.

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

2. Identificar y recopilar documentación de fuentes externas al municipio

Tabla 3 Lista de documentación a recopilarse en instituciones externas

Departamento / Unidad Municipal	Documentación a recopilar
Autoridad nacional de estadísticas y censos	▸ Proyecciones poblacionales del cantón. ▸ Proyecciones poblacionales del cantón por área urbana y rural.
Autoridad nacional de educación	▸ Listado de todas las instituciones educativas (primaria y secundaria) existentes en el cantón con el nivel de educación y el número de alumnos.
Autoridad nacional de finanzas públicas	▸ Listado de todas las instituciones públicas existentes en el cantón.
Autoridad nacional de turismo	▸ Registros de ingreso de turistas nacionales y extranjeros al cantón. ▸ Registros sobre hospedaje y estancias medias de turistas en el cantón.

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

A.3.
Elaborar el cronograma para la realización del estudio

El equipo de dirección del estudio elaborará el cronograma con el fin de gestionar y evaluar el adecuado cumplimiento de las actividades que se deben realizar durante el proceso del estudio.

Procedimiento

1. Elaborar el cronograma incluyendo todas las etapas y actividades descritas en este documento, con responsables y plazos de ejecución.
2. Para facilitar la elaboración del cronograma, hacer uso del **Anexo 1**.

Consideraciones

En la organización y programación de actividades se debe analizar y considerar factores del riesgo asociado al tiempo de cumplimiento de tareas.



2 ETAPA DE DISEÑO

B.1.
Identificar los generadores de residuos y desechos sólidos

B.2.
Determinar la población cantonal

B.3.
Identificar la categoría del cantón de estudio

B.4.
Determinar la población flotante

B.5.
Determinar la población total del estudio

B.6.
Definir el tamaño de la muestra

B.7.
Determinar el tamaño de las muestras en generadores domiciliarios

B.8.
Determinar el tamaño de la muestra en generadores no domiciliarios

B.9.
Contabilizar el resumen de muestras a realizarse por categoría de cantón

B.10.
Distribuir la ubicación de los sitios de muestreo en generadores domiciliarios

B.11.
Distribuir la ubicación de los sitios de muestreo en generadores no domiciliarios

B.12.
Conformar el equipo de campo

B.13.
Preparar y organizar los registros

B.14.
Codificar a los generadores y muestras de estudio

B.15.
Preparar materiales para sensibilización y comunicación

B.16.
Definir el sitio para descarga, pesaje y clasificación de residuos sólidos de muestreo

B.17.
Gestionar recursos y presupuestar el estudio

B.18.
Capacitar al personal de campo

B. ETAPA DE DISEÑO

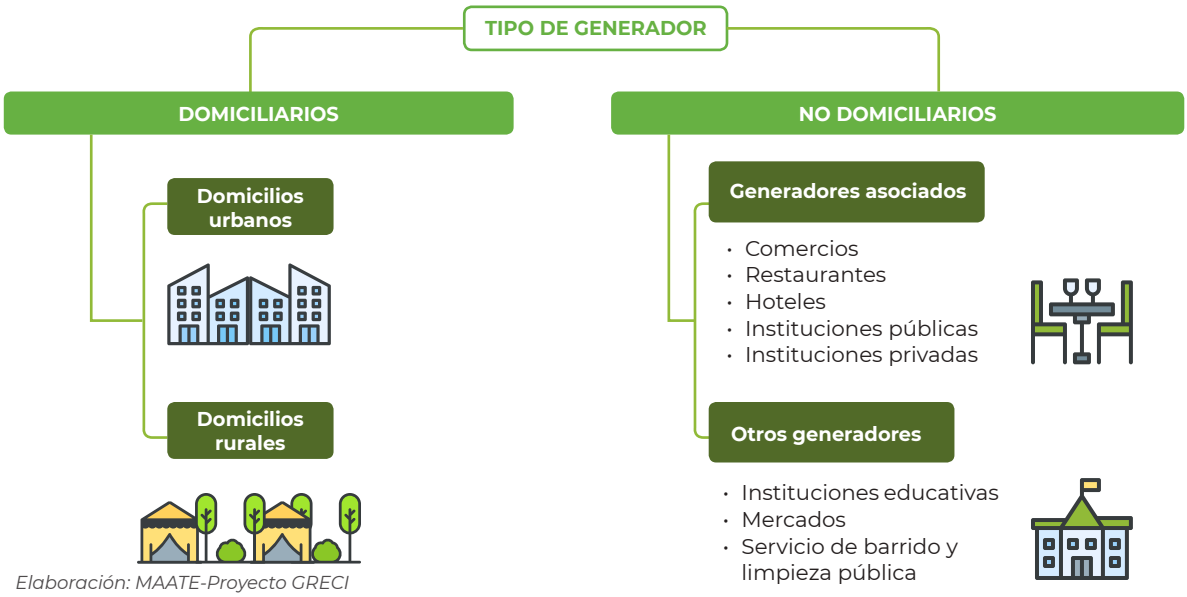
Corresponde a la etapa en que se identifican los parámetros necesarios para la estructuración del estudio.

B.1.
Identificar los generadores de residuos y desechos sólidos

Para obtener la cantidad de residuos y desechos sólidos no peligrosos que se generan en un territorio, es necesario estudiar sus diferentes fuentes generadoras; esta es una tarea compleja y onerosa, dada la necesidad de determinar la generación de cada fuente, con una confiabilidad estadística para que los valores obtenidos sean representativos.

En la práctica resulta difícil abordar la totalidad de generadores existentes en un cantón, por lo que, a fin de simplificar procedimientos aplicables a todos los municipios, se asume que la generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos se dará a partir de las principales fuentes generadoras que se indican a continuación.

Ilustración 3 Fuentes generadoras de residuos sólidos en ECCRS



Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

B.2.
Determinar la población cantonal

En este apartado, se describe el procedimiento para definir la población actual de un cantón, con base en la información censal publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

Procedimiento

1. Revisar e identificar las cifras de la población actual del cantón de estudio y por área urbana y rural, publicadas en las proyecciones anuales de población por el INEC.

2. Considerar, en el caso de que no se disponga de las proyecciones poblacionales para el año del estudio, el cálculo de la población por el método geométrico con la información censal previa existente.

El modelo geométrico supone una tasa de incremento proporcional a la población, con la siguiente ecuación.

Ecuación 3 Cálculo de población por método geométrico

$$Pf = Po\ (1 + r)^n$$

Donde:
Pf = Población final (actual) en habitantes.
Po= Población inicial en habitantes.
r = Tasa de crecimiento o decrecimiento anual (%).
n= Número de años que se desea proyectar a la población, a partir de la población inicial (Po).

Consideraciones

La estimación de la población cantonal por el método geométrico se realizará solo en caso de que no se tenga a la fecha del estudio, la información publicada de las proyecciones poblacionales del INEC.

Ejemplo

Enunciado:

Se ha planificado desarrollar un estudio de cuantificación y caracterización de residuos y desechos sólidos no peligrosos en los cantones Cayambe y Puerto López en el año 2023, por lo que se requiere identificar sus poblaciones con la información elaborada por el INEC, correspondiente a las proyecciones de población cantonales del país.

Desarrollo:

De la consulta realizada en las publicaciones del INEC, sobre las proyecciones poblacionales de cantones, realizadas a partir del último censo de población y vivienda (Censo 2010), se tiene:

Cantón Cayambe

Cantón	Población proyectada (habitantes)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Cayambe	88.840	90.709	92.587	94.470	96.356	98.242	100.129	102.015	103.899	105.781	107.660

Cantón	Población proyectada (habitantes)									
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Cayambe	109.534	111.404	113.269	115.128	116.979	118.822	120.654	122.475	124.285	126.081

En el caso de la población por área en el cantón Cayambe, el INEC ha publicado información hasta el año 2020 con los siguientes porcentajes:

Cantón	**Población 2020** (habitantes)	Área urbana		Área rural	
		Población 2020 (habitantes)	%	**Población 2020** (habitantes)	%
Cayambe	107.660	49.752	46,2	57.908	53,8

Esos porcentajes se utilizan para estimar las poblaciones por área del cantón Cayambe al año 2023:

Cantón	**Población 2023** (habitantes)	Área urbana		Área rural	
		Población 2023 (habitantes)	%	**Población 2023** (habitantes)	%
Cayambe	113.269	52.344	46,2	60.925	53,8

Cantón Puerto López

Cantón	Población proyectada (habitantes)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Puerto López	21.149	21.525	21.899	22.267	22.631	22.989	23.342	23.689	24.028	24.361	24.688

Cantón	Población proyectada (habitantes)									
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Puerto López	25.006	25.317	25.621	25.917	26.204	26.483	26.753	27.014	27.266	27.507

En el caso de la población por área en el cantón Puerto López, el INEC ha publicado información hasta el año 2020 con los siguientes porcentajes:

Cantón	**Población 2020** (habitantes)	Área urbana		Área rural	
		Población 2020 (habitantes)	%	**Población 2020** (habitantes)	%
Puerto López	24.688	12.388	50,2	12.300	49,8

Esos porcentajes se utilizan para estimar las poblaciones por área del cantón Puerto López al año 2023:

Cantón	**Población 2023** (habitantes)	Área urbana		Área rural	
		Población 2023 (habitantes)	%	**Población 2023** (habitantes)	%
Puerto López	25.621	12.856	50,2	12.765	49,8

Ejemplo

Enunciado:

Se requiere conocer la población del cantón Cayambe en el año 2023; debido a que no se cuenta con esta información en el INEC (caso hipotético), estimar la población a este año mediante el uso del método geométrico, a partir de los siguientes datos:

Población cantón Cayambe año censo 2001 (Po) = 69.800 habitantes.
Tasa de crecimiento anual intercensal 1990-2001 (r)= 3,6%.

Desarrollo:

Aplicando la ecuación del método geométrico se tiene:

$Pf = Po\ (1 + r)^n$

$P_{2023} = 69.800\ (1+0,036)^{(2023-2001)}$

P_{2023} = 151.974 habitantes estimados en el cantón Cayambe al año 2023 por el método geométrico.

B.3.
Identificar la categoría del cantón de estudio

Considerando las características y particularidades propias que tienen los cantones del país y con el fin de distinguir y facilitar los procedimientos durante el desarrollo del estudio, se ha establecido una categorización de los cantones en función de su población cantonal, de acuerdo con los siguientes rangos.

Tabla 4 Categorías de cantón

Categoria cantón	Población (habitantes)
Micro	<15.000
Pequeño	15.001 a 50.000
Mediano	50.001 a 200.000
Grande	200.001 a 1.000.000
Especial	>1.000.000

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

Procedimiento

1. Revisar la población del cantón en el año de la elaboración del estudio, en la información publicada por el INEC.

2. Verificar y definir la categoría a la que pertenece el cantón conforme a su población. Para facilitar la verificación hacer uso del **Anexo 2**.

Consideraciones

La categoría del cantón se define por su población en el año de elaboración del estudio, determinado con la información del INEC.

Ejemplo

Enunciado:
Establecer la categoría a la que pertenecen los cantones Cayambe y Puerto López, si se conoce que sus poblaciones en el año de estudio son las siguientes:

Cantón	Población 2023 (habitantes)
Cayambe	113.269
Puerto López	25.621

Desarrollo:
Revisados los rangos para las categorías de cantones del país presentados en este documento, se tiene:

Cantón	Población anual (habitantes)	Rango de población (habitantes)	Categoría
Cayambe	113.269	50.001 a 200.000	Mediano
Puerto López	25.621	15.001 a 50.000	Pequeño

B.4.
Determinar la población flotante

Ciertos cantones, por sus características, tienen una marcada movilidad geográfica, por lo que reciben una considerable cantidad de población flotante, siendo necesario incluir a esta en la generación de residuos sólidos, con el fin de contar con información que no subestime o sobreestime los resultados del estudio.

Como parte de la población flotante en un cantón, se encuentran los siguientes grupos:

- Personas que se desplazan en forma frecuente (en general diariamente) por actividades como trabajo, estudio, compras, gestiones, ocio u otros motivos.
- Persona que se encuentran realizando turismo y vacaciones en el cantón.
- Personas que se encuentran por periodos o temporadas durante el año en el cantón, como trabajadores o jornaleros de temporada.
- Personas que encuentran en tránsito hacia otros lugares (aeropuertos, estaciones, puertos, etc.). Inmigrantes en situación administrativa irregular.

En la práctica, por la falta de estadística y la irregularidad en su flujo, resulta complejo determinar a una población flotante; en este contexto se propone su estimación a través de las siguientes ecuaciones:

Ecuación 4. Cálculo de población flotante

$$PF = PNR + PT$$

Donde:
PF = Población flotante.
PNR = Población no residente.
PT = Población debida al turismo.

Ecuación 5. Cálculo de población flotante no residente

$$PNR = PNRT + PNRE + PESR$$

Donde:
PNR = Población no residente.
PNRT = Población no residente que trabaja.
PNRE = Población no residente que estudia.
PNSR = Población estacional debido a segunda residencia.

Ecuación 6. Cálculo de población flotante por turismo

$$PT = EAT + SRESID + VFA + Exc$$

Donde:
PF = Población flotante por turismo.
EAT= Número de pernoctaciones de turistas que se alojan en establecimientos de alojamiento turístico.
SRESID = Número de pernoctaciones de turistas en segundas residencias, casa/departamento arrendado.
VFA = Número de pernoctaciones de turistas que se alojan en casas de familiares/amigos.
Exc = Flujo de excursionistas (visitantes por el día).

Para la estancia media (EM), que es el número medio de noches que pernocta un viajero, se tiene la siguiente ecuación.

Ecuación 7. Cálculo de estancia media de viajeros

$$EM = \frac{Np}{Nv}$$

Donde:
EM = Estancia media de viajeros.
Np = Número de pernoctaciones de viajeros.
Nʊ = Número de viajeros que pernoctan.

Procedimiento

1. Recopilar la información estadística necesaria para calcular la población flotante del cantón.
2. Analizar la información disponible para determinar su uso en la estimación de la población flotante.
3. Calcular la población flotante del cantón al año del estudio.

Consideraciones

Para estimar la población flotante es importante que el municipio identifique, recabe y cuente con información y registros, cuyos datos sean confiables y validados.

Caso contrario, de no contar con dicha información, se excluye su determinación en el ECCRS.

Ejemplo

Enunciado:

Estimar la población flotante del cantón Puerto López, considerando que, previo análisis, se ha determinado que esta corresponde principalmente a turistas, para lo cual se hará uso de la información proporcionada por la jefatura de turismo de su municipalidad:

Registro de ingreso de turistas		
Turistas nacionales	Turistas extranjeros	Total
102.166	44.284	146.450

Perfil del turista nacional que visita Puerto López:

- Las fechas de viaje preferidas son: fines de semanas y feriados el 22%, temporada de sol y playa enero a mayo el 31%, temporada de observación de ballenas de junio a octubre el 38% y fin de año el 9%.
- Permanecen en el destino 0 noches (18 %), 1 noche (25%), 2 noches (39%), 3 noches (12%) y más de 3 noches (6%).
- Viajan generalmente motivados por la rica gastronomía el 9%, observación de ballenas jorobadas el 22%, Parque Nacional Machalilla el 43% y turismo de sol y playa el 26%.
- El 82% utiliza establecimientos de alojamiento, el 18% pernocta donde amigos o familiares.

Perfil del turista extranjero que visita Puerto López:

- Las fechas de viaje preferidas son: fines de semanas y feriados el 6%, temporada de sol y playa de enero a mayo el 27%, temporada de observación de ballenas de junio a octubre el 59% y fin de año el 8%.
- Permanecen en el destino 0 noches (6%), 1 noche (21%), 2 noches (48%), 3 noches (18%) y más de 3 noches (7%).

- Viajan generalmente motivados por la rica gastronomía el 5%, observación de ballenas el 15%, Parque Nacional Machalilla el 53% y turismo de sol y playa el 10%.
- El 94% utiliza establecimientos de alojamiento, el 6% pernocta donde amigos o familiares.

Desarrollo:

En el caso del cantón Puerto López, la población flotante (PF) corresponde principalmente a la población por turismo (PT), es decir PF = PT.

Turismo nacional

No. Turistas nacionales	102.166

No. Excursionistas (Exc)	Estancia media EM (noches pernoctación/turista)	% Turistas	No. Turistas	No. Turistas excursionistas
	0	18%	102.166	18.390

No. Turistas con pernoctación	No. Turistas nacionales - No. Turistas excursionistas (102.166 – 18.390 =)	83.776

No. Turistas que pernoctaron donde amigos/familiares	18% de Turistas pernoctaron (83.776 * 18% =)	15.080

No. Pernoctaciones de turistas que alojan en casa de familiares/ amigos (VFA)	Estancia media EM (noches pernoctación/ turista)	% Turistas	% Turistas pernoctaron	No. Turistas pernoctaron donde amigos/familiares	No. Pernoctaciones
	1	25%	30%	4.524	4.524
	2	39%	48%	7.238	14.477
	3	18%	22%	3.318	9.953
		Total	**100%**	**15.080**	**28.953**

No. Turistas que pernoctaron en establecimientos de alojamiento turístico	82% de Turistas pernoctaron (83.776 – 15.080 =) 68.696

No. Pernoctaciones en establecimientos de alojamiento turístico (EAT)	Estancia media EM (noches pernoctación/ turista)	% Turistas	% Turistas pernoctaron	No. Turistas pernoctaron en establecimientos turísticos	No. Pernoctaciones
	1	25%	30%	20.609	20.609
	2	39%	48%	32.974	65.949
	3	18%	22%	15.113	45.340
		Total	**100%**	**69.696**	**131.987**

PT nacional = EAT + VFA + Exc

PT nacional = 131.897 + 28.953 + 18.390

PT nacional = 179.240 flotantes

Turismo internacional

No. Turistas internacionales	44.284

No. Excursionistas (Exc)	Estancia media EM (noches pernoctación/turista)	% Turistas	No. Turistas	No. Turistas excursionistas
	0	6%	44.284	2.657

No. Turistas con pernoctación	No. Turistas nacionales - No. Turistas excursionistas	41.627

No. Turistas que pernoctaron donde amigos/familiares	6% de Turistas pernoctaron	2.498

No. Pernoctaciones de turistas que alojan en casa de familiares/ amigos (VFA)	Estancia media EM (noches pernoctación/ turista)	% Turistas	% Turistas pernoctaron	No. Turistas pernoctaron donde amigos/familiares	No. Pernoctaciones
	1	25%	30%	749	749
	2	39%	48%	1.199	2.398
	3	18%	22%	549	1.648
				Total	**4.795**

No. Turistas que pernoctaron en establecimientos de alojamiento turístico	94% de Turistas pernoctaron	39.129

No. Pernoctaciones en establecimientos de alojamiento turístico (EAT)	Estancia media EM (noches pernoctación/ turista)	% Turistas	% Turistas pernoctaron	No. turistas que pernoctaron en establecimientos turísticos	No. Pernoctaciones
	1	25%	30%	11.739	11.739
	2	39%	48%	18.782	37.564
	3	18%	22%	8.608	25.825
				Total	**75.128**

PT internacional = EAT + VFA + Exc

PT internacional = 2.657 + 4.795 + 75.128

PT internacional = 82.580 flotantes

Por lo cual:
PT = 179.240 + 82.580
PT = 261.820 habitantes/año

Como PF = PT
PF = 261.820 habitantes flotantes/año
PF ≈ 717 habitantes flotantes/día

B.5.
Determinar la población total del estudio

La población total que intervine en el estudio corresponde a la población cantonal y a la población flotante, en caso de que se disponga de esta.

Procedimiento

1. Realizar la sumatoria de la población cantonal con la población flotante estimada.

Consideraciones

En los casos en que los municipios justifiquen que no tienen la estimación de población flotante, la población del estudio será la misma que la población cantonal.

La población total del estudio se utilizará en la estimación de la generación de residuos, conforme a los procedimientos que se describen más adelante en el presente documento.

Se enfatiza en que la población total del estudio no determina la categoría del cantón, sino la población cantonal anual, conforme a lo señalado en la Tabla No. 4.

Ejemplo

Enunciado:
Estimar la población total relacionada al estudio de cuantificación y caracterización de residuos y desechos sólidos de los cantones de Cayambe y Puerto López, si se tiene la siguiente información:

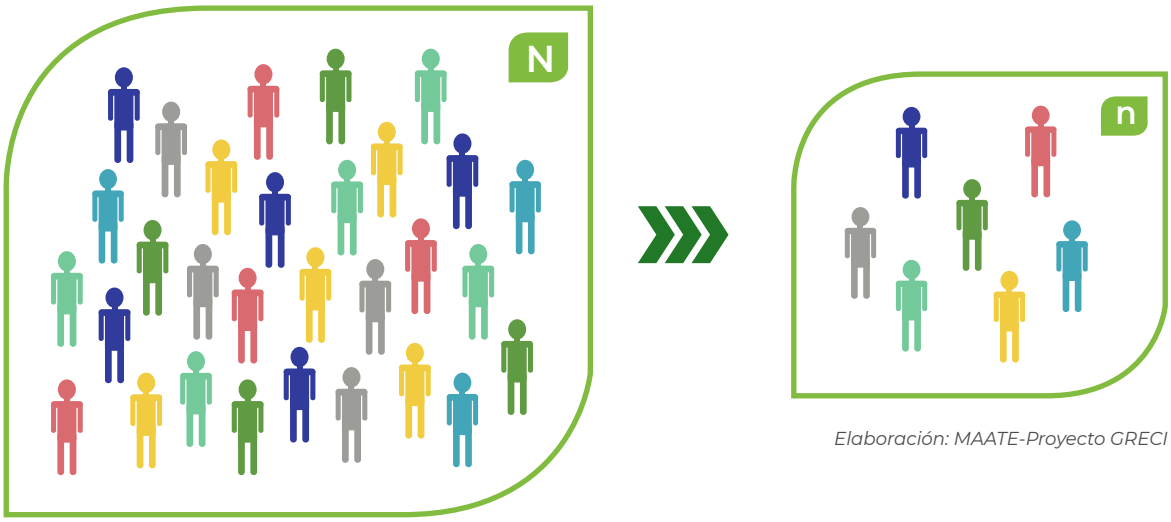
Cantón	Población cantonal 2023 (habitantes)	Población flotante (visitantes)
Cayambe	113.269	No disponible
Puerto López	25.621	717

Desarrollo:
En el caso del cantón Cayambe, por sus características demográficas no se ha justificado estimar una población flotante, por lo tanto, se tienen los siguientes resultados:

Cantón	Población cantonal (habitantes)	Población flotante (visitantes)	Población total del estudio
Cayambe	113.269	No disponible	113.269
Puerto López	25.621	717	26.338

B.6.
Definir el tamaño de la muestra

Ilustración 4 Esquema de tamaño muestral



Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

El número de muestras que se requiere recolectar de una determinada población o fuente generadora debe garantizar que los resultados a obtener en el estudio sean representativos de la población o universo a estudiar.

En tal sentido, conforme a lo indicado en el apartado que describe la metodología estadística empleada para definir el tamaño de muestras en los diferentes generadores, se han definido estas cantidades en función de las categorías de cantones, conforme a los procedimientos que se describen a continuación.

B.7.
Determinar el tamaño de las muestras en generadores domiciliarios

Corresponde al número de muestras a realizarse en los predios domiciliarios del área urbana y rural del cantón de estudio.

B.7.1.
Determinar el tamaño de la muestra en domicilios del área urbana

El tamaño en domicilios del área urbana corresponde al número de muestras a recabarse en los domicilios ubicados en los barrios o sectores de la cabecera cantonal.

Además, para analizar y evaluar las características de los residuos y desechos sólidos no peligrosos generados en varios segmentos de la población de estudio, se plantea para algunos tipos de cantones un muestreo estratificado de acuerdo con su estatus socioeconómico, para conocer y hacer uso de información diferenciada.

Procedimiento

a. Cantones sin estratificación socioeconómica

1. Aplicar este procedimiento en el caso de los cantones categorizados como micros y pequeños, que son homogéneos en sus características socioeconómicas.

2. Utilizar el siguiente número de muestras a recabar.

Tabla 5 Tamaño de la muestra en domicilios urbanos por categoría de cantón - cantones sin estratificación

Categoria cantón	Número de muestras a recabar en domicilios urbanos
Micro	55
Pequeño	70

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

3. Utilizar la siguiente distribución del número de muestras y barrios en los que se realizará el muestreo.

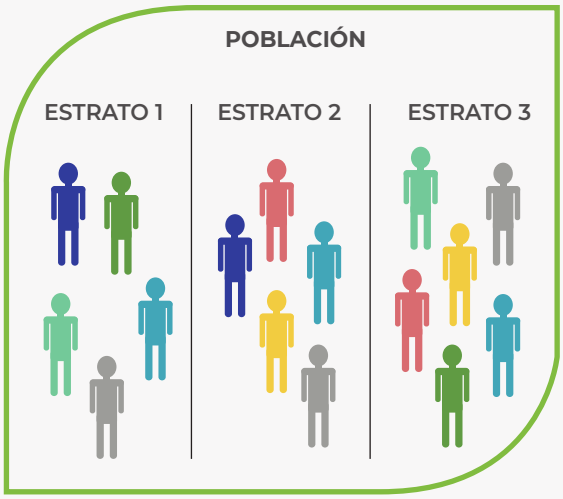
Tabla 6 Tamaño de la muestra en domicilios urbanos por barrios por categoría de cantón - cantones sin estratificación

Categoria cantón	Número de muestras a recabar en domicilios urbanos	Número de barrios a muestrear	Número de muestras por cada barrio
Micro	55	5	11
Pequeño	70	7	10

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

b. Cantones con estratificación socioeconómica

Ilustración 5 Representación muestreo estratificado



1. Aplicar este procedimiento en el caso de los cantones categorizados como medianos, grandes y especiales.
2. Utilizar el siguiente número de muestras a recabar.

Tabla 7 Tamaño de la muestra en domicilios urbanos por categoría de cantón- cantones con estratificación

Categoria cantón	Número de muestras a recabar en domicilios urbanos
Mediano	120
Grande	180
Especial	220

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

3. Emplear la siguiente distribución del número y tipo de estrato.

Tabla 8 Número y tipo de estratos por categoría de cantón

Categoria cantón	Número de estratos socioeconómicos	Estratos socioeconómicos
Mediano	2	Bajo/medio
		Alto
Grande	3	Bajo
		Medio
		Alto
Especial	3	Bajo
		Medio
		Alto

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

4. Revisar y utilizar la información sobre estratificación socioeconómica que dispongan los municipios, caso contrario, utilizar la información sobre estratificación del nivel socio económico (NSE) de hogares que haya publicado el INEC.

5. Distribuir la información de estratificación que se use conforme al número y tipo de estratos asignados para cada categoría de cantón.

6. Determinar el número de muestras por cada estrato, utilizando el porcentaje de hogares que pertenecen a estos, respecto al total de muestras en domicilios urbanos.

Tabla 9 Número de muestras por cada estrato y categoría de cantón

Categoria cantón	Número de muestras domicilios urbanos	Número de estratos socioeconómicos	Estratos socioeconómicos	Número de muestras por estrato socioeconómico
Mediano	120	2	Bajo/medio	n_{E1} = 120 x % hogares en estrato bajo/medio
			Alto	n_{E2} = 120 x % hogares en estrato alto
Grande	180	3	Bajo	n_{E1} = 180 x % hogares en estrato bajo
			Medio	n_{E2} = 180 x % hogares en estrato medio
			Alto	n_{E3} = 180 x % hogares en estrato alto
Especial	220	3	Bajo	n_{E1} = 220 x % hogares en estrato bajo
			Medio	n_{E2} = 220 x % hogares en estrato medio
			Alto	n_{E3} = 220 x % hogares en estrato alto

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

7. Utilizar la siguiente distribución del número de muestras y barrios en los que se realizará el muestreo.

Tabla 10 Tamaño de la muestra en domicilios urbanos por barrios y categoría de cantón- cantones con estratificación

Categoria cantón	Número de muestras a recabar en domicilios urbanos	Número de barrios estratificados a muestrear	Número de muestras por cada barrio
Mediano	120	12	10
Grande	180	18	10
Especial	220	22	10

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

Consideraciones

En el caso de los cantones con estratificación, el número de muestras por barrio deberá considerar, además, la distribución geográfica acorde al número de muestras por estrato socioeconómico, tal como se presenta más adelante en el ejemplo de distribución espacial de muestras.

Para facilitar la verificación del tamaño de muestras en el área urbana, hacer uso del **Anexo 2**.

Ejemplo

Enunciado:

Definir el número de muestras por cada estrato socioeconómico, que se deben recolectar en domicilios urbanos de la cabecera cantonal de los cantones de Puerto López, Cayambe y Machala.

En el caso de que los municipios de estos cantones no cuenten con información de distribución socioeconómica específica, considerar los resultados de la última encuesta de estratificación del nivel socioeconómico (NSE 2011) realizada por el INEC, sobre los siguientes promedios nacionales de distribución de hogares (dominios) por estrato socioeconómico:

Nivel socioeconómico	Dominios
A (alto)	1,9%
B (medio alto)	11,2%
C+ (medio típico)	22,8%
C- (medio bajo)	49,2%
D (bajo)	14,9%

Desarrollo:

Cantón Puerto López

El cantón Puerto López, al estar categorizado como pequeño, no considera estratificación socioeconómica.

Cantón	Categoría cantón	Número de estratos socioeconómicos	Número de muestras domicilios urbanos
Puerto López	Pequeño	-	70

Cantón Cayambe

El cantón Cayambe corresponde a la categoría de tipo mediano, por lo que se debe distribuir el número de muestras urbanas en dos estratos: bajo-medio y alto.

Al no tener un estudio propio sobre la estratificación socioeconómica en el cantón, se utiliza el promedio nacional de la encuesta NSE, reduciendo a los dos estratos considerados para este tipo de cantón.

Nivel socioeconómico	Total de dominios	Estratificación cantón tipo mediano	% de hogares
A (alto)	1,9%	Alto	13,1%
B (medio alto)	11,2%		
C+ (medio típico)	22,8%	Bajo/medio	86,9%
C- (medio bajo)	49,2%		
D (bajo)	14,9%		

Por lo tanto, se tiene como resultado el siguiente número de muestras para cada estrato.

Categoría cantón	Número de muestras domicilios urbanos	Estratos socioeconómicos	Número de muestras a recolectar por estrato socioeconómico	
Mediano	120	Bajo/medio	n_{E1} = 120 x 86,9%	104
		Alto	n_{E2} = 120 x 13,1%	16

Cantón Machala

El cantón Machala corresponde a la categoría de tipo grande, por lo que se debe distribuir el número de muestras urbanas en tres estratos: bajo, medio y alto.

De igual forma, al no tener un estudio propio sobre la estratificación socioeconómica en el cantón, se utiliza el promedio nacional de la encuesta NSE, reduciendo a los tres estratos considerados para este tipo de cantón.

Nivel socioeconómico	Total de dominios	Estratificación cantón tipo mediano	% de hogares
A (alto)	1,9%	Alto	13,1%
B (medio alto)	11,2%		
C+ (medio típico)	22,8%	Medio	22,8%
C- (medio bajo)	49,2%	Bajo	64,1%
D (bajo)	14,9%		

Por lo tanto, se tiene como resultado el siguiente número de muestras para cada estrato.

Categoría cantón	Número de muestras domicilios urbanos	Estratos socioeconómicos	Número de muestras a recoelctar por estrato socioeconómico	
Grande	180	Bajo	n_{E1} = 180 x 64,1%	115
		Medio	n_{E2} = 180 x 22,8%	41
		Alto	n_{E3} = 180 x 13,1%	24

B.7.2.
Determinar el tamaño de las muestras en domicilios del área rural

El tamaño en domicilios del área rural corresponde al número de muestras a tomarse en las parroquias o sectores rurales del cantón de estudio.

Procedimiento

1. Utilizar el número de muestras en domicilios rurales, conforme a la siguiente asignación.

Tabla 11. Número de muestras en domicilios rurales por categoría de cantón

Categoria cantón	Número de muestras en domicilios rurales
Micro	55
Pequeño	60
Mediano	100
Grande	140
Especial	180

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

2. Distribuir el número de muestras en domicilios rurales que se deben recabar en el siguiente número de parroquias o sectores rurales.

Tabla 12. Número de parroquias o sectores rurales a muestrearse por categoría de cantón

Categoria cantón	Número de parroquias/sectores rurales a muestrearse
Micro	1
Pequeño	1
Mediano	2
Grande	2
Especial	3

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

Consideraciones

Para aplicación del presente instrumento, las cabeceras de las parroquias rurales serán consideradas como zonas rurales.

En el área rural no se realizará el procedimiento de estratificación socioeconómica.

Para los cantones que no tengan parroquias, zonas y población rural, la información cantonal corresponderá a la definida en su área urbana.

Para facilitar la verificación del tamaño de muestras en el área rural, hacer uso del **Anexo 2**.

B.8.
Determinar el tamaño de la muestra en generadores no domiciliarios

Corresponde al número de muestras a realizarse en los comercios, restaurantes, hoteles, instituciones, mercados, centros educativos y servicio de barrido del cantón.

B.8.1.
Determinar el tamaño de la muestra en generadores asociados

Con el fin de simplificar el procedimiento para determinar el número de muestras de los generadores no domiciliarios, a varios de estos se los ha asociado en función de sus características: comercios, restaurantes, hoteles e instituciones públicas y privadas.

Por lo tanto, tal como se indicó en la etapa de planificación, es necesario recopilar el registro de patentes en el cantón con la información de todos los locales comerciales, restaurantes, hoteles, instituciones públicas y privadas, de manera tal que se determine el número total de estos generadores en la localidad y el porcentaje de cada uno de estos respecto a esa totalidad.

Adicionalmente, para que la muestra de generadores de tipo comercial sea representativa se agruparán los mismos en clases de acuerdo con las características del tipo de comercio.

Procedimiento

1. Utilizar el número de muestras para el grupo de generadores asociados (comercios, restaurantes, hoteles e instituciones públicas y privadas), de acuerdo con la siguiente asignación.

Tabla 13. Número de muestras en generadores asociados por categoría de cantón

Categoria cantón	Número de muestras en generadores asociados
Micro	55
Pequeño	60
Mediano	85
Grande	95
Especial	100

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

2. Identificar y clasificar en el documento digital de patentes o catastro de actividades económicas del cantón a los comercios existentes en su jurisdicción, conforme a la siguiente asignación.

Tabla 14. Clases de generadores comerciales

Tipo de comercios	Clase
Micromercados	1
Bodegas de alimentos, frigoríficos	
Tiendas de abarrotes, fruterías, legumbrerías	
Panaderías, pastelerías	

Tipo de comercios	Clase
Papelerías	2
Bazares	
Cabinas de internet, servicios técnicos de telefonía móvil	
Almacenes de ventas de ropa, calzado, artesanías	
Sastrerías, zapaterías, carpinterías, ebanisterías, tapicerías	
Ferreterías, ventas de eléctricos y electrónicos	3
Farmacias, ópticas	
Mueblerías	
Gimnasios	
Almacenes de electrodomésticos	
Heladerías, confiterías	4
Fuentes de soda	
Bares, centros de entretenimiento, discotecas	
Salones de belleza	5
Peluquerías, barberías	
Agencias de viajes	6
Operadores turísticos	
Transporte turístico terrestre y fluvial	

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

3. Realizar la sumatoria de los comercios identificados para cada una de las clases y el conteo total de todos los comercios identificados.

Ecuación 8. Cálculo de número total de comercio

$$N_{\text{comercios clase i}} = \sum(N_{\text{comercios clase i}})$$

Donde:
$N_{\text{comercios}}$ =número total de comercios
$N_{\text{comercios clase i}}$ = número de comercios de cada clase
i = clase 1, clase 2, clase 3, clase 4, clase 5, clase 6

$$N_{\text{comercios clase}} = \sum(N_{\text{comercios clase 1}} + N_{\text{comercios clase 2}} + N_{\text{comercios clase 3}} + N_{\text{comercios clase 4}} + N_{\text{comercios clase 5}} + N_{\text{comercios clase 6}})$$

4. Identificar y clasificar en el documento digital de patentes o catastro de actividades económicas del cantón a los restaurantes, hoteles e instituciones públicas y privadas, conforme a la siguiente referencia.

Tabla 15. Tipos de generadores de restaurantes, hoteles e instituciones

Generador	Tipo
Restaurantes	Restaurantes, chifas, comedores, cafeterías, picanterías, cevicherías, asaderos, pizzerías, comidas rápidas, plazas de comida.
Hoteles	Hoteles, hostales, hosterías, pensiones, casas de huéspedes, refugios.
Instituciones públicas y privadas	**Públicas:** Gobiernos autónomos descentralizados, ministerios, empresas públicas, agencias públicas, consejos, bancos públicos, bibliotecas, entre otros. **Privadas:** Cooperativas, colegios de profesionales, bancos privados, fundaciones, sindicatos, entre otros.

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

5. Realizar la sumatoria de la cantidad para los grupos de restaurantes, hoteles e instituciones públicas y privadas identificadas.

Ecuación 9. Cálculo del número total de generadores de restaurantes, hoteles e instituciones

$$N_{restaurantes} = \sum(N_{restaurantes})$$
$$N_{hoteles} = \sum(N_{hoteles})$$
$$N_{instituciones} = \sum(N_{instituciones})$$

6. Obtener el conteo total de los generadores asociados con la sumatoria de comercios, restaurantes, hoteles e instituciones públicas y privadas identificadas.

Ecuación 10. Cálculo del número total de generadores asociados

$$N_{generadores\ asociados} = \sum(N_{comercios} + N_{restaurantes} + N_{hoteles} + N_{instituciones})$$

Donde:
$N_{generadores\ asociados}$ = número total de generadores asociados identificados
$N_{comercios}$ = número total de comercios identificados
$N_{restaurantes}$ = número total de restaurantes identificados
$N_{hoteles}$ = número total de hoteles identificados
$N_{instituciones}$ = número total de instituciones públicas y privadas identificadas

7. Definir el porcentaje que representa cada uno de los grupos de generadores asociados.

Ecuación 11. Cálculo del porcentaje de representatividad de los generadores asociados

$$\%_{comercios} = \frac{N_{comercios}}{N_{generadores\ asociados}} \times 100$$

$$\%_{restaurantes} = \frac{N_{restaurantes}}{N_{generadores\ asociados}} \times 100$$

$$\%_{hoteles} = \frac{N_{hoteles}}{N_{generadores\ asociados}} \times 100$$

$$\%_{instituciones} = \frac{N_{instituciones}}{N_{generadores\ asociados}} \times 100$$

Donde:
$\%_{comercios}$ = porcentaje de comercios en generadores asociados
$\%_{restaurantes}$ = porcentaje de restaurantes en generadores asociados
$\%_{hoteles}$ = porcentaje de hoteles en generadores asociados
$\%_{instituciones}$ = porcentaje de instituciones públicas y privadas en generadores asociados
$N_{comercios}$ = número de comercios identificados
$N_{restaurantes}$ = número de restaurantes identificados
$N_{hoteles}$ = número de hoteles identificados
$N_{instituciones}$ = número de instituciones públicas y privadas identificadas
$N_{generadores\ asociados}$ = número total de generadores asociados identificados

8. Definir el porcentaje que representa cada clase respecto al total de los comercios.

Ecuación 12. Cálculo del porcentaje de representatividad de los generadores comerciales por su clase

$$\%_{comercios\ clase\ i} = \frac{N_{comercios\ clase\ i}}{N_{comercios}} \times 100$$

Donde:
$\%_{comercios\ clase\ i}$ = porcentaje de cada clase en comercios identificados
$N_{comercios\ clase\ i}$ = número de comercios de cada clase identificados
$N_{comercios}$ = número total de comercios identificados
i = clase 1, clase 2, clase 3, clase 4, clase 5, clase 6

9. Obtener la cantidad de muestras que se deben recabar para cada grupo de generador asociado.

Tabla 16. Número de muestras de cada generador asociado por categoría de cantón

Categoría cantón	Número de muestras en generadores asociados	Número de muestras en comercios	Número de muestras en restaurantes	Número de muestras en hoteles	Número de muestras en instituciones públicas y privadas
Micro	55	$n_{comercios} = 55 \times \%_{comercios}$	$n_{restaurantes} = 55 \times \%_{restaurantes}$	$n_{hoteles} = 55 \times \%_{hoteles}$	$n_{instituciones} = 55 \times \%_{instituciones}$
Pequeño	60	$n_{comercios} = 60 \times \%_{comercios}$	$n_{restaurantes} = 60 \times \%_{restaurantes}$	$n_{hoteles} = 60 \times \%_{hoteles}$	$n_{instituciones} = 60 \times \%_{instituciones}$
Mediano	85	$n_{comercios} = 85 \times \%_{comercios}$	$n_{restaurantes} = 85 \times \%_{restaurantes}$	$n_{hoteles} = 85 \times \%_{hoteles}$	$n_{instituciones} = 85 \times \%_{instituciones}$
Grande	95	$n_{comercios} = 95 \times \%_{comercios}$	$n_{restaurantes} = 95 \times \%_{restaurantes}$	$n_{hoteles} = 95 \times \%_{hoteles}$	$n_{instituciones} = 95 \times \%_{instituciones}$
Especial	100	$n_{comercios} = 100 \times \%_{comercios}$	$n_{restaurantes} = 100 \times \%_{restaurantes}$	$n_{hoteles} = 100 \times \%_{hoteles}$	$n_{instituciones} = 100 \times \%_{instituciones}$

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

10. Obtener la cantidad de muestras que se deben recabar para cada clase de comercio generador.

Tabla 17. Número de muestras para cada clase de comercio

Tipo de comercios	Cálculo de número de muestras por clase
Comercios clase 1	$n_{comercios\ clase\ 1}$ = ncomercios x $\%_{comercios\ clase\ 1}$
Comercios clase 2	$n_{comercios\ clase\ 2}$ = ncomercios x $\%_{comercios\ clase\ 2}$
Comercios clase 3	$n_{comercios\ clase\ 3}$ = ncomercios x $\%_{comercios\ clase\ 3}$
Comercios clase 4	$n_{comercios\ clase\ 4}$ = ncomercios x $\%_{comercios\ clase\ 4}$
Comercios clase 5	$n_{comercios\ clase\ 5}$ = ncomercios x $\%_{comercios\ clase\ 5}$
Comercios clase 6	$n_{comercios\ clase\ 6}$ = ncomercios x $\%_{comercios\ clase\ 6}$

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

Consideraciones

La facilidad de aplicación de este procedimiento está en función de la base de datos de información sobre catastro y patentes con que cuente el municipio, por lo que es importante gestionar con la debida anticipación la solicitud de esta documentación.

Para facilitar la verificación del tamaño de muestras de generadores asociados, hacer uso del **Anexo 2**.

Ejemplo

Enunciado:

Determinar el número de muestras que se deben recabar para cada uno de los generadores asociados, acorde a la elaboración del estudio de cuantificación y caracterización de residuos y desechos sólidos no peligrosos en el cantón Puerto López.

Desarrollo:

- Se hizo uso de la lista digital de las patentes municipales del cantón Puerto López, identificando la totalidad de comercios por cada una de las 6 clases, además la totalidad de restaurantes, hoteles e instituciones privadas existentes en el cantón.

- En el caso de instituciones públicas se utilizó el catálogo de instituciones y entidades operativas desconcentradas del sector público activas del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).

Se obtuvieron los siguientes resultados del conteo:

Generador asociado	Cantidad de cada generador identificado
Comercios	$N_{comercios}$ = 899
Restaurantes	$N_{restaurantes}$ = 167
Hoteles	$N_{hoteles}$ = 77
Instituciones públicas y privadas	$N_{instituciones}$ = 14
Totalidad de generadores asociados identificados	$N_{generadores\ asociados}$ = 1157

En el caso de los comercios la identificación por clase fue la siguiente:

Tipos de comercios	Número de generadores identificados
Comercios clase 1	$N_{comercios\ clase\ 1} = 392$
Comercios clase 2	$N_{comercios\ clase\ 2} = 222$
Comercios clase 3	$N_{comercios\ clase\ 3} = 85$
Comercios clase 4	$N_{comercios\ clase\ 4} = 126$
Comercios clase 5	$N_{comercios\ clase\ 5} = 20$
Comercios clase 6	$N_{comercios\ clase\ 6} = 54$
Total	$N_{comercios} = 899$

Por lo que, la representatividad en porcentaje de cada generador es la siguiente:

Generador asociado	% representatividad de cada generador
Comercios	$\%_{comercios} = (899/1157) \times 100 = 78\%$
Restaurantes	$\%_{restaurantes} = (167/1157) \times 100 = 14\%$
Hoteles	$\%_{hoteles} = (77/1157) \times 100 = 7\%$
Instituciones públicas y privadas	$\%_{instituciones} = (14/1157) \times 100 = 1\%$

Se obtiene el número de muestras que se deben realizar para cada generador, considerando que al cantón Puerto López, categorizado como “pequeño”, le corresponde realizar 60 muestras en total para los generadores asociados.

Categoría cantón	Número de muestras en generadores asociados	Número de muestras en comercios	Número de muestras en restaurantes	Número de muestras en hoteles	Número de muestras en instituciones públicas y privadas
Pequeño	60	$n_{comercios} = 60 \times \%_{comercios}$	$n_{restaurantes} = 60 \times \%_{restaurantes}$	$n_{hoteles} = 60 \times \%_{hoteles}$	$n_{instituciones} = 60 \times \%_{instituciones}$
		$n_{comercios} = 60 \times 78\%$	$n_{restaurantes} = 60 \times 14\%$	$n_{hoteles} = 60 \times 7\%$	$n_{instituciones} = 60 \times 1\%$
		$n_{comercios} = 47$	$n_{restaurantes} = 9$	$n_{hoteles} = 4$	$n_{instituciones} = 1$

Para los comercios, la representatividad en porcentaje de cada clase es la siguiente.

Clases de comercios	% representatividad de cada clase
Comercios clase 1	$\%_{comercios\ clase\ 1} = (392/899) \times 100 = 44\%$
Comercios clase 2	$\%_{comercios\ clase\ 2} = (222/899) \times 100 = 25\%$
Comercios clase 3	$\%_{comercios\ clase\ 3} = (85/899) \times 100 = 9\%$
Comercios clase 4	$\%_{comercios\ clase\ 4} = (126/899) \times 100 = 14\%$
Comercios clase 5	$\%_{comercios\ clase\ 5} = (20/899) \times 100 = 2\%$
Comercios clase 6	$\%_{comercios\ clase\ 6} = (54/899) \times 100 = 6\%$

Por lo que, en el caso de los comercios, la distribución de las muestras a tomarse por clases se da de la siguiente forma:

Tipos de comercios	Número de muestras por clase de comercio
Comercios clase 1	$n_{comercios\ clase\ 1} = n_{comercios} \times \%_{comercios\ clase\ 1}$
	$n_{comercios\ clase\ 1} = 47 \times 44\%$
	$n_{comercios\ clase\ 1} = 20$
Comercios clase 2	$n_{comercios\ clase\ 2} = n_{comercios} \times \%_{comercios\ clase\ 2}$
	$n_{comercios\ clase\ 2} = 47 \times 25\%$
	$n_{comercios\ clase\ 2} = 12$
Comercios clase 3	$n_{comercios\ clase\ 3} = n_{comercios} \times \%_{comercios\ clase\ 3}$
	$n_{comercios\ clase\ 3} = 47 \times 9\%$
	$n_{comercios\ clase\ 3} = 4$
Comercios clase 4	$n_{comercios\ clase\ 4} = n_{comercios} \times \%_{comercios\ clase\ 4}$
	$n_{comercios\ clase\ 4} = 47 \times 14\%$
	$n_{comercios\ clase\ 4} = 7$
Comercios clase 5	$n_{comercios\ clase\ 5} = n_{comercios} \times \%_{comercios\ clase\ 5}$
	$n_{comercios\ clase\ 5} = 47 \times 2\%$
	$n_{comercios\ clase\ 5} = 1$
Comercios clase 6	$n_{comercios\ clase\ 6} = n_{comercios} \times \%_{comercios\ clase\ 6}$
	$n_{comercios\ clase\ 6} = 47 \times 6\%$
	$n_{comercios\ clase\ 6} = 3$

B.8.2.
Determinar el tamaño de la muestra en mercados

El tamaño de la muestra en mercados corresponde al número de estos que deben muestrearse conforme a la categoría del cantón.

Procedimiento

1. Revisar la información proporcionada por el área de mercados del municipio, sobre listado de mercados municipales, información relacionada con puestos de venta, área, días de atención y feria.

2. Utilizar el número de muestras para mercados municipales, conforme a la siguiente asignación.

Tabla 18. Número de mercados a muestrearse por categoría de cantón

Categoría cantón	Número de mercados a muestrearse
Micro	1
Pequeño	1
Mediano	2
Grande	2
Especial	3

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

Consideraciones

En caso de que el cantón no cuente con el número requerido de mercados a muestrearse, se deberá justificar el número de mercados en los que se aplicará el procedimiento de muestreo.

Para facilitar la verificación del tamaño de muestras en mercados, hacer uso del **Anexo 2**.

B.8.3.
Determinar el tamaño de la muestra en instituciones educativas

El tamaño de la muestra en instituciones educativas (primarias y/o secundarias) corresponde al número de estas que debe muestrearse conforme a la categoría del cantón, considerando la cantidad de alumnos inscritos.

Procedimiento

1. Revisar la información publicada por la Autoridad Nacional de Educación, sobre el detalle de instituciones educativas existentes en el cantón.

2. Utilizar el número de muestras para instituciones educativas, conforme a la siguiente asignación.

Tabla 19. Número de instituciones educativas a muestrearse por categoría de cantón

Categoría cantón	Número de instituciones educativas a muestrearse
Micro	2
Pequeño	3
Mediano	3
Grande	4
Especial	5

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

3. Distribuir el número de muestras a recabarse según el tipo de institución educativa, en función a su número de alumnos.

Tabla 20. Número de instituciones educativas a muestrearse por tipo de institución y categoría de cantón

Categoría cantón	Número de instituciones educativas a muestrearse	Distribución del número de muestras por tipo de institución educativa	
		Instituciones con igual cantidad o menos de 200 alumnos	Instituciones con más de 200 alumnos
Micro	2	1	1
Pequeño	3	2	1
Mediano	3	1	2
Grande	4	2	2
Especial	5	3	2

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

Consideraciones

En el caso de que un cantón no cuente con el número requerido de alguna de las dos categorías (≤200 y >200 alumnos), se deberá justificar y complementar su uso con el de la otra categoría.

Considerar en el conteo de alumnos de la institución educativa, si estas realizan actividades por jornadas (diurna, vespertina, nocturna).

Para facilitar la verificación del tamaño de muestras en instituciones educativas, hacer uso del **Anexo 2**.

B.8.4.
Determinar el tamaño de la muestra en servicio de barrido

Corresponde al número de rutas de barrido a muestrearse conforme a la categoría del cantón.

Procedimiento

1. Revisar la información sobre las rutas de barrido existentes en el cantón.

2. Utilizar el número de muestras para rutas de barrido, conforme a la siguiente asignación.

Tabla 21. Número de rutas de barrido a muestrearse por categoría de cantón

Categoría cantón	Número de rutas de barrido a muestrearse
Micro	1
Pequeño	2
Mediano	3
Grande	4
Especial	5

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

Consideraciones

Para el muestreo, seleccionar rutas de barrido representativas y de diferentes sectores de atención: residencial, comercial, especial.

Para facilitar la verificación del tamaño de muestras en rutas de barrido, hacer uso del **Anexo 2**.

Ejemplo

Enunciado:

Definir el número de muestras que se deben tomar en mercados, instituciones educativas y rutas de barrido, en el cantón Puerto López como parte del estudio de cuantificación y caracterización de residuos sólidos.

Desarrollo:

El municipio de Puerto López, categorizado como cantón "pequeño", debe realizar el muestro de la siguiente forma:

Mercados

1 mercado representativo.

Instituciones educativas

3 instituciones distribuidas en 1 institución educativa con igual cantidad o menos de 200 alumnos y 2 instituciones de más de 200 alumnos.

Servicio de barrido

2 rutas de barrido representativa.

B.9.
Contabilizar el resumen de muestras a realizarse por categoría de cantón

Corresponde al total de muestras para cada tipo de generador que debe realizarse en el cantón de estudio.

Procedimiento

1. Para el desarrollo del ECCRS, se resume a continuación el número mínimo de muestras a realizarse por cada tipo de generador, según la categorización de cantones.

Tabla 22 Número de muestras por fuente de generación y categoría de cantones

Categoría cantón	Generadores domiciliarios			Generadores no domiciliarios			
				Número de muestras en generadores asociados	Otros generadores no asociados		
	Número de muestras en domicilios urbanos	Número de muestras en domicilios rurales	Total domiciliarios		Número de mercados a muestrearse	Número de instituciones educativas a muestrearse	Número de rutas de barrido a muestrearse
Micro	55	55	110	55	1	2	1
Pequeño	70	60	130	60	1	3	2
Mediano	120	100	220	85	2	3	3
Grande	180	140	320	95	2	4	4
Especial	220	180	400	100	3	5	5

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

B.10.
Distribuir la ubicación de los sitios de muestreo en generadores domiciliarios

Una vez que se tienen definidos los tamaños de muestra de las distintas fuentes generadoras, el siguiente paso es distribuir espacialmente los sitios de muestreo.

B.10.1.
Distribuir la ubicación de los sitios de muestreo en domicilios del área urbana

Para la ubicación de los sitios en los que se recabarán las muestras en la zona urbana, se empleará un muestreo de tipo aleatorio simple y estratificado, tal como se describe a continuación.

Procedimiento

a. Cantones sin estratificación socioeconómica

1. Aplicar este procedimiento mediante un muestreo aleatorio simple en el caso de los cantones categorizados como micro y pequeños.

2. Identificar y delimitar en el plano catastral de la cabecera cantonal, los barrios existentes de acuerdo con las siguientes categorías:

- Barrios residenciales de media y alta densidad o concentración poblacional.
- Barrios de baja densidad poblacional.
- Barrios con zonas predominantemente comerciales.
- Barrios de zonas industriales y de equipamiento.

3. Numerar en el plano catastral desde 1 a todos los barrios residenciales con media y alta densidad poblacional.

4. Realizar el conteo total de los barrios numerados en la cabecera cantonal.

5. Revisar el número de barrios en los que se debe realizar el muestreo, conforme a la asignación establecida en el capítulo de definición de tamaño de muestra.

6. Seleccionar de forma aleatoria a los barrios en los que se realizará el muestreo. Esta selección deberá arrojar como resultado números únicos, con el fin de que no se repita un barrio elegido. Para facilitar la selección, hacer uso del **Anexo 3**.

7. Identificar en el plano catastral los barrios elegidos de forma aleatoria.

8. Ubicar preliminarmente las muestras en cada uno de los barrios seleccionados.

b. Cantones con estratificación socioeconómica

1. Aplicar este procedimiento mediante un muestreo aleatorio estratificado, en caso de los cantones categorizados como medianos, grandes y especiales.

2. Identificar y delimitar en el plano catastral de la cabecera cantonal, los barrios existentes de acuerdo con las siguientes categorías:

- Barrios residenciales de media y alta densidad o concentración poblacional.
- Barrios de baja densidad poblacional.
- Barrios con zonas predominantemente comerciales.
- Barrios de zonas industriales y de equipamiento.

3. Revisar, en caso de que exista, información sobre estudios o análisis de estratificación socioeconómica de hogares/viviendas en el cantón y analizar su utilidad en la delimitación de estratos en el plano catastral.

4. Identificar y delimitar en el plano catastral de la cabecera cantonal, en los barrios residenciales de media y alta densidad poblacional, las zonas de estratos socioeconómicos, de acuerdo con el número y tipo de estratos que le corresponde al cantón, de acuerdo a lo establecido en el capítulo de definición de tamaño de muestra.

5. Considerar como referencia para la zonificación de los estratos socioeconómicos a las siguientes dimensiones y variables de hogares y viviendas.

Tabla 23 Dimensiones y variables generales para estratificación socioeconómica

Dimensiones	Variables
Características de la vivienda	Es el conjunto de los materiales que tiene la vivienda como el techo, las paredes y el piso, en lo cual se refleja su situación socioeconómica. Considera variables como el número de cuartos, el tipo de servicio higiénico, material predominante en el piso del hogar.
Servicios del hogar	Representa los servicios que el hogar posee, por ejemplo, el servicio doméstico, servicio de telefonía fija o celular y el servicio de internet, que es una propiedad que el hogar muestra como parte del estándar de vida.
Bienes	Este grupo se representa por la tenencia de los bienes como los aparatos electrónicos, electrodomésticos, computadoras, garajes, casas /departamentos, número de vehículos del hogar, los mismos que constituyen un patrimonio del hogar y una muestra del estatus socioeconómico.
Instrucción del jefe de familia	Representa el grado de instrucción del jefe de familia, siendo redefinida como el nivel educativo o de estudios alcanzados por ambos padres o tutores.

Fuente: Vera-Romero & Vera-Romero (2013) / Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

6. Numerar en el plano catastral desde 1 a todos los barrios residenciales con media y alta densidad poblacional, para cada uno de los estratos socioeconómicos delimitados.

7. Realizar el conteo total de los barrios numerados para cada estrato socioeconómico.

9. Revisar el número de barrios en los que se debe realizar el muestreo, conforme a la asignación establecida en el capítulo de definición de tamaño de muestra.

10. Seleccionar de forma aleatoria a los barrios de cada estrato en los que se realizará el muestreo. Esta selección deberá arrojar como resultados números únicos, con el fin de que no se repita un barrio elegido. Para facilitar la selección, hacer uso del **Anexo 3**.

11. Identificar en el plano catastral los barrios elegidos de forma aleatoria para cada estrato.

12. Ubicar preliminarmente las muestras en cada uno de los barrios seleccionados.

Consideraciones

El ejercicio de la delimitación de las zonas barriales y estratos socioeconómicos en la cabecera cantonal se realizará conjuntamente con el área de planificación del municipio.

Para la delimitación de zonas y ubicación preliminar de sitios de muestreo, se puede trabajar inicialmente en un plano impreso y luego en un plano digital georreferenciado, cuya información se cargue en aplicaciones que facilitarán el trabajo de campo.

Ejemplo

Enunciado:

Distribuir geográficamente las muestras de domicilios urbanos en un cantón de categoría pequeño y en un cantón de categoría grande.

Desarrollo:

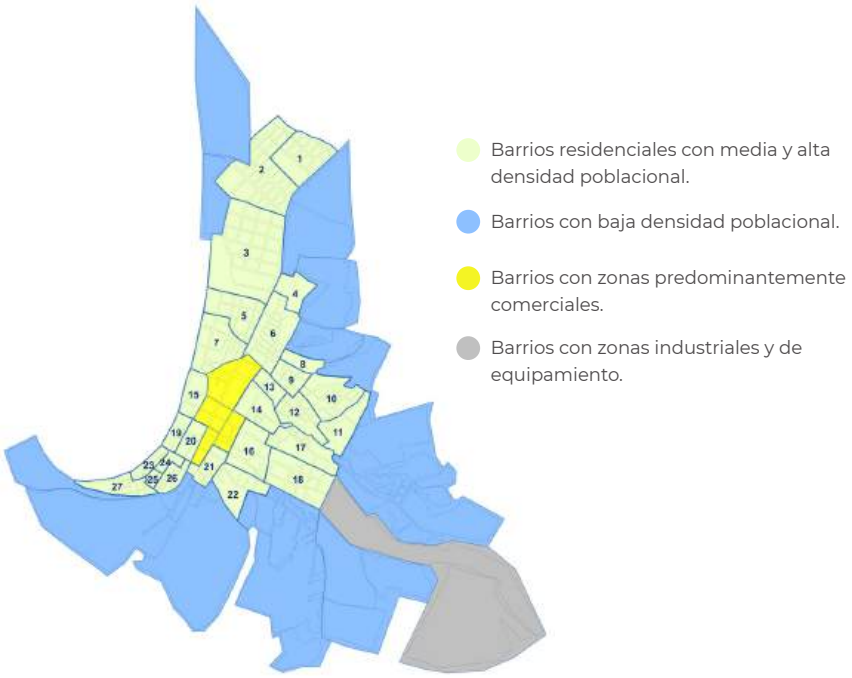
Cantón categoría pequeño

Por su categoría, el cantón pequeño no debe estratificarse socioeconómicamente.

En el plano catastral, con el apoyo y participación del área de planificación del municipio, se delimitaron los siguientes tipos de barrios:

- Barrios residenciales de media y alta densidad poblacional.
- Barrios de baja densidad poblacional.
- Barrios con zonas predominantemente comerciales.
- Barrios de zonas industriales y de equipamiento.

Posteriormente, en el plano, se numeraron los barrios ubicados en zonas de media y alta densidad poblacional, obteniéndose un conteo total de 27 barrios.



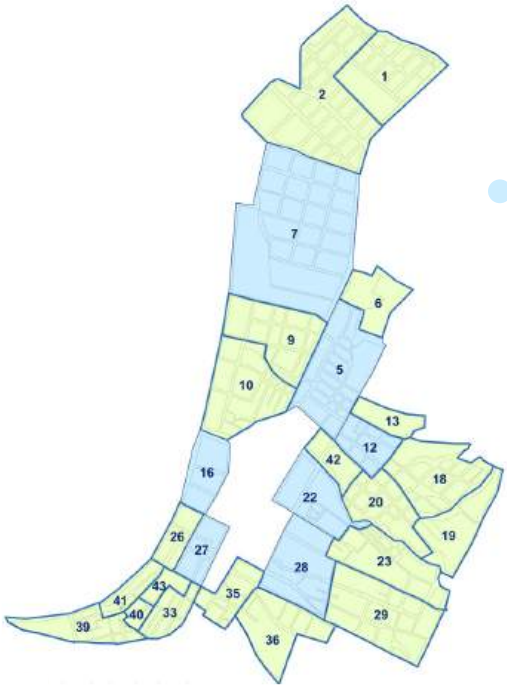
Luego se revisó la asignación del tamaño de muestra en domicilios urbanos que le corresponden a un cantón de categoría pequeño, que es de 70 muestras a recabarse en 7 barrios.

Con la información del conteo total de barrios y el número de barrios que se deben muestrear, se realizó la selección aleatoria de los barrios en los que se realizará el muestreo, para lo cual se usó una hoja de cálculo.

Límite inferior	1
Límite superior	27
Cantidad	7
Resultado	7 28 16 5 22 28 12

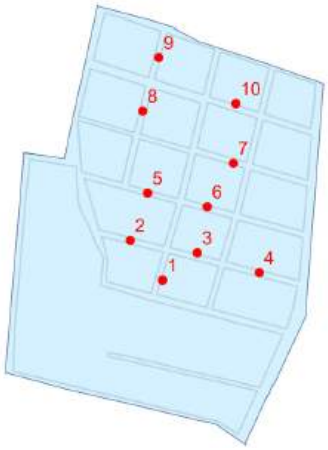
Generar aleatorios

Seguidamente, en el plano catastral se marcaron los 7 barrios seleccionados.



Barrios seleccionados aleatoriamente.

Por último, en el plano catastral, en cada uno de los 7 barrios seleccionados, se ubicaron los sitios preliminares de las 10 muestras que deben realizarse por cada barrio. Los sitios definitivos se establecerán el día del registro o empadronamiento de generadores en la etapa de campo.



Ubicación preliminar de sitios de muestras.

Barrios seleccionados aleatoriamente.

Cantón categoría grande

Por su categoría, al cantón grande le corresponden los estratos socioeconómicos bajo, medio y alto.

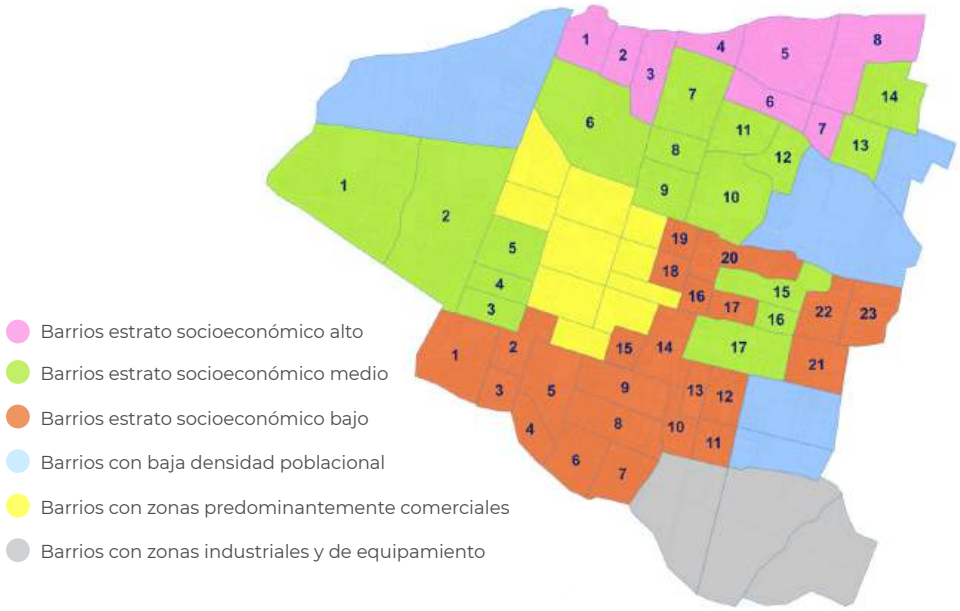
Se revisó la información sobre los resultados de la encuesta NSE del INEC, en lo referente a las características de viviendas por cada nivel socioeconómico, que sirvió para delimitar los estratos en el plano.

Nivel socioeconómico	Estratos socioeconómicos	Dimensión y variables de viviendas
A (alto)	Alto	· El material predominante del piso de estas viviendas es de duela, parquet, tablón o piso flotante. · En promedio tienen dos cuartos de baño con ducha de uso exclusivo para el hogar.
B (medio alto)		· En el 46% de los hogares, el material predominante del piso de la vivienda es de duela, parquet, tablón o piso flotante. · En promedio tienen dos cuartos de baño con ducha de uso exclusivo para el hogar.
C+ (medio típico)	Medio	· El material predominante del piso de estas viviendas es de cerámica, baldosa, vinil o marmetón. · En promedio tienen un cuarto de baño con ducha de uso exclusivo para el hogar.
C- (medio bajo)	Bajo	· El material predominante del piso de estas viviendas es ladrillo o cemento. · En promedio tienen un cuarto de baño con ducha de uso exclusivo para el hogar.
D (bajo)		· El material predominante del piso de estas viviendas es de ladrillo o cemento, tabla sin tratar o tierra. · El 31% de hogares tiene un cuarto de baño con ducha de uso exclusivo para el hogar.

En el plano catastral, juntamente con el área de planificación del municipio, se delimitaron los siguientes tipos de barrios:

- Barrios residenciales de estrato socioeconómico bajo.
- Barrios residenciales de estrato socioeconómico medio.
- Barrios residenciales de estrato socioeconómico alto.
- Barrios de baja densidad poblacional.
- Barrios con zonas predominantemente comerciales.
- Barrios de zonas industriales y de equipamiento.

Luego se numeraron los barrios ubicados en cada estrato socioeconómico, obteniéndose un conteo total de 23 barrios en el estrato bajo, 14 barrios en el estrato medio y 8 barrios en el estrato alto.



Posteriormente se revisó la asignación del tamaño de muestra en domicilios urbanos que le corresponden a un cantón tipo grande que es de 180 muestras, distribuidas en 115 muestras en el estrato bajo, 41 muestras en el estrato medio y 24 muestras en el estrato alto.

Se analizó que las 180 muestras deben recabarse en 18 barrios, es decir 10 muestras por cada barrio, se estimó la cantidad de barrios que deben muestrearse por estrato y barrio.

Número de barrios a muestrear estrato bajo												
No. Barrio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
No. Muestras por barrio	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5

Número de barrios a muestrear estrato medio				
No. Barrio	1	2	3	4
No. Muestras por barrio	10	10	10	11

Número de barrios a muestrear estrato alto		
No. Barrio	1	2
No. Muestras por barrio	10	14

Con la información del conteo total de barrios por cada estrato y el número de barrios que se deben muestrear, se realizó la selección aleatoria de los barrios en los que se realizará el muestreo, para lo cual se usó una hoja de cálculo.

Selección aleatoria estrato bajo	
Límite inferior	1
Límite superior	23
Cantidad	12
Resultado	19 3 9 2 22 15 7 11 4 8 18 5

Generar aleatorios

Selección aleatoria estrato medio	
Límite inferior	1
Límite superior	14
Cantidad	4
Resultado	12 11 9 4

Generar aleatorios

Selección aleatoria estrato alto	
Límite inferior	1
Límite superior	8
Cantidad	2
Resultado	3 6

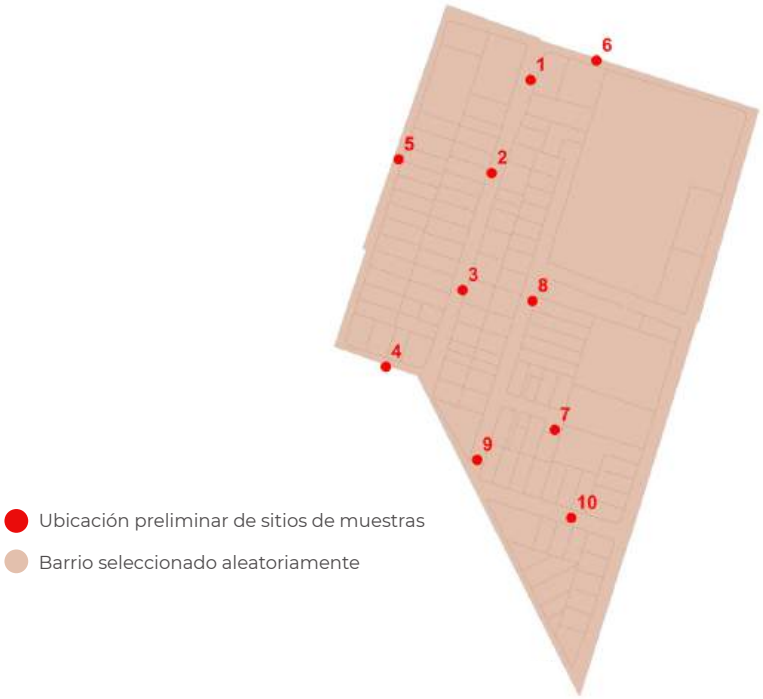
Generar aleatorios

Seguidamente, en el plano catastral se marcaron los barrios seleccionados para cada estrato.



- Barrios estrato socioeconómico bajo
- Barrios seleccionados estrato socioeconómico bajo
- Barrios estrato socioeconómico medio
- Barrios seleccionados estrato socioeconómico medio
- Barrios estrato socioeconómico alto
- Barrios seleccionados estrato socioeconómico alto

Por último, en el plano catastral en cada uno de los 18 barrios seleccionados, se ubicaron los sitios preliminares de las 10 muestras que deben realizarse por cada barrio. Los sitios definitivos se establecerán en el día de registro o empadronamiento de generadores en la etapa de campo.



B.10.2.
Distribuir la ubicación de los sitios de muestreo en domicilios del área rural

Corresponde a la distribución geográfica de los sitios de los domicilios del área rural en los que se recabarán las muestras.

Procedimiento

1. Revisar la información sobre el número de muestras asignadas en este documento, que se deben realizar en la zona rural de acuerdo con la categoría del cantón.

2. Revisar la información sobre el número de parroquias rurales en las que se debe realizar el muestreo.

3. Revisar la información sobre el listado y características de parroquias rurales.

4. Seleccionar la o las parroquias rurales en las que se realizará el muestreo.

5. Ubicar en el plano de las parroquias seleccionadas, los sectores y sitios preliminares de los generadores domiciliarios a muestrear, los mismos que se definirán en el día del empadronamiento y registro de generadores seleccionados de la etapa de campo.

Consideraciones

Por razones logísticas, de costo, características geográficas y dispersión de la población rural del cantón, se podrá realizar el muestreo en las parroquias más cercanas a la cabecera cantonal (la situación ideal sería la toma de muestras en parroquias determinadas de manera aleatoria).

En caso de que el cantón no tenga parroquias rurales, pero sí zonas rurales (sectores, recintos), las muestras deberán distribuirse en estos sectores.

Para la ubicación de los sectores y sitios de muestreo, se podrá considerar a las cabeceras parroquiales y zonas periféricas de estas, con el fin de facilitar el acceso y trabajo en la etapa de campo.

La delimitación de zonas y ubicación preliminar de sitios de muestreo se puede trabajar inicialmente en un plano impreso y luego en un plano digital georreferenciado, cuya información se cargue en aplicaciones que facilitarán el trabajo de campo.

B.11.
Distribuir la ubicación de los sitios de muestreo en generadores no domiciliarios

Corresponde a la ubicación geográfica de los sitios a muestrear en los generadores asociados (comercios, restaurantes, hoteles, instituciones públicas y privadas), mercados, instituciones educativas y servicio de barrido público.

B.11.1.
Distribuir la ubicación de los sitios de muestreo en generadores asociados

Corresponde a la ubicación geográfica de los sitios a muestrear en los comercios, restaurantes, hoteles, instituciones públicas y privadas del cantón en estudio.

Procedimiento

1. Revisar la información sobre el número de muestras asignadas en este documento, que se deben realizar para cada generador asociado de acuerdo con la categoría del cantón.

2. Revisar la información recabada del catastro o patentes municipales de actividades económicas y listado de instituciones públicas existentes en el cantón.

3. Ubicar en el plano, en la(s) zona(s) comercial(es), los sitios preliminares de las muestras para los generadores de comercios para cada clase de estos, los cuales se definirán el día del empadronamiento y registro de generadores seleccionados de la etapa de campo.

Consideraciones

La delimitación de zonas y ubicación preliminar de sitios de muestreo se pueden trabajar inicialmente en un plano impreso y luego en un plano digital georreferenciado, cuya información se cargue en aplicaciones que facilitarán el trabajo de campo.

B.11.2.
Distribuir la ubicación de los sitios de muestreo en mercados

Corresponde a la ubicación geográfica del o los mercados en los que se realizará el muestreo.

Procedimiento

1. Revisar la información sobre el número de muestras asignadas en este documento, que se deben realizar para los mercados de acuerdo con la categoría del cantón.

2. Revisar la información recabada en mercados públicos existentes en el cantón.

3. Ubicar en el plano el o los mercados seleccionados a muestrearse.

Consideraciones

Se deberán considerar para este procedimiento los mercados más representativos del cantón, de ser el caso minoristas y mayoristas.

En caso de que un cantón no cuente con el número de mercados requeridos, se deberá justificar este aspecto y realizar en el número de mercados disponibles.

B.11.3.
Distribuir la ubicación de los sitios de muestreo en instituciones educativas

Corresponde a la ubicación geográfica de las instituciones educativas en las que se realizará el muestreo.

Procedimiento

1. Revisar la información sobre el número de muestras asignadas en este documento, que se deben realizar en instituciones educativas de acuerdo con la categoría del cantón.

2. Revisar la información sobre el número de las instituciones educativas de primaria y secundaria existentes en el cantón.

3. Ubicar en el plano las instituciones seleccionadas para muestreo.

Consideraciones

En caso de que un cantón no cuente con el número requerido de alguna de las dos categorías (≤200 y >200 alumnos), se deberá justificar y complementar su uso con el de la otra categoría.

Para la preselección de los establecimientos educativos participantes en las actividades de muestreo, se deberá verificar la existencia de convenios de cooperación establecidos con el GADM.

B.11.4.
Distribuir la ubicación de los sitios de muestreo en servicio de barrido

Corresponde a la ubicación geográfica de las rutas de barrido en las que se realizará el muestreo.

Procedimiento

1. Revisar la información sobre el número de muestras asignadas en este documento, que se deben realizar en rutas del servicio de barrido de acuerdo con la categoría del cantón.

2. Revisar la información sobre el número de rutas de barrido existente en el cantón.

3. Ubicar en el plano las rutas de barrido seleccionadas.

Consideraciones

Se podrán considerar rutas de barrido manual o mecánico representativas, que atraviesen zonas comerciales y residenciales del cantón.

B.12.
Conformar el equipo de campo

Es el grupo de trabajo conformado por técnicos y operarios que realizarán las actividades de campo.

Procedimiento

1. Elegir por parte del responsable del estudio y jefe de campo al personal que conformará el grupo de trabajo de campo.

2. Asignar por parte del jefe de campo las funciones de los integrantes del grupo de trabajo.

Tabla 24 Principales funciones del equipo de campo

Cargo	Experiencia/conocimiento	Funciones
Operadores de apoyo	• Levantamiento de información en campo	• Entregar diariamente los las fundas/bolsas a los generadores participantes. • Coordinar y desarrollar los procedimientos de campo (recolección de muestras, pesaje, cuarteo y caracterización de residuos sólidos) definidos en este documento. • Registrar el pesaje de las muestras, composición y densidad de los residuos sólidos muestreados. • Compilar y tabular la información registrada en las actividades de campo.

Cargo	Experiencia/conocimiento	Variables
Promotores comunitarios, sociales o ambientales	• Socialización y sensibilización en poblaciones. • Aplicación de encuestas y cuestionarios a ciudadanos.	• Realizar la capacitación, socialización y sensibilización a los generadores sobre el alcance y procedimiento de su participación. • Realizar el registro y empadronamiento de los generadores seleccionados para el muestreo (viviendas, asociados, mercados, instituciones educativas). • Realizar la encuesta de percepción del servicio a los generadores seleccionados. • Compilar y tabular la información de las encuestas de percepción del servicio.
Operarios en recolección	• Trabajo en equipo y proactividad. • Conocimiento de las zonas de intervención.	• Realizar la recolección y pesaje de las muestras de los generadores seleccionados. • Realizar las actividades de movilización y descarga de las muestras.
Operarios en clasificación	• Trabajo en equipo y proactividad. • Conocimiento de los tipos de residuos sólidos a clasificar.	• Realizar las actividades de movilización y descarga de las muestras; homogenización (cuarteo), pesaje y clasificación de subproductos. • Brindar apoyo en actividades de acondicionamiento y limpieza del espacio físico para la caracterización, luego de cada jornada
Conductores de vehículos de recolección	• Conducción de vehículos livianos y pesados.	• Realizar la revisión, limpieza y verificación de la unidad vehicular de forma diaria. • Conducción de los vehículos designados para la recolección de muestras de los generadores y su traslado al sitio de descarga, pesaje y clasificación de los residuos sólidos muestreados.

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

Ilustración 6 Organización de equipo de elaboración de ECCRS



Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

Consideraciones

Para el trabajo de la recolección diaria de muestras se podrán formar grupos de parejas conformados por un operario de recolección y un operador de apoyo.

En función a la disponibilidad de recursos y la organización de actividades de trabajo que realice el jefe de campo, las mismas personas podrán realizar las actividades de operarios de recolección y clasificación de los residuos sólidos.

El número de promotores requeridos dependerá del rendimiento en tiempo (efectivo) que se tome para el empadronamiento, registro y encuesta de percepción del servicio por generador, el número de muestras a recabar y el número de días que se destine para esta actividad. Como referencia se tiene un promedio de rendimiento de 20-25 minutos/generador.

El número de operarios de apoyo y recolección requeridos estará en función del número de muestras a recabar, el tiempo de jornada diario destinado para la recolección y traslado de las muestras y el rendimiento para la recolección de muestras por generador. Como referencia se tiene un promedio de rendimiento de 5 minutos/generador.

El número de operarios de clasificación requeridos estará en función del número de muestras a procesar, el tiempo de jornada diario, destinado para el cuarteo, clasificación y pesaje de las muestras.

Para la conformación del personal de apoyo se podrá considerar la participación de estudiantes universitarios de carreras afines a la gestión de residuos sólidos, y para el personal de recolección y clasificación se podrá considerar a personal municipal o recicladores de base de la zona de intervención.

Para la conformación del personal de promotores comunitarios o ambientales se podrá considerar la participación de personal municipal y estudiantes universitarios de carreras afines a la temática.

B.13.
Preparar y organizar los registros

Los registros corresponden a los documentos físicos que se utilizarán para anotar la información durante la etapa de campo.

Procedimiento

1. Revisar los formatos de registros de encuestas de percepción del servicio. Para facilitar la aplicación de la encuesta, hacer uso del **Anexo 4**.

2. Revisar los formatos de registros de empadronamiento y pesaje de los residuos sólidos muestreados, que deberán utilizarse de acuerdo con la categoría del cantón. Para facilitar el registro y pesaje, hacer uso del **Anexo 5**.

3. Imprimir los registros de acuerdo con la cantidad de muestras que se realizarán para todos los generadores a estudiarse.

4. Preparar e imprimir los documentos de identificación (credenciales) para todo el equipo de trabajo.

Ilustración 7 Formato de credencial de identificación de personal del ECCRS



Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

Consideraciones

La credencial de identificación deberá estar suscrita por el director del estudio y llevar el sello de la institución municipal.

B.14.
Codificar a los generadores y muestras de estudio

Con el fin de realizar un manejo adecuado de la información recabada, es necesario definir una codificación para todas las muestras y generadores seleccionados en el estudio.

Procedimiento

1. Codificar a los generadores seleccionados, de acuerdo con la siguiente estructura.

Tabla 25 Codificación de muestras por tipo de generador

Tipo de generador	Generador	Estructura de codificación								
		Tipo de generador		**Estrato socioeconómico**		**Número generador**	
Domiciliarios	Urbanos	Domicilio urbano	DU	Sin estratificación	S	Número generador	n
		Domicilio urbano	DU	Bajo	B	Número generador	n
		Domicilio urbano	DU	Bajo-medio	BM	Número generador	n
		Domicilio urbano	DU	Medio	M	Número generador	n
		Domicilio urbano	DU	Alto	A	Número generador	n
	Rurales	**Tipo de generador**		**Número generador**			
		Domicilio rural	DR	Número generador	n		
No Domiciliarios	Generadores asociados	**Tipo de generador**		**Número generador**			
		Comercios	C	Número generador	n		
		Restaurantes	R	Número generador	n		
		Hoteles	H	Número generador	n		
		Institución pública	I	Número generador	n		
		Institución privada	P	Número generador	n		
	Instituciones educativas	**Tipo de generador**		**Número generador**			
		Institución educativa	IE	Número generador	n		
	Mercados	**Tipo de generador**		**Número generador**			
		Mercado	M	Número generador	n		
	Servicio de barrido y limpieza público	**Tipo de generador**		**Número generador**			
		Barrido	B	Número generador	n		

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

Consideraciones

La codificación del predio del generador corresponde a la de la muestra (bolsa) que se recabe de ese generador.

La numeración de los generadores se dará desde el número uno (1) en cardinales.

Ejemplo

Enunciado:

Definir los códigos para la primera muestra de todos los generadores considerados en el estudio de cuantificación y caracterización de los residuos y desechos sólidos de un cantón.

Desarrollo:

Conforme a la estructura de codificación para la primera muestra de todos los generadores se tiene:

Tipo de generador	Generador	Ejemplo de codificación	
Domiciliario	Sin estratificacion	Domicilios urbanos	DU-S-1
		Domicilios rurales	DR-1
	Con estratificación	Domicilios urbanos	DU-BM-1
			DU-B-1
			DU-M-1
			DU-A-1
		Domicilios rurales	DR-1
No domiciliario	Generadores asociados	Comercios	C-1
		Restaurantes	R-1
		Hoteles	H-1
		Instituciones públicas	I-1
		Instituciones privadas	P-1
	Instituciones educativas		IE-1
	Mercados		M-1
	Servicio de barrido y limpieza público		B-1

B.15.
Preparar materiales para sensibilización y comunicación

Los materiales de sensibilización y comunicación son los recursos que se emplearán para concienciar sobre la importancia y adecuada participación en el proceso de encuestas y entrega de muestras por parte de los generadores seleccionados.

Procedimiento

1. Preparar el material de sensibilización con temas como: definición, alcance e importancia del ECCRS.

2. Diseñar y preparar los materiales de sensibilización y difusión como: dípticos, trípticos, cuñas para radio, televisión o perifoneo, mensajes en prensa, entre otros.

3. Elaborar los comunicados oficiales de invitación para los generadores seleccionados. Para facilitar la elaboración de los comunicados, hacer uso del **Anexo 6**.

Ilustración 8 Ejemplo de material de comunicación y sensibilización del ECCRS



Consideraciones

Es importante la vinculación del área de comunicación social del municipio en el proceso de diseño y aplicación del material de sensibilización en la población objetivo, con énfasis en un lenguaje apropiado dirigido a la ciudadanía local.

Se deben coordinar y desarrollar reuniones de trabajo con líderes barriales y representantes comunitarios de las zonas y barrios seleccionados previo a la ejecución de los trabajos de campo, actividad que facilitará la ejecución del proceso de socialización, aceptación, registro y empadronamiento de los diferentes generadores.

B.16.
Definir el sitio para descarga, pesaje y clasificación de residuos sólidos de muestreo

El jefe de campo gestionará y definirá el lugar en el que se realizarán las actividades para la descarga y manipulación de los residuos sólidos de las muestras recabadas.

Procedimiento

1. Determinar el sitio que debe reunir al menos las siguientes características:

- Área cubierta.
- Piso encementado o piso adecuado para la instalación de una lámina plástica impermeable.
- Buena ventilación.
- Vías internas de acceso y tránsito de vehículos, tanto para dejar la muestra como para su posterior evacuación.
- De ser posible con instalaciones sanitarias de agua potable, servicios higiénicos, bodega y acceso a herramientas de seguridad como extintores y botiquines.



Fuente: MAATE-Proyecto GRECI

Consideraciones

Con el fin de facilitar el trabajo de caracterización, se podrá considerar como primera opción, la adecuación de un espacio físico en el sitio de disposición final de residuos sólidos del cantón.

Se deberá considerar para la ubicación del sitio, la situación del acceso externo al mismo, en caso de que se presenten trabajos en vías aledañas.

Para el almacenamiento de los insumos, instrumentos y herramientas que se utilizarán en las actividades de recolección, pesaje y caracterización de muestras, es necesario contar con una bodega que preste las adecuadas facilidades y seguridad para su acopio.

B.17.
Gestionar recursos y presupuestar el estudio

Una vez definidos los requerimientos necesarios para realizar el estudio, los cuales están en función del tamaño de las muestras que se recopilarán conforme al cantón, se debe presupuestar y gestionar su adquisición.

Procedimiento

1. Revisar el número de muestras que se deben realizar para los diversos generadores del cantón, conforme a la asignación establecida en el presente documento.
2. Presupuestar el costo de los materiales, implementos y equipos necesarios para las actividades de campo.

Tabla 26 Principales materiales, implementos y equipos a utilizarse en la etapa de campo del ECCRS

Material, implemento y equipo	Uso
Balanza romana de gancho de 50 kg	Pesaje de muestras recolectadas.
Balanza romana de gancho/digital de 200 kg	Pesaje en determinación de densidad de residuos sólidos.
Flexómetro	Medición en proceso de determinación de densidad de residuos sólidos.
Palas	Homogenización y cuarteo de residuos sólidos. Limpieza de sitio de clasificación de residuos sólidos.
Escobas	
Rastrillos	
Fundas plásticas industriales de color para cada generador	Almacenamiento y entrega de muestras.
Plástico (láminas de polietileno)	Acondicionamiento de la base del sitio de clasificación.
Adhesivos de color	Identificación de generadores seleccionados.
Tableros	Encuestas de percepción en generadores. Registro de pesos de los residuos muestreados
Cinta adhesiva	Envoltura de fundas plásticas.
Portacredenciales	Identificación del personal de estudio.
Esferos	Encuestas de percepción en generadores. Registro de pesos de los residuos muestreados
Marcadores	Codificación de generadores y muestras
Tijeras	Corte de fundas con residuos sólidos.
Carpetas plásticas con hojas transparentes	Almacenaje de registros de pesajes.
Tanque plástico 200 L	Pesaje para determinación de densidad de residuos sólidos.
Soga	Pesaje para determinación de densidad de residuos sólidos.
Vehículo (camión/camioneta) (alquiler de ser el caso)	Recolección y transporte de muestras.
Guantes anticortes impermeables	Seguridad de personal durante sus actividades de campo.
Guantes quirúrgicos	
Overoles desechables impermeables	
Botas de caucho	
Mascarillas	
Gafas de seguridad	
Alcohol	
Paños húmedos	

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

3. Presupuestar el costo de personal del estudio, de ser el caso.
4. Presupuestar el costo de materiales de sensibilización y comunicación.

Consideraciones

Las cantidades de los materiales, implementos y equipos se estimarán conforme a la categorización del cantón.

El número de vehículos necesarios para recolección y transporte de los residuos sólidos dependerá del tipo de transporte a utilizarse, número y volumen de las muestras a recolectar.

Para facilitar la elaboración del presupuesto del ECCRS, hacer uso del **Anexo 7**.

B.18.
Capacitar al personal de campo

Establecido el personal, material y cronograma para las actividades de campo, el siguiente paso es realizar una capacitación a todo el personal que intervendrá en esas actividades.

Procedimiento

1. Preparar el material de capacitación por parte del jefe de campo del estudio.

2. Capacitar al personal sobre lineamientos generales de la gestión integral de residuos sólidos y los procedimientos específicos detallados en este documento.

3. Capacitar al personal sobre seguridad, salud e higiene ocupacional en lo referente a riesgos, con el fin de prevenir y cuidar al personal.



Fuente: MAATE-Proyecto GRECI

Consideraciones

Se debe establecer un programa de capacitación sobre seguridad, salud e higiene ocupacional, para que sea impartido al personal, al inicio de cada jornada diaria durante la etapa de campo.



3 ETAPA DE CAMPO

C.1.
Asignar sector de trabajo al equipo de campo

C.2.
Definir y registrar los generadores a muestrearse

C.3.
Realizar la encuesta de percepción del servicio de residuos sólidos

C.4.
Recolectar, pesar y transportar las muestras recolectadas

C.5.
Preparar los residuos para determinaciones de densidad y clasificación de residuos sólidos

C.6.
Realizar el procedimiento para registrar datos de densidad de los residuos sólidos

C.7.
Realizar el procedimiento para registrar datos de clasificación de los residuos sólidos

C.8.
Registrar el peso de residuos sólidos en sitios de disposición final

C. ETAPA DE CAMPO

Es la etapa del estudio en la que se ejecutan actividades para recopilar la información primaria del muestreo realizado.



C.1.
Asignar sector de trabajo al equipo de campo

El jefe de campo realizará la distribución y asignación de sectores en los que intervendrá el grupo de campo.

Procedimiento

1. Asignar de forma equitativa la cantidad de muestras a recopilar y las zonas de intervención al personal de campo, para lo cual se conformarán grupos (preferentemente en parejas) a los cuales se les entregarán los respectivos insumos con las zonas delimitadas, códigos de empadronamiento y materiales a utilizar.
2. Realizar una charla para todo el personal que realizará las actividades de campo, con el fin de enfatizar en los aspectos logísticos y de seguridad.

Consideraciones

El personal deberá contar con los planos de su zona asignada con la ubicación de los sitios preliminares de muestreo.



C.2.
Definir y registrar los generadores a muestrearse

Corresponde a la identificación, registro y empadronamiento de los generadores seleccionados que participarán durante la etapa de campo, con la entrega de muestras e información de residuos sólidos.

Procedimiento

1. Realizar, por parte de los promotores ambientales, el recorrido en los barrios y zonas seleccionadas, en los que se ubicaron preliminarmente los sitios a muestrearse, para lo cual, debidamente identificados con su credencial, definirán los generadores participantes tanto domiciliarios (urbanos y rurales) como no domiciliarios (asociados, educativos, mercados).
2. Realizar por parte de los promotores ambientales, su presentación al jefe/a de hogar o un adulto de la familia o responsable del establecimiento, para dar a conocer el objetivo del estudio y el alcance de su participación.
3. Explicar y socializar al responsable del generador seleccionado, el alcance y procedimiento de entrega y retiro de muestras; se hará uso del material de sensibilización y comunicación preparado para esta actividad.

4. Realizar el registro de la información de cada uno de los generadores seleccionados, para lo cual se deben considerar los formatos anexos al presente documento.

5. Se podrá elaborar en el plano, la ruta de recolección de las muestras, con el fin de facilitar y optimizar las actividades a realizarse en los siguientes días.

6. Etiquetar al generador con un adhesivo que identifique su código.

7. Entregar al generador el documento oficial de la municipalidad sobre la invitación a participar en las actividades de muestreo.

8. Entregar al generador la funda plástica para que almacene los residuos sólidos generados a ser retirados el día inicial de recolección de muestras, conocido como “día 0”.

Consideraciones

El personal deberá contar con los planos de su zona asignada, con la ubicación de los sitios preliminares de muestreo.

En caso de los generadores domiciliarios, se debe evitar la selección de viviendas mixtas que agrupen un domicilio y un comercio.

Las actividades de registro, empadronamiento, socialización y encuestas a los generadores a muestrear podrán realizarse en uno o varios días, acorde a la cantidad de muestras y la planificación realizada por el director del estudio y jefe de campo.

Es importante acordar con el generador, la hora de retiro de la muestra para que siempre exista una persona para la entrega y que no se transfieran las fundas a los camiones recolectores municipales y tampoco a recicladores de base, durante los días de retiro de muestras.

Informar que durante los días de muestreo se deben depositar todos los residuos que se generan en ese día, sin la necesidad de ser clasificados.

Si un generador identificado preliminarmente en el plano no acepta su participación, se deberá buscar un generador cercano.

En caso de considerar pertinente, en los días previos a las actividades de empadronamiento, el municipio podrá realizar actividades de comunicación (perifoneo, cuñas) en los barrios y zonas seleccionados, lo que facilitará las acciones de sensibilización.

De igual forma, se podrá considerar pertinente realizar una reunión con todos los jefes de hogar y representantes de establecimientos seleccionados a través de una convocatoria oficial, para realizar las actividades de sensibilización, de forma conjunta, previo a las actividades de entrega y recolección de muestras.

C.3.
Realizar la encuesta de percepción del servicio de residuos sólidos



Con la finalidad de conocer información que permita mejorar o fortalecer la prestación del servicio público de residuos sólidos, se realizarán encuestas de percepción a los generadores domiciliarios y asociados seleccionados.

Procedimiento

1. Realizar luego del registro y empadronamiento de los generadores domiciliarios y comercios, la encuesta de percepción de servicio cantonal de residuos sólidos.

Consideraciones

Considerar el rendimiento promedio de encuesta para programar los días requeridos para realizarlas.

C.4.
Recolectar, pesar y transportar las muestras recolectadas



Corresponde a la recolección y pesaje de muestras entregadas por todos los generadores participantes, de acuerdo a la o las zonas asignadas por cada grupo de trabajo.

Procedimiento

1. Realizar, por parte de los operarios de apoyo y recolección, el retiro y pesaje de cada una de las muestras obtenidas de los generadores seleccionados, durante los 8 días consecutivos que durará esta actividad.
2. Codificar las fundas de muestreo con el código del generador y registrar los pesajes diarios en los formularios respectivos (domiciliario urbano y rural, comercios, restaurantes, hoteles, instituciones públicas y privadas, mercados, instituciones educativas, servicio de barrido).
3. Colocar las muestras en el vehículo hasta completar su capacidad y trasladarlas hasta el sitio definido para realizar la clasificación y caracterización de los residuos sólidos.

Consideraciones

Considerar medidas preventivas para la seguridad e higiene del personal durante el retiro, pesaje y ubicación de muestras durante su movilización.

En caso de que un generador no haya entregado sus residuos sólidos en días previos consecutivos, se debe consultar y verificar si los residuos entregados corresponden a un solo día de acumulación, caso contrario no se deberá registrar esa información.

En el caso de los mercados, con el fin de facilitar el procedimiento, se debe contemplar prioritariamente el pesaje de la totalidad generada en la jornada diaria, mediante una balanza para vehículos instalada por el municipio en su sitio de disposición final o mediante su alquiler. En los mercados donde sea posible realizar en sitio, para el pesaje se utilizarán tanques plásticos o metálicos, a través de sucesivos pesajes, determinando el peso total.

C.5.
Preparar los residuos para determinaciones de densidad y clasificación de residuos sólidos

El método aplicado será el de cuarteo; consiste básicamente en la preparación de las muestras para las restantes determinaciones de densidad y clasificación; se debe realizar en el sitio definido para esta actividad que cumpla con las condiciones indicadas previamente en este documento.

Procedimiento

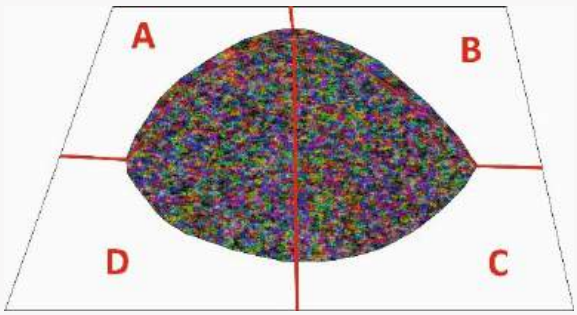
1. Acopiar las fundas plásticas de las muestras recolectadas y organizarlas de acuerdo al tipo de generador.
2. Verificar la cantidad de fundas y sus pesos registrados.
3. Romper las fundas plásticas y descargar los residuos sólidos en el piso acondicionado para esta actividad.
4. Trocear los residuos largos y voluminosos y proceder a la homogenización de todos los residuos sólidos recolectados.
5. Formar un montón con los residuos homogenizados y separarlo en cuatro porciones aproximadas, utilizando palas y rastrillos.
6. Escoger dos partes opuestas de residuos sólidos para el procedimiento de la determinación de la densidad.
7. Escoger las otras dos partes restantes repitiendo el procedimiento de cuarteo, de ser necesario, hasta obtener una cantidad de residuos sólidos aproximada de 40 kilogramos que se utilizarán en el procedimiento de la determinación de la clasificación.



Fuente: MAATE-Proyecto GRECI

Ilustración 9

Esquema de método de cuarteo de residuos sólidos.



Fuente: Ing. Marcelo Castillo

Consideraciones

Se debe realizar cada procedimiento de cuarteo para los generadores: domicilios urbanos, domicilios rurales, asociados e instituciones educativas.

En caso de que el traslado y pesaje de los residuos de mercados se haya realizado para todos ellos, mediante báscula, se tomará una cantidad representativa para realizar el procedimiento de determinación de la densidad.

C.6.
Realizar el procedimiento para registrar datos de densidad de los residuos sólidos

La densidad representa el peso de los residuos sólidos por unidad de volumen y es un parámetro de mucha utilidad para conocer su volumen promedio.



Procedimiento

1. Preparar y verificar el adecuado estado del recipiente cilíndrico de 200 litros (teórico).
2. Medir la altura, el diámetro y el peso del tacho cilíndrico vacío y registrar esta información.
3. Colocar los residuos sólidos separados del procedimiento de cuarteo hasta el borde del tacho cilíndrico, sin compactarlos.
4. Levantar el recipiente hasta una altura aproximada de 10 cm, desde el suelo, y dejarlo caer libremente hasta que tope nuevamente el suelo.
5. Repetir el procedimiento de levantamiento y caída del recipiente por tres ocasiones.
6. Completar el llenado del recipiente con residuos sólidos sin ejercer presión alguna y enrasar el nivel con su borde.
7. Pesar el recipiente lleno con los residuos sólidos.
8. Vaciar el recipiente y repetir el procedimiento de pesaje (procedimiento numerales 3 -7), en un número de veces que la cantidad de residuos sobrante del cuarteo lo permita, hasta un máximo de 5 ciclos.

Consideraciones

Se debe realizar cada procedimiento de densidad para los generadores: domicilios urbanos, domicilios rurales, asociados, mercados e instituciones educativas.

Para facilitar el registro de pesaje para determinación de la densidad de los residuos sólidos, hacer uso del **Anexo 8**.

C.7.
Realizar el procedimiento para registrar datos de clasificación de los residuos sólidos



Corresponde a la cuantificación en peso de los diferentes componentes de los residuos sólidos.

Procedimiento

1. Utilizar la fracción restante de residuos sólidos que se separó mediante el procedimiento de cuarteo.
2. Repartir a los operarios fundas plásticas (usadas) etiquetadas con los tipos de residuos sólidos que se van a clasificar, por ejemplo, papel, cartón, vidrio, plástico, etc.
3. Recolectar, de forma manual, los diferentes tipos de residuos sólidos, escogiendo inicialmente los más voluminosos y visibles, y poniéndolos en las fundas respectivas. Para facilitar la identificación del tipo de residuos a segregar, hacer uso del **Anexo 9**.
4. Continuar el procedimiento, ayudándose con rastrillos para separar los residuos sólidos de manera tal que se facilite la operación de selección. De existir fundas remanentes con residuos, estas deberán ser rotas para continuar con el procedimiento indicado.
5. Llenar las fundas plásticas con los diferentes tipos de residuos sólidos, las cuales deberán ser pesadas y su peso registrado en el formulario de campo. Para facilitar el registro de pesaje para determinación de la composición porcentual de los residuos sólidos, hacer uso del **Anexo 10**.

Consideraciones

Se debe realizar cada procedimiento de clasificación para los generadores: domicilios urbanos, domicilios rurales, asociados e instituciones educativas.

C.8.
Registrar el peso de residuos sólidos en sitios de disposición final



Con el fin de contrastar información entre la cantidad estimada de generación de residuos sólidos y la cantidad que ingresa o deposita en un sitio de disposición final de un determinado cantón, se realizará el siguiente procedimiento.

Procedimiento

Municipios que cuentan con báscula propia

1. Registrar los pesajes de los residuos sólidos que ingresan al sitio de disposición final del cantón durante los días en que se realizan las actividades de campo del ECCRS.

Municipios que no cuentan con báscula

1. Gestionar el alquiler de una báscula para el pesaje de los vehículos con residuos sólidos, considerando la tara de los vehículos.
2. Registrar los pesajes de los residuos sólidos durante los días que se realizan las actividades de campo del ECCRS.

Consideraciones

Se podrá usar la báscula para el pesaje de la muestra de generadores de mercados.

Para facilitar el registro de pesos de residuos sólidos que ingresan al sitio de disposición final, hacer uso del **Anexo 11**.

Tabla 27 Calendario de actividades de campo en una semana tipo

Actividades	Días previos	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Sensibilización y socialización del proyecto a la ciudadanía participante	■								
Charla grupal del equipo técnico de trabajo	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Empadronamiento y levantamiento de encuestas socioeconómicas	■								
Entrega de fundas a la ciudadanía participante	■	■	■	■	■	■	■	■	
Registro, recolección y pesaje de muestras recabadass en generadores		■	■	■	■	■	■	■	■
Descarte de las muestras del día "0"		■							
Homogenización de las muestras y cuarteo			■	■	■	■	■	■	■
Pesaje para determinación de densidad: urbano, rural, asociados, instalaciones educativas, mercado.			■	■	■	■	■	■	■
Pesaje para determinación de composición porcentual: urbano, rural, asociados, instituciones educativas.			■	■	■	■	■	■	■
Pesaje de residuos sólidos recolectados a nivel cantonal previo a su disposición final.			■	■	■	■	■	■	■

Fuente: MAATE-Proyecto GRECI



4 ETAPA DE ANÁLISIS

D.1.
Tabular la información recopilada

D.2.
Validar los datos de generadores domiciliarios

D.3.
Validar datos de generadores no domiciliarios

D.4.
Determinar la producción de residuos sólidos en generadores domiciliarios

D.5.
Determinar la producción de residuos sólidos en generadores no domiciliarios

D.6.
Determinar la PPC y producción de residuos sólidos del cantón

D.7.
Determinar la densidad de los residuos sólidos del cantón

D.8.
Determinar la composición de residuos sólidos del cantón

D.9.
Determinar la cantidad de residuos que ingresan a sitio de disposición final

D.10.
Elaboración del documento del ECCRS

D. ETAPA DE ANÁLISIS

En este apartado se realizará la tabulación, sistematización y análisis de los datos recabados en la fase de campo, con el objetivo de determinar los parámetros de cuantificación y caracterización de los residuos y sólidos no peligrosos del cantón.

D.1.
Tabular la información recopilada

Con la información recabada en la etapa de campo, el siguiente paso es la digitación y tabulación de datos que permitirá analizar, interpretar y representar gráficamente las variables de análisis.

Procedimiento

1. Organizar los documentos con los registros de información recabada en la etapa de campo.
2. Tabular la información del registro (empadronamiento) de los generadores seleccionados domiciliarios y no domiciliarios. Para facilitar esta tabulación, hacer uso del **Anexo 12**.
3. Tabular la información del pesaje de las muestras tomadas en los generadores domiciliarios. Para facilitar esta tabulación, hacer uso del **Anexo 13**.
4. Tabular la información del pesaje de las muestras tomadas en los generadores no domiciliarios. Para facilitar esta tabulación, hacer uso del **Anexo 14**.
5. Tabular la información del pesaje registrado para determinar la densidad de los residuos sólidos de los generadores seleccionados domiciliarios y no domiciliarios. Para facilitar esta tabulación, hacer uso del **Anexo 15**.
6. Tabular la información del pesaje registrado para determinar la composición porcentual de los residuos sólidos de los generadores seleccionados domiciliarios y no domiciliarios. Para facilitar esta tabulación, hacer uso del **Anexo 16**.
7. Tabular la información de las encuestas de percepción del servicio realizadas en los generadores seleccionados domiciliarios y no domiciliarios. Para facilitar esta tabulación, hacer uso del **Anexo 17**.
8. Tabular la información del pesaje de residuos sólidos que ingresan al sitio de disposición final. Para facilitar esta tabulación, hacer uso del **Anexo 18**.

D.2.
Validar los datos de generadores domiciliarios

Los datos recopilados y tabulados de los generadores domiciliarios tanto de la zona urbana como de la rural, deben validarse mediante métodos que permitan tener información coherente para la determinación de los parámetros del estudio.

Procedimiento

1. Descartar la información correspondiente a los datos registrados del “día 0”, para garantizar que, a partir de ahí, los residuos correspondan a un día de generación.

2. Descartar a los generadores que no tengan datos registrados, de al menos 4 días en la semana, del "día 1" al "día 7". Para facilitar esta validación, hacer uso del **Anexo 13**.

3. Calcular la producción per cápita (PPC_j), promedio para cada uno de los generadores domiciliarios, con la información registrada en la semana de muestreo.

Ecuación 13. Cálculo de la PPC de cada generador domiciliario

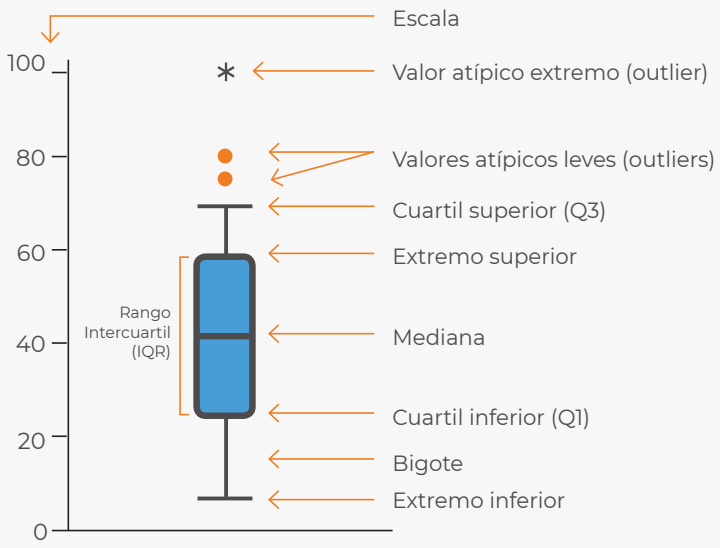
$$PPC_j = \frac{(\sum p_i)/nd}{nh_j}$$

Donde:
PPC_j = Producción per cápita promedio de residuos sólidos de cada generador domiciliario (j) en kg/hab*día.
p_i = Pesos diarios de los generadores que tienen registro en la semana de toma de muestras (i) en kg.
nd = Número de días que tienen registro de generadores en la semana de toma de muestras.
nh_j = Número de habitantes de cada generador domiciliario (j).

4. Identificar y descartar los valores atípicos de la PPC_j, a través del método de "diagrama de cajas y bigotes". Para facilitar esta validación, hacer uso del **Anexo 13**.

Mediante el diagrama de cajas y bigotes se representa de manera simplificada y visual la distribución de puntuaciones dentro de una variable cuantitativa (PPC), identificando los valores atípicos de una serie de datos.

Ilustración 10 Esquema de diagrama de cajas y bigotes



5. Identificar y descartar, en un siguiente paso, los valores atípicos de la serie de datos de la PPC_j, a través del método de "Z-Score". Para facilitar esta validación, hacer uso del **Anexo 13**.

La puntuación Z (o Z-Score) representa el número de desviaciones estándar que un dato de una muestra se aparta de su media. Para su determinación se emplearán las siguientes ecuaciones.

Ecuación 14. Cálculo de la PPC promedio de los generadores domiciliarios

$$PPC_d = \frac{\sum PPC_j}{n}$$

Donde:
PPC_d= Producción per cápita promedio de residuos sólidos del grupo de generadores domiciliarios en kg/hab*día.
PPC_j= Producción per cápita promedio de residuos sólidos de cada generador domiciliario (j) en kg/hab*día.
n= Número de generadores que no se han descartado (número de muestras).

Ecuación 15 Cálculo de la puntuación Z-Score para cada generador domiciliario

$$Zc_j = \left| \frac{PPC_d - PPC_j}{s} \right|$$

Donde:
Zc_j = Puntuación de Z-Score de cada uno de los generadores (j).
PPC_d = Producción per cápita promedio de residuos sólidos del grupo de generadores domiciliarios en kg/hab*día.
PPC_j = Producción per cápita promedio de residuos sólidos de cada generador domiciliario (j) en kg/hab*día.
s = Desviación estándar del grupo de generadores domiciliarios.

6. Descartar a los generadores, cuyos valores de PPC_j en la puntuación de Zc sean mayores o iguales a 1,96.

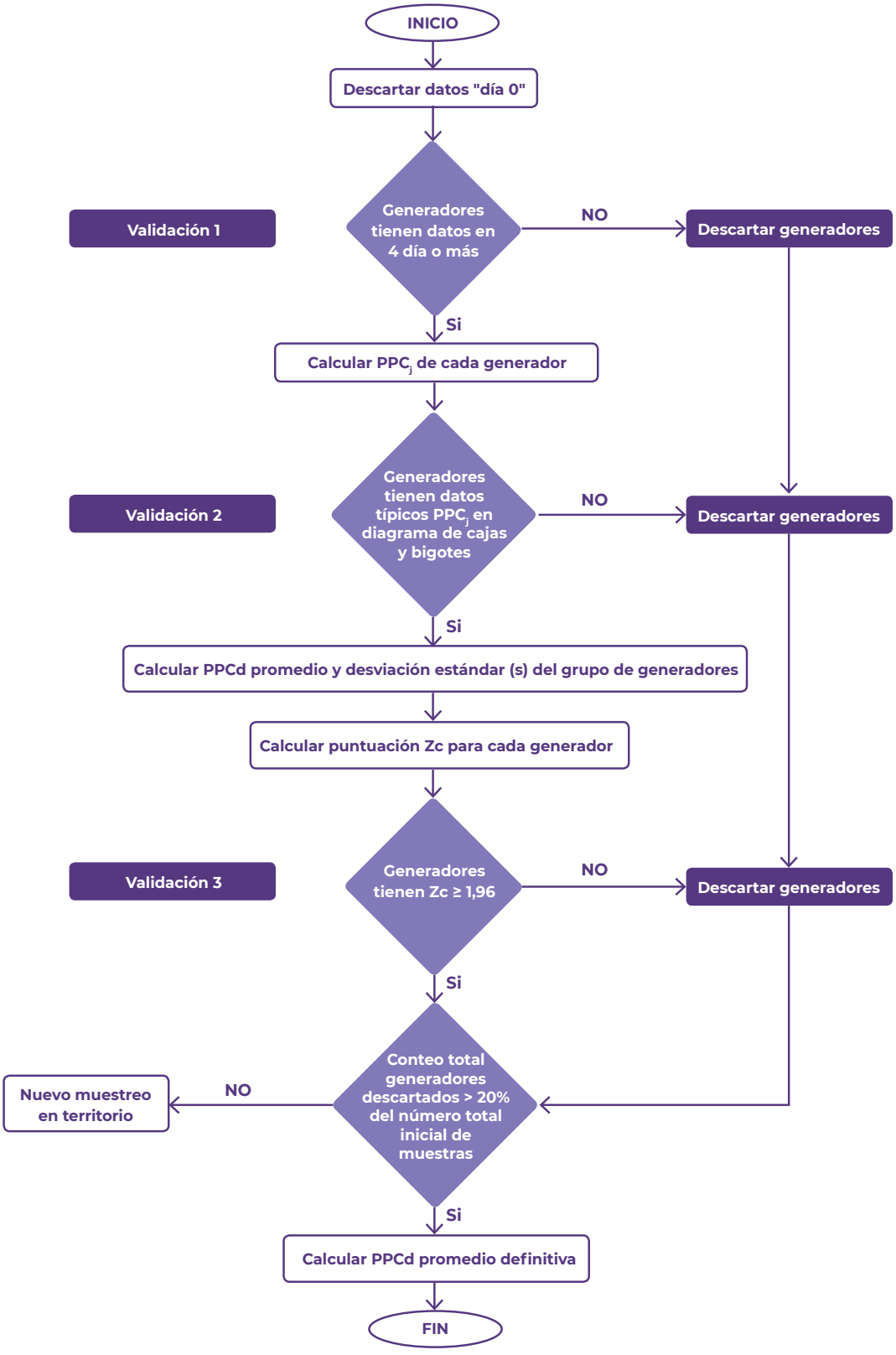
7. Calcular nuevamente, con la información de los datos validados, la PPC_d definitiva, haciendo uso de la ecuación 14.

8. Realizar el conteo del número final de generadores que resultaron descartados en el proceso de validación y comparar con el número del tamaño de la muestra asignado al cantón; si el porcentaje de descarte es superior al 20%, se debe realizar nuevamente el levantamiento de muestras. Para facilitar esta validación, hacer uso del **Anexo 13**.

Consideraciones

El proceso de validación debe aplicarse a los generadores domiciliarios urbanos y rurales.

Ilustración 11 Diagrama de flujo de validación de datos de generadores domiciliarios



D.3.
Validar datos de generadores no domiciliarios

Concierne a la verificación, descarte y validación de los datos correspondiente a los generadores asociados, mercados, instituciones educativas y servicio de barrido.

Procedimiento

1. Descartar la información correspondiente a los datos registrados del “día 0”, para garantizar que, a partir de ahí, los residuos correspondan a un día de generación.

2. Descartar a los generadores asociados que no tengan datos registrados de al menos el 50% de los días que atienden o se da el servicio y que debían entregar sus muestras. Para facilitar esta validación, hacer uso del **Anexo 14**.

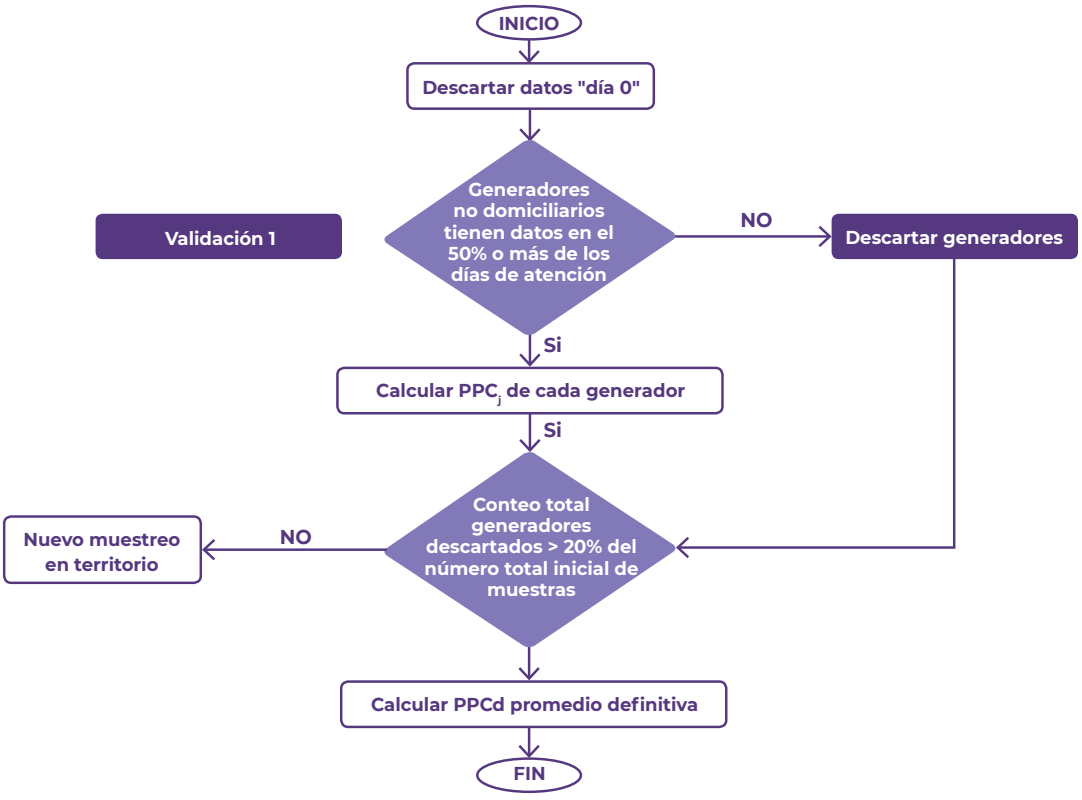
3. Realizar el conteo del número final de generadores que resultaron descartados en el proceso de validación.

4. Realizar el conteo del número final de generadores que resultaron descartados en el proceso de validación y comparar con el número del tamaño de la muestra asignado al cantón; si el porcentaje de descarte es superior al 20%, se debe realizar nuevamente el levantamiento de muestras. Para facilitar esta validación, hacer uso del **Anexo 14**.

Consideraciones

Considerar en esta validación a los generadores asociados, mercados, instituciones educativas y servicio de barrido.

Ilustración 12 Diagrama de flujo de validación de datos de generadores no domiciliarios



D.4.
Determinar la producción de residuos sólidos en generadores domiciliarios

Corresponde a la cantidad de residuos sólidos que se generan en los domicilios urbanos y rurales en un cantón.

Cantones sin estratificación

Procedimiento

1. Validar los datos recopilados y tabulados conforme al procedimiento indicado en este documento.
2. Calcular con los datos validados, la producción per cápita promedio de cada uno de los generadores domiciliarios urbanos (PPC_{ju}) – Ecuación 13.
3. Calcular la producción per cápita promedio definitiva del grupo de generadores domiciliarios urbanos (PPC_{du}) – Ecuación 14.
4. Calcular con los datos validados, la producción per cápita promedio de cada uno de los generadores domiciliarios rurales (PPC_{jr}) – Ecuación 13.
5. Calcular la producción per cápita promedio definitiva del grupo de generadores domiciliarios rurales (PPC_{dr}) – Ecuación 14.
6. Calcular la producción per cápita domiciliar del cantón de estudio.

Ecuación 16 Cálculo de PPC domiciliar cantonal

$$PPC_d = \frac{(PPC_{du} \times P_u) + (PPC_{dr} \times P_{dr})}{P_t}$$

Donde:
PPC_d = Producción per cápita de residuos sólidos domiciliarios del cantón en kg/hab*día.
PPC_{du} = Producción per cápita promedio de residuos sólidos domiciliarios urbanos en kg/hab*día.
PPC_{dr} = Producción per cápita promedio de residuos sólidos domiciliar rural en kg/hab*día.
Pu = Población urbana del cantón en habitantes (hab.).
Pr = Población rural del cantón en habitantes (hab.).
P_t = Población total del cantón (urbana más rural) en habitantes (hab.).

7. Calcular la generación de residuos sólidos domiciliar del cantón de estudio.

Ecuación 17 Cálculo de la generación domiciliar cantonal

$$G_d = PPC_d \times P_t$$

Donde:
G_d = Generación de residuos sólidos domiciliarios del cantón en kg/día, se divide para 1000 para tener el valor en ton/día.
PPC_d = Producción per cápita de residuos sólidos domiciliarios del cantón en kg/hab*día.
P_t = Población total del cantón en habitantes (hab.).

Cantones con estratificación

Procedimiento

1. Validar los datos recopilados y tabulados conforme al procedimiento indicado en este documento.

2. Calcular con los datos validados, la producción per cápita promedio de cada uno de los generadores domiciliarios urbanos (j), de cada estrato socioeconómico de estudio (PPC_{je}), donde "e" puede ser estrato bajo, medio o alto, bajo/medio – Ecuación 13.

3. Calcular la producción per cápita promedio definitiva del grupo de generadores domiciliarios urbanos de cada estrato socioeconómico (PPC_{de}) – Ecuación 14.

4. Calcular la producción per cápita promedio definitiva de residuos sólidos de los generadores domiciliarios urbanos del cantón (PPC_{du}), mediante una ponderación respecto al porcentaje de hogares perteneciente a cada estrato socioeconómico – según su categoría.

Ecuación 18 Cálculo de PPC domiciliar urbana – cantones con estratificación

Dos estratos:

$$PPC_{du} = (\%_{\text{hogares estrato bajo/medio}} \text{ x } PPC_{\text{d estrato bajo/medio}}) + (\%_{\text{hogares estrato alto}} \text{ x } PPC_{\text{d estrato alto}})$$

Tres estratos:

$$PPC_{du} = (\%_{\text{hogares estrato bajo}} \text{ x } PPC_{\text{d estrato bajo}}) + (\%_{\text{hogares estrato medio}} \text{ x } PPC_{\text{d estrato medio}}) + (\%_{\text{hogares estrato alto}} \text{ x } PPC_{\text{d estrato alto}})$$

Donde:
PPC_{du} = Producción per cápita de residuos sólidos domiciliarios urbanos - cantón con estratificación en kg/hab*día.
$\%_{hogaresestrato}$ = Porcentaje de hogares perteneciente a cada estrato socioeconómico en %.

5. Calcular con los datos validados, la producción per cápita promedio de cada uno de los generadores domiciliarios rurales (PPC_{jr}) – Ecuación 13.

6. Calcular la producción per cápita promedio definitiva del grupo de generadores domiciliarios rurales (PPC_{dr}) – Ecuación 14.

7. Calcular la producción per cápita domiciliar del cantón de estudio (PPC_{d}) – Ecuación 16.

8. Calcular la generación de residuos sólidos domiciliar del cantón de estudio (G_{d}) – Ecuación 17.

9. Realizar el análisis de varianza (ANOVA) para comparar a la PPC media de cada uno de los grupos de estratos socioeconómicos estudiados. Para facilitar este análisis, hacer uso del **Anexo 13**.

Consideraciones

Para facilitar los cálculos que determinarán la PPC de residuos sólidos domiciliarios del cantón, hacer uso del **Anexo 13**.

Para facilitar los cálculos que determinarán la generación de residuos sólidos domiciliarios del cantón, hacer uso del **Anexo 13**.

D.5.
Determinar la producción de residuos sólidos en generadores no domiciliarios

Corresponde a la cantidad de residuos sólidos que se generan en los predios no domiciliarios en un cantón.

Procedimiento

Generadores asociados

1. Validar los datos recopilados y tabulados conforme al procedimiento indicado en este documento.

2. Calcular, con los datos validados, la producción promedio diaria de cada uno de los generadores no domiciliarios (PP_{jg}).

Ecuación 19 Cálculo del promedio diario de generación de cada generador no domiciliario

$$PP_{jg} = \frac{\sum p_i}{n}$$

Donde:
PP_{jg} = Producción promedio diaria de generación de residuos sólidos de cada generador asociado (j) en kg/día.
p_i = Pesos diarios de los generadores que tienen registro en la semana de toma de muestras (i) en kg.
n = Número de días que tienen registro de generadores en la semana de toma de muestras.
g = Comercios clase 1,2,3,4,5,6; restaurantes; hoteles; instituciones públicas y privadas; mercados; instituciones educativas; rutas de barrido.

3. Calcular la producción per cápita promedio de cada grupo de generadores no domiciliarios (PPC_g).

Ecuación 20 Cálculo de la PPC de los grupos de generadores no domiciliarios

$$PPC_g = \frac{\sum pp_{jg}}{n_g}$$

Donde:
PPC_g = Producción per cápita promedio de cada grupo de generador (g):

Tabla 28 Unidades de PPC de generadores no domiciliarios

PPC_g	Unidades
$PPC_{comercios}$	kg/comercio*día
$PPC_{restaurantes}$	kg/restaurante*día
$PPC_{hoteles}$	kg/hotel*día
$PPC_{instituciones\ públicas\ privadas}$	kg/institución*día
$PPC_{instituciones\ educativas}$	kg/ generador educativo*día
$PPC_{mercados}$	kg/puesto mercado*día
$PPC_{barrido}$	kg/km barrido*día

Elaboración: MAATE-Proyecto GRECI

PP_{jg} = Producción promedio diaria de generación de residuos sólidos de cada generador asociado (j) en kg/día.
n_g = Número de generadores muestreados por cada grupo de asociados.
g = Comercios clase 1, 2, 3, 4, 5, 6; restaurantes; hoteles; instituciones públicas y privadas; mercados; instituciones educativas; barrido.

4. Calcular la generación de residuos sólidos asociados del cantón de estudio.

Ecuación 21 Cálculo de la generación de asociados del cantón

$$G_a = (PPC_{comercios} \times N_{comercios}) + (PPC_{restaurantes} \times N_{restaurantes}) + (PPC_{hoteles} \times N_{hoteles}) + (PPC_{instituciones} \times N_{instituciones})$$

$$G_a = G_{comercios} + G_{restaurantes} + G_{hoteles} + G_{instituciones}$$

Donde:
G_a = Generación de residuos sólidos de generadores asociados del cantón en kg/día.
$PPC_{comercios}$ = Producción per cápita de residuos sólidos de comercios del cantón en kg/comercio*día.
$PPC_{restaurantes}$ = Producción per cápita de residuos sólidos de comercios del cantón en kg/restaurante*día.
$PPC_{hoteles}$ = Producción per cápita de residuos sólidos de comercios del cantón en kg/hotel*día.
$PPC_{instituciones}$ = Producción per cápita de residuos sólidos de comercios del cantón en kg/institución*día.
$N_{comercios}$ = Número de comercios existentes en el cantón.
$N_{restaurantes}$ = Número de restaurantes existentes en el cantón.
$N_{hoteles}$ = Número de hoteles existentes en el cantón.
$N_{instituciones}$ = Número de instituciones públicas y privadas existentes en el cantón.

5. Calcular la generación de residuos sólidos de otros generadores no domiciliarios del cantón de estudio.

Ecuación 22 Cálculo de la generación de otros generadores no domiciliarios del cantón

$$G_{educativas} = PPC_{educativas} \times N_{educativas}$$

$$G_{mercados} = PPC_{mercados} \times N_{mercados}$$

$$G_{barrido} = PPC_{barrido} \times N_{barrido}$$

Donde:
$G_{educativas}$ = Generación de residuos sólidos de generadores instituciones educativas del cantón en kg/día.
$G_{mercados}$ = Generación de residuos sólidos de generadores mercados del cantón en kg/día.
$G_{barrido}$ = Generación de residuos sólidos de generadores servicio barrido del cantón en kg/día.
$PPC_{educativas}$ = Producción per cápita de residuos sólidos de instituciones educativas del cantón en kg/generador educativo*día.
$PPC_{mercados}$ = Producción per cápita de residuos sólidos de mercados del cantón en kg/puesto mercado*día.
$PPC_{barrido}$ = Producción per cápita de residuos sólidos de barrido del cantón en kg/km barrido*día.
$N_{educativas}$ = Número de generadores educativos existentes en el cantón.
$N_{mercados}$ = Número de puestos en mercados públicos existentes en el cantón.
$N_{barrido}$ = Número de km que se barren en el cantón.

6. Calcular la producción de residuos sólidos de generadores no domiciliarios del cantón de estudio.

Ecuación 23 Cálculo de la generación no domiciliaria del cantón

$$G_{\text{no domiciliar}} = G_a + G_{\text{otras fuentes}}$$

$$G_{\text{no domiciliar}} = (G_{\text{comercios}} + G_{\text{restaurantes}} + G_{\text{hoteles}} + G_{\text{instituciones}}) + G_{\text{educativas}} + G_{\text{mercados}} + G_{\text{barrido}}$$

Donde:
$G_{\text{no domiciliar}}$ = Generación de residuos sólidos de generadores no domiciliarios del cantón en kg/día.
G_a = Generación de residuos sólidos de generadores asociados del cantón en kg/día.
$G_{\text{comercios}}$ = Generación de residuos sólidos de generadores comerciales del cantón en kg/día.
$G_{\text{restaurantes}}$ = Generación de residuos sólidos de generadores restaurantes del cantón en kg/día.
G_{hoteles} = Generación de residuos sólidos de generadores hoteles del cantón en kg/día.
$G_{\text{instituciones}}$ = Generación de residuos sólidos de generadores instituciones públicas y privadas del cantón en kg/día.
$G_{\text{educativas}}$ = Generación de residuos sólidos de generadores instituciones educativas del cantón en kg/día.
G_{mercados} = Generación de residuos sólidos de generadores mercados del cantón en kg/día.
G_{barrido} = Generación de residuos sólidos de generadores servicio de barrido del cantón en kg/día.

Consideraciones

La PPC de los generadores comerciales es el resultado del promedio de las PPC de todas las clases de comercios.

Los generadores educativos agrupan al número de estudiantes, profesores y personal administrativo de una institución educativa.

Para facilitar los cálculos que determinarán la generación cantonal de residuos sólidos no domiciliarios, hacer uso del **Anexo 14**.

D.5.1.
Determinar la PPC de generadores no domiciliarios

Corresponde a la PPC de residuos sólidos generados en el grupo de generadores no domiciliarios (asociados, mercados, educativo, barrido).

Procedimiento

1. Calcular con PPC de generadores no domiciliarios, en función de la población cantonal.

Ecuación 24 Cálculo de la PPC generadores no domiciliarios del cantón

$$PPC_{\text{no domiciliar}} = \frac{G_{\text{no domiciliar}}}{P_t}$$

Donde:
$PPC_{\text{no domiciliar}}$ = Producción per cápita de los generadores no domiciliarios en kg/hab*día.
$G_{\text{no domiciliar}}$ = Generación de residuos sólidos de generadores no domiciliarios del cantón en kg/día.
P_t = Población cantonal en habitantes.

Consideraciones

Para facilitar los cálculos que determinarán la PPC cantonal de residuos sólidos no domiciliarios, hacer uso del **Anexo 14**.

D.6.
Determinar la PPC y producción de residuos sólidos del cantón

Una vez obtenidas las generaciones domiciliar y no domiciliar del cantón se debe obtener la generación total del cantón de estudio.

Procedimiento

1. Calcular con PPC cantonal con la sumatoria de la PPC domiciliar y PPC no domiciliar.

Ecuación 25 Cálculo de la PPC de residuos sólidos del cantón

$$PPC_{cantonal} = PPC_{domiciliar} + PPC_{no\ domiciliar}$$

Donde:
$PPC_{cantonal}$ = Producción per cápita del cantón en kg/hab*día.
$PPC_{domiciliar}$ = Producción per cápita de los generadores domiciliarios del cantón en kg/hab*día.
$PPC_{no\ domiciliar}$ = Producción per cápita de los generadores no domiciliarios del cantón en kg/hab*día.

2. Calcular la generación total del cantón de estudio.

Ecuación 26 Cálculo de la generación de residuos sólidos del cantón cuando no se ha definido población flotante

$$G_{cantonal} = G_{domiciliar} + G_{no\ domiciliar}$$

Donde:
$G_{cantonal}$ = Generación de residuos sólidos del cantón en kg/día.
$G_{domiciliar}$ = Generación de los generadores domiciliarios del cantón en kg/día.
$G_{no\ domiciliar}$ = Generación de los generadores no domiciliarios del cantón en kg/día.

3. Calcular la generación total del cantón de estudio cuando se ha determinado población flotante.

Ecuación 27 Cálculo de la generación de residuos sólidos del cantón cuando se ha definido población flotante

$$G_{cantonal} = G_{domiciliar} + G_{no\ domiciliar} + G_{población\ flotante}$$

$$G_{cantonal} = G_{domiciliar} + G_{no\ domiciliar} + (PPC_{cantonal} \times P_{flotante})$$

Donde:
$G_{cantonal}$ = Generación de residuos sólidos del cantón en kg/día.
$G_{domiciliar}$ = Generación de las fuentes domiciliarias del cantón en kg/día.
$G_{no\ domiciliar}$ = Generación de las fuentes no domiciliarias del cantón en kg/día.
$G_{población\ flotante}$ = Generación de la población flotante en el cantón en kg/día.
$PPC_{cantonal}$ = Producción per cápita del cantón en kg/hab*día.
$P_{flotante}$ = Población flotante diaria (resultante de dividir la población flotante anual para 365).

Consideraciones

Para facilitar el cálculo de la PPC cantonal de residuos sólidos, hacer uso del **Anexo 19**.

Para facilitar el cálculo de la generación cantonal de residuos sólidos, hacer uso del **Anexo 19**.

Ejemplo

Enunciado:

Realizar el procedimiento de validación de datos y determinar la generación de residuos sólidos de un cantón categorizado como tipo pequeño (es decir sin estratificación).

*En este caso el municipio sí ha estimado su población flotante.

Desarrollo:

En aplicación a los lineamientos definidos en la guía, y haciendo uso de los anexos digitales de la misma, se realizó el siguiente procedimiento:

- **Generación domiciliar urbana**

1. Se tabuló la información del pesaje de las 70 muestras recabadas en domicilios urbanos.

Pesos en domicilios urbanos									
No.	Código generador	No. habitantes	Pesos (kg)						
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
1	DU-S-1	9	14,0	8,0	11,0	1,0	2,0	2,0	7,0	2,0
2	DU-S-2	4	2,5	1,0		2,0	5,0	2,5	2,0	1,0
3	DU-S-3	3	4,0	2,0	1,0	3,0	1,5	1,8	1,8	2,0
...										
70	DU-S-70	4	1,0	4,0	2,0	1,5	0,5	1,5	4,0	1,0

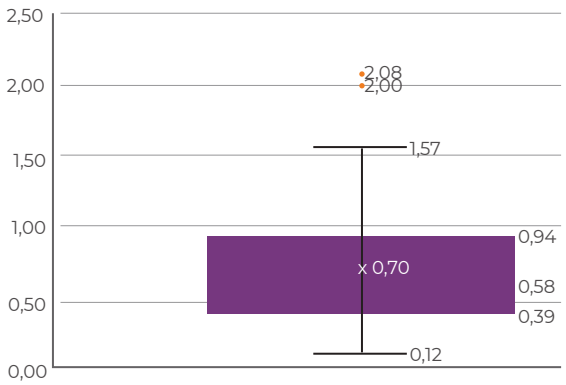
2. Se descartó la información correspondiente al “día 0” y se realizó la verificación de generadores que tienen datos registrados inferiores a 4 días en la semana del “día 1 al día 7”, para su descarte. En este caso no hubo descartes.

Pesos en domicilios urbanos										Validación de muestras (1)
No.	Código generador	No. habitantes	Pesos (kg)							
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
1	DU-S-1	9		8,0	11,0	1,0	2,0	2,0	7,0	2,0	aceptado
2	DU-S-2	4		1,0		2,0	5,0	2,5	2,0	1,0	aceptado
3	DU-S-3	3		2,0	1,0	3,0	1,5	1,8	1,8	2,0	aceptado
...											
70	DU-S-70	4		4,0	2,0	1,5	0,5	1,5	4,0	1,0	aceptado

3. Se calculó la producción per cápita promedio (PPC_j) para cada uno de los generadores domiciliarios (cada fila).

Pesos en domicilios urbanos										PPC_j (kg/hab*día)
No.	Código generador	No. habitantes	Pesos (kg)							
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
1	DU-S-1	9		8,0	11,0	1,0	2,0	2,0	7,0	2,0	0,52
2	DU-S-2	4		1,0		2,0	5,0	2,5	2,0	1,0	0,56
3	DU-S-3	3		2,0	1,0	3,0	1,5	1,8	1,8	2,0	0,62
...											
70	DU-S-70	4		4,0	2,0	1,5	0,5	1,5	4,0	1,0	0,52

4. Se realizó la segunda validación de los valores de PPC_j restantes, mediante el diagrama de cajas y bigotes (formato anexo a la guía), descartándose 2 valores del orden 27 y 68 (2,08 y 2); se redujo, así, el número de muestras de generadores de 70 a 68.



Pesos en domicilios urbanos										PPC_j (kg/hab*día)	Validación de muestras (2)
No.	Código generador	No. habitantes	Pesos (kg)								
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
1	DU-S-1	9		8,0	11,0	1,0	2,0	2,0	7,0	2,0	0,52	típico
2	DU-S-2	4		1,0		2,0	5,0	2,5	2,0	1,0	0,56	típico
3	DU-S-3	3		2,0	1,0	3,0	1,5	1,8	1,8	2,0	0,62	típico
...												
27	DU-S-27	2		7,0	6,0	2,0	7,0	3,0	2,0	1,0	2,00	atípico
...												
68	DU-S-68	2		4,0	3,0	5,0	2,0	10,0	1,0		2,08	atípico
...												
70	DU-S-70	4		4,0	2,0	1,5	0,5	1,5	4,0	1,0	0,52	típico

5. Se calculó la producción per cápita promedio de residuos sólidos de todo el grupo de generadores validados (PPC_d) y su desviación estándar (s).

Pesos en domicilios urbanos											PPC$_j$ (kg/hab*día)
No.	Código generador	No. habitantes	Pesos (kg)								
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
1	DU-S-1	9		8,0	11,0	1,0	2,0	2,0	7,0	2,0	0,52
2	DU-S-2	4		1,0		2,0	5,0	2,5	2,0	1,0	0,56
3	DU-S-3	3		2,0	1,0	3,0	1,5	1,8	1,8	2,0	0,62
...											
70	DU-S-70	4		4,0	2,0	1,5	0,5	1,5	4,0	1,0	0,52
										PPC$_d$	**0,67**
										s	**0,35**

6. Se realizó la tercera validación de los valores restantes de PPC$_j$, mediante el método de puntuación de Z-Score (formato anexo a la guía), descartándose 4 valores del orden 46, 52, 57, y 69 (2,55; 2,23; 2,59 y 2,09) que son mayores o iguales a 1,96; reduciéndose así el número de muestra de generadores de 68 a 64.

No.	Código generador	PPC$_j$ (kg/hab*día)	|PPC$_d$ - PPC$_j$|	Zc = |PPC$_d$ - PPC$_j$|/s	Validación de muestras (3)
1	DU-S-1	0,52	|0,67-0,52|= 0,15	0,43	aceptado
2	DU-S-2	0,56	|0,67-0,56|= 0,11	0,31	aceptado
3	DU-S-3	0,62	|0,67-0,62|= 0,05	0,14	aceptado
...					
46	DU-S-46	1,56	|0,67-1,56|= 0,89	2,54	rechazado
...					
52	DU-S-52	1,45	|0,67-1,45|= 0,78	2,22	rechazado
...					
57	DU-S-57	1,57	|0,67-1,57|= 0,90	2,57	rechazado
...					
69	DU-S-69	1,40	|0,67-1,40|= 0,73	2,08	rechazado
70	DU-S-70	0,52	|0,67-0,52|= 0,15	0,42	aceptado

7. Se determina el número final de generadores descartados en todo el proceso de validación, en este caso 6 generadores que corresponden al 9% del total de muestras iniciales, es decir menor al 20% establecido en la guía, por lo cual se acepta el muestreo realizado.

8. Se calculó, con los 64 datos validados, la producción per cápita domiciliar urbana definitiva del cantón.

$$PPC_{du} = \frac{\sum PPC_j}{n} \qquad PPC_{du} = \frac{39{,}29 \frac{kg}{hab * día}}{64} \qquad PPC_{du} = 0{,}61 \frac{kg}{hab * día}$$

- **Generación domiciliar rural**

9. Se repite el mismo procedimiento aplicado en generadores urbanos, en este caso el resultado fue el siguiente.

$$PPC_{dr} = 0{,}51 \frac{kg}{hab * día}$$

- **Generación domiciliar cantonal**

10. Se obtuvo primero la PPC domiciliar cantonal

$$PPC_d = \frac{(PPC_{du} \text{ x } P_u) + (PPC_{dr} \text{ x } P_{dr})}{P_t}$$

$$PPC_d = \frac{(\frac{0{,}61 kg}{hab * día} \text{ x } 12.856 \text{ habitantes}) + (\frac{0{,}51 kg}{hab * día} \text{ x } 12.765 \text{ habitantes})}{25.621 \text{ habitantes}}$$

$$\mathbf{PPC_d = 0,57 \frac{kg}{hab * día}}$$

11. Se estimó la generación domiciliar cantonal

$$G_d = PPC_d \text{ x } P_t$$

$$G_d = 0{,}56 \frac{kg}{hab.\,día} \text{ x } 25.621 \text{ hab.}$$

$$\mathbf{G_d = 14.347,76 \frac{kg}{día} = 14,35 \frac{ton}{día}}$$

- **Generación no domiciliar cantonal**

a) Generadores asociados

1. Se tabuló diferenciadamente, la información del pesaje de las 60 muestras recabadas por clases de establecimientos comerciales (del 1 al 6) y tipo de generador en hoteles, restaurantes e instituciones públicas/privadas. En este caso, se exponen como ejemplo los datos de establecimientos comerciales clase 1.

No.	Código generador	Tipo de generador	Clase de comercio	Atención días a la semana	Pesaje de residuos en (kg)							
					Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
1	C-1	Tienda	1	7	1,0	2,0	3,0	1,5	4,0	2,0		2,0
2	C-5	Tienda	1	7	5,0	3,0	3,5			7,0	2,5	7,0
3	C-6	Panadería	1	7	1,0	3,6	4,0		5,0	3,0	5,0	3,0
4	C-14	Minimarket	1	7	2,5	1,0	2,0	0,5	1,0	2,0	0,5	0,5
5	C-17	Tienda	1	7	3,0					7,0	5,0	3,0
...												
39	C-39	Frutería	1	7	20,5	5,5	2,5	29,0	32,5	25,0	21,0	16,0

2. Para la validación de las muestras, se descartó la información correspondiente al "día 0" y se realizó la verificación de los generadores que tienen datos registrados inferiores al 50% de los días que atienden a la semana, para su descarte. En este caso existió 1 descarte (orden 5).

No.	Código generador	Tipo de generador	Clase de comercio	Atención días a la semana	Pesaje de residuos en (kg)								Validación de muestras
					Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
1	C-1	Tienda	1	7		2,0	3,0	1,5	4,0	2,0		2,0	aceptado
2	C-5	Tienda	1	7		3,0	3,5			7,0	2,5	7,0	aceptado
3	C-6	Panadería	1	7		3,6	4,0		5,0	3,0	5,0	3,0	aceptado
4	C-14	Minimarket	1	7		1,0	2,0	0,5	1,0	2,0	0,5	0,5	aceptado
5	C-17	Tienda	1	7						7,0	5,0	3,0	rechazado
...													
39	C-39	Frutería	1	7		5,5	2,5	29,0	32,5	25,0	21,0	16,0	aceptado

3. Se determinó el número final de generadores descartados en cada proceso de validación para todos los tipos de generadores asociados. En este caso, la sumatoria de todos los generadores descartados fue de 1, que corresponde al 2% del total de muestras iniciales, es decir menor al 20% establecido en la guía, por lo que se acepta el muestreo realizado.

4. Para cada generador (cada fila), se calculó la generación promedio diaria de los valores registrados en la semana de muestreo ($PP_{jclase1}$).

No.	Código generador	Tipo de generador	Clase de comercio	Atención días a la semana	Pesaje de residuos en (kg)								Generación promedio establecimiento (kg/día)
					Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
1	C-1	Tienda	1	7		2,0	3,0	1,5	4,0	2,0		2,0	2,4
2	C-5	Tienda	1	7		3,0	3,5			7,0	2,5	7,0	4,6
3	C-6	Panadería	1	7		3,6	4,0		5,0	3,0	5,0	3,0	3,9
4	C-14	Minimarket	1	7		1,0	2,0	0,5	1,0	2,0	0,5	0,5	1,1
5	C-17	Tienda	1	7									
...													
39	C-39	Frutería	1	7		5,5	2,5	29,0	32,5	25,0	21,0	16,0	18,8

5. Cada valor de generación promedio de cada fila fue corregido, multiplicándose por la cantidad de días que atiende a la semana y dividido para los 7 días de muestreo.

$$\text{Promedio corregido} = \frac{\text{Generación promedio x días de atención}}{\text{7 días de muestreo}}$$

$$\text{Promedio corregido} = \frac{2{,}4\ \frac{\text{kg}}{\text{día}}\ \text{x 7 días}}{\text{7 días}}$$

$$\text{Promedio corregido} = 2{,}4\ \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

6. Se calculó el promedio del grupo de generadores, con todos los promedios corregidos para obtener la producción per cápita ($PPC_{clase\ 1}$) de establecimientos comerciales clase 1.

No.	Código generador	Clase de comercio	Atención días a la semana	Pesaje de residuos en (kg)								Generación promedio establecimiento (kg/día)	Promedio corregido (kg/día)
				Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
1	C-1	1	7		2,0	3,0	1,5	4,0	2,0		2,0	2,42	2,42
2	C-5	1	7		3,0	3,5			7,0	2,5	7,0	4,60	4,60
3	C-6	1	6		3,6	4,0		5,0	3,0	5,0	3,0	3,93	3,37
4	C-14	1	7		1,0	2,0	0,5	1,0	2,0	0,5	0,5	1,07	1,07
...													
n	C-n	1	7		5,5	2,5	29,0	32,5	25,0	21,0	16,0	18,79	18,79
Sumatoria													89,28
$n_{comercios\ clase\ 1\ validados}$													16
PPC comercial clase 1 (kg/comercio*día)													5,58

7. El procedimiento se repitió para todos los datos registrados por cada clase de comercios (del 1 al 6). Se promediaron los resultados obtenidos para determinar la PPC de comercios.

Clase de comercio	PPC (kg/comercio*día)
1	5,58
2	1,30
3	1,68
4	2,45
5	1,31
6	5,52
$PPC_{comercial}$	**2,97**

8. Se repitieron los pasos 4, 5 y 6 para determinar la PPC de los restantes generadores asociados (restaurantes, hoteles e instituciones públicas y privadas). Cada valor resultante se multiplicó por la cantidad de establecimientos existentes en el cantón de cada tipo de generador.

$$\text{Generación comercios} = \text{Cantidad total de comercios x PPC comercios}$$
$$\text{Generación restaurantes} = \text{Cantidad total de restaurantes x PPC restaurantes}$$
$$\text{Generación hoteles} = \text{Cantidad total de hoteles x PPC hoteles}$$
$$\text{Generación instituciones públicas/privadas} = \text{Cantidad total de instituciones x PPC instituciones}$$

La sumatoria de estos parámetros da como resultado la generación de residuos sólidos asociados.

$$G_a = G_{comercios} + G_{restaurantes} + G_{hoteles} + G_{instituciones}$$

Tipo de generador	PPC	Cantidad de establecimientos (N)	Generación (kg/día)
Comercio	2,97 kg/comercio*día	899	2.670,03
Restaurante	10,62 kg/restaurante*día	167	1.773,54
Hotel	4,90 kg/hotel*día	77	377,30
Institución	4,08 kg/institución*día	14	57,12
		Generación asociados	**4.877,99**

b) Generadores de otras fuentes

1. Se tabuló la información del pesaje correspondiente a las 3 instituciones educativas muestreadas.

No.	Código generador	Número de generadores educativos	Días de funcionamiento a la semana	Pesos (kg)							
				Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
1	IE-1	823	5	55,00	28,50	36,50	Sábado	Domingo	17,00	29,50	65,25
2	IE-2	1.100	5	84,00	42,00	112,50			39,00	58,00	127,00
3	IE-3	240	5	18,50	13,50	9,50			6,00	9,50	11,00

2. Se descartó la información correspondiente al "día 0" y se realizó la verificación de generadores que tienen datos registrados inferiores al 50% de los días de funcionamiento a la semana para su descarte. En este caso no hubo descartes.

No.	Código generador	Número de generadores educativos	Días de funcionamiento a la semana	Pesos (kg)								Validación de muestras
				Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
1	IE-1	823	5		28,50	36,50	Sábado	Domingo	17,00	29,50	65,25	aceptado
2	IE-2	1.100	5		42,00	112,50			39,00	58,00	127,00	aceptado
3	IE-3	240	5		13,50	9,50			6,00	9,50	11,00	aceptado

3. Se calculó la producción per cápita promedio (PPC_j) para cada uno de los establecimientos educativos (cada fila).

No.	Código generador	Número de generadores educativos	Días de funcionamiento a la semana	Pesos (kg)								PPC_j (kg/ generador educativo*día)
				Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
1	IE-1	823	5		28,50	36,50	Sábado	Domingo	17,00	29,50	65,25	0,043
2	IE-2	1.100	5		42,00	112,50			39,00	58,00	127,00	0,069
3	IE-3	240	5		13,50	9,50			6,00	9,50	11,00	0,041

4. Se aplicó la corrección de los valores de PPC_j, se multiplicó por la cantidad de días que funcionan a la semana y se dividió para los 7 días de muestreo.

No.	Código generador	Número de generadores educativos	Días de funcionamiento a la semana	Pesos (kg)								PPC_j (kg/ generador educativo*día)	PPCj corregido (kg/generador educativo*día)
				Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
1	IE-1	823	5		28,50	36,50	Sáb.	Dom.	17,00	29,50	65,25	0,043	0,031
2	IE-2	1.100	5		42,00	112,50			39,00	58,00	127,00	0,069	0,049
3	IE-3	240	5		13,50	9,50			6,00	9,50	11,00	0,041	0,029

5. Se calculó el promedio general con todos los promedios corregidos para obtener la producción per cápita (PPC) de generadores educativos.

No.	Código generador	Número de generadores educativos	Días de funcionamiento a la semana	Pesos (kg)								PPC_j (kg/ generador educativo*día)	PPCj corregido (kg/generador educativo*día)
				Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
1	IE-1	823	5		28,50	36,50	Sáb.	Dom.	17,00	29,50	65,25	0,043	0,031
2	IE-2	1.100	5		42,00	112,50			39,00	58,00	127,00	0,069	0,049
3	IE-3	240	5		13,50	9,50			6,00	9,50	11,00	0,041	0,029
												$PPC_{educativas}$	0,036

6. Se calculó la generación de residuos sólidos de las instituciones educativas a nivel cantonal, con el total de instituciones educativas existentes en el cantón (dato que se recopiló en etapas anteriores).

$$\text{Generación educativas} = \text{Número total de generadores educativos x PPC educativo}$$
$$\text{Generación educativas} = 7.176 \text{ generadores educativos x } 0{,}036 \text{ kg/generador educativo} * \text{día}$$
$$\text{Generación educativas} = 258{,}34 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

7. El procedimiento se repitió con los datos registrados para las otras fuentes de generación correspondientes a mercados y barrido de calles.

Fuente de generación	Cantidad	PPC	Generación (kg/día)
Instituciones educativas	7.176 generadores educativos	0,036 kg/generador educativo*día	258,34
Mercados	84 puestos de mercados	2,63 kg/puesto de mercado*día	220,92
Barrido de calles	7 km de calles barridos	5,21 kg/km barrido*día	36,47
		Generación otras fuentes	**515,73**

8. Se determinó la generación de residuos sólidos no domiciliarios

$$\text{Generación no domiciliar} = \text{Generación asociados} + \text{Generación otras fuentes}$$

$$G_{\text{no domiciliar}} = 4.877{,}99\ \frac{kg}{día} + 515{,}73\ \frac{kg}{día}$$

$$\mathbf{G_{no\ domiciliar} = 5.393{,}72\ \frac{kg}{día} = 5{,}39\ \frac{ton}{día}}$$

9. Se procedió a establecer la PPC no domiciliar, para lo cual la generación no domiciliaria se dividió para la población cantonal, obteniendo el siguiente valor:

$$PPC_{\text{no domiciliar}} = \frac{\text{Generación no domiciliar}}{\text{Población Cantonal}}$$

$$PPC_{\text{no domiciliar}} = \frac{5.393{,}72\ kg/día}{25.621\ \text{habitantes}}$$

$$\mathbf{PPC_{no\ domiciliar} = 0{,}21\ \frac{kg}{hab * día}}$$

PPC cantonal:

10. Se calculó el valor de la PPC representativa para todo el cantón, de la siguiente manera:

$$PPC_{\text{cantonal}} = PPC_{\text{domiciliar}} + PPC_{\text{no domiciliar}}$$

$$PPC_{\text{cantonal}} = 0{,}57\ \frac{kg}{hab * día} + 0{,}21\ \frac{kg}{hab * día}$$

$$\mathbf{PPC_{cantonal} = 0{,}78\ \frac{kg}{hab * día}}$$

Generación cantonal de residuos sólidos:

11. Luego se calculó la generación cantonal de residuos sólidos de la siguiente manera:
Este caso sí considera población flotante

$$G_{\text{cantonal}} = G_{\text{domiciliar}} + G_{\text{no domiciliar}} + G_{\text{población flotante}}$$

$$G_{\text{cantonal}} = G_{\text{domiciliar}} + G_{\text{no domiciliar}} + (PPC_{\text{cantonal}}\ x\ P_{\text{flotante}})$$

$$\text{Generación}_{\text{cantonal}} = 14.347{,}76\ \frac{kg}{día} + 5.393{,}72\ \frac{kg}{día} + (0{,}78\ \frac{kg}{hab * día}\ x\ 717\ hab)$$

$$\text{Generación}_{\text{cantonal}} = 14.347{,}76\ \frac{kg}{día} + 5.393{,}72\ \frac{kg}{día} + 559{,}26\ \frac{kg}{día}$$

$$\mathbf{Generación_{cantonal} = 20.300{,}74\ \frac{kg}{día} = 20{,}30\ \frac{ton}{día}}$$

Ejemplo

Enunciado:

Determinar la PPC cantonal y la generación total de residuos sólidos de un cantón categorizado como grande, si luego de la validación de datos se tuvieron los siguientes resultados.

Domiciliario
Área urbana:
PPC estrato alto: 0,72 kg/hab*día
PPC estrato medio: 0,68 kg/hab*día
PPC estrato bajo: 0,65 kg/hab*día

Área rural:
PPC rural: 0,63 kg/hab/día

Población del cantón
Urbana: 280.288 habitantes
Rural: 17.563 habitantes
Total: 297.851 habitantes

Estratos socioeconómicos
Hogares estrato alto: 13.1%
Hogares estrato medio: 22,8%
Hogares estrato bajo: 64,1%

No domiciliario
Asociado:
PPC comercial: 4,09 kg/comercio*día
PPC restaurante: 11,62 kg/restaurante*día
PPC hotel: 5,91 kg/hotel*día
PPC institucional: 18,40 kg/institución*día

Otras fuentes:
PPC educativo: 0,048 kg/generador educativo*día
PPC mercado: 3,77 kg/puesto mercado*día
PPC barrido: 6,18 kg/km barrido*día

Generadores no domiciliarios
Cantidad total de comercios: 3.654
Cantidad total de restaurantes: 482
Cantidad total de hoteles: 213
Cantidad total de instituciones público/privadas: 62
Número total de generadores educativos: 78.237
Número total de puestos de mercado: 2056
Número total de km de calles barridas: 315

En este caso el municipio no tiene población flotante representativa.

Desarrollo:

Con los resultados y parámetros de diseños establecidos, se determinó la generación de residuos sólidos y PPC cantonal aplicando los siguientes pasos.

- **Domiciliario**

1. Determinación de la PPC domiciliar urbana: Con los resultados calculados por cada estrato socioeconómico del área urbana, se obtuvo el promedio ponderado de la PPC de los residuos sólidos domiciliarios urbanos, aplicando la siguiente fórmula.

$$PPC_{du} = (\%_{\text{hogares estrato bajo}} \text{ x } PPC_{\text{d estrato bajo}}) + (\%_{\text{hogares estrato medio}} \text{ x } PPC_{\text{d estrato medio}}) + (\%_{\text{hogares estrato alto}} \text{ x } PPC_{\text{d estrato alto}})$$

Estratos socioeconómicos		Producción per cápita (kg/hab*día)		Representatividad poblacional
% hogares estrato alto	13,1%	PPC estrato alto	0,72	0,09
% hogares estrato medio	22,8%	PPC estrato medio	0,68	0,16
% hogares estrato bajo	64,1%	PPC estrato bajo	0,65	0,41
			PPCdu (kg/hab*día)	0,66

2. Determinación de la PPC domiciliar cantonal: Se procedió a calcularla, utilizando la siguiente ecuación.

$$PPC_d = \frac{(PPC_{du} \text{ x } P_u) + (PPC_{dr} \text{ x } P_{dr})}{P_t}$$

$$PPC_d = \frac{(\text{Población Urbana x PPC urbana}) + (\text{Población rural x PPC rural})}{\text{Población total}}$$

$$PPC_d = \frac{(280.288 \text{ hab x } 0{,}66 \frac{kg}{hab * día}) + (17.563 \text{ hab x } 0{,}63 \frac{kg}{hab * día})}{297.851 \text{ hab}}$$

$$\mathbf{PPC_d = 0,66 \frac{kg}{hab * día}}$$

3. Determinación de la generación de residuos sólidos domiciliar cantonal: Con los resultados obtenidos, se aplica la siguiente ecuación.

$$G_{domiciliar} = PPC_d \text{ x } P_t$$

$$Generación_{domiciliar} = \text{PPC domiciliar cantonal x Población cantonal}$$

$$Generación_{domiciliar} = 297.851 \text{ habitantes x } 0{,}66 \frac{kg}{hab * día}$$

$$\mathbf{Generación_{domiciliar} = 196.581,66 \frac{kg}{día} = 196,58 \frac{ton}{día}}$$

- **No Domiciliario**

4. Determinación de la generación de asociados: De igual manera, con los parámetros establecidos para los generadores asociados, se calculó la cantidad de residuos sólidos producidos, acorde a las siguientes ecuaciones.

$$G_a = (PPC_{comercios} \text{ x } N_{comercios}) + (PPC_{restaurantes} \text{ x } N_{restaurantes}) + (PPC_{hoteles} \text{ x } N_{hoteles}) + (PPC_{instituciones} \text{ x } N_{instituciones})$$

$$G_a = G_{comercios} + G_{restaurantes} + G_{hoteles} + G_{instituciones}$$

Por consiguiente, obtenemos estos resultados.

Tipo de establecimiento	Cantidad	PPC	Generación (kg/día)
Comercios	3.654	4,09 kg/comercio*día	14.944,86
Restaurantes	482	11,62 kg/restaurante*día	5.600,84
Hoteles	213	5,91 kg/hotel*día	1.258,83
Inst. públicas/privadas	62	18,4 kg/institución*día	1.140,80
		Generación asociados	**22.945,33**

5. Determinación de la generación de otras fuentes no domiciliarias: Asimismo al paso anterior, se calculó la cantidad de generación de residuos sólidos de otras fuentes, considerando lo siguiente.

$$G_{educativas} = PPC_{educativas} \text{ x } N_{educativas}$$
$$G_{mercados} = PPC_{mercados} \text{ x } N_{mercados}$$
$$G_{barrido} = PPC_{barrido} \text{ x } N_{barrido}$$

Por consiguiente, obtuvimos estos resultados.

Fuente de generación	Cantidad	PPC	Generación (kg/día)
Instituciones educativas	78.237	0,048 kg/generador educativo*día	3.755,38
Mercados	2.056	3,77 kg/puesto mercado*día	7.751,12
Barrido de calles	315	6,18 kg/km barrido*día	1.946,70
		Generación otras fuentes no domiciliarias	**13.453,20**

6. Determinación de la generación de residuos sólidos no domiciliar cantonal: Su valor se define a través de la siguiente sumatoria.

$$G_{\text{no domiciliar}} = G_{asociados} + G_{otras\ fuentes}$$
$$\text{Generación}_{\text{no domiciliar}} = 22.945{,}33\ \frac{kg}{día} + 13.453{,}20\ \frac{kg}{día}$$
$$\mathbf{Generación_{no\ domiciliar} = 36.398{,}53\ \frac{kg}{día} = 36{,}40\ \frac{ton}{día}}$$

Adicionalmente, se procedió a establecer la PPC no domiciliar cantonal, para lo cual la generación total no domiciliar se dividió para la población cantonal, obteniendo el siguiente valor.

$$PPC_{\text{no domiciliar}} = \frac{\text{Generación no domiciliar}}{\text{Población Cantonal}}$$
$$PPC_{\text{no domiciliar}} = \frac{36.398{,}53\ \frac{kg}{día}}{297.851\ \text{habitantes}}$$
$$\mathbf{PPC_{no\ domiciliar} = 0{,}12\ \frac{kg}{hab * día}}$$

7. Determinación de la PPC cantonal: Se calculó el valor de la PPC representativa para todo el cantón categorizado como grande, de la siguiente manera.

$$PPC_{cantonal} = PPC_{domiciliar} + PPC_{no\ domiciliar}$$

$$PPC_{cantonal} = 0{,}66\ \frac{kg}{hab * día} + 0{,}12\ \frac{kg}{hab * día}$$

$$\mathbf{PPC_{cantonal} = 0,78\ \frac{kg}{hab * día}}$$

8. Determinación de la generación total de residuos sólidos: Finalmente se calculó el valor de la generación total de residuos sólidos de un cantón de categoría grande, mediante la siguiente sumatoria:

Este caso no considera población flotante

$$G_{cantonal} = G_{domiciliar} + G_{no\ domiciliar}$$

$$Generación_{cantonal} = \mathbf{196.581,66}\ \frac{kg}{día} + 36.398{,}53\ \frac{kg}{día}$$

$$\mathbf{Generación_{cantonal} = 232.980,19\ \frac{kg}{día} = 232,98\ \frac{ton}{día}}$$

9. Análisis de varianza (ANOVA) de PPC de estratos socioeconómicos del área urbana: Esta prueba estadística permite conocer si las variables son dependientes o independientes; en este caso, si las medias de la PPC de cada grupo de estratos son similares o diferentes.

Se trabajó con los tabulados de las PPC de cada estrato, cuyos datos fueron validados.

n	PPC estrato socioeconómico bajo (kg/hab*día)
1	0,63
2	0,70
3	0,59
4	0,72
...	
115	0,68

n	PPC estrato socioeconómico medio (kg/hab*día)
1	0,53
2	0,60
3	0,59
4	0,53
...	
41	0,93

n	PPC estrato socioeconómico alto (kg/hab*día)
1	0,81
2	0,68
3	0,62
4	0,61
...	
24	0,90

Luego, mediante el uso del anexo digital en la hoja de cálculo, en "análisis de datos" de la función "análisis de varianza de un factor", se obtuvieron los siguientes resultados.

Resumen

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
PPC estrato socioeconómico bajo	115	74,23	0,65	0,01
PPC estrato socioeconómico medio	41	27,96	0,68	0,02
PPC estrato socioeconómico alto	24	17,36	0,72	0,01

Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	*F*	Probabilidad	Valor crítico para *F*
Entre grupos	0,14	2	0,069	5,525	0,005	3,047
Dentro de los grupos	2,20	177	0,012			
Total	**2,34**	**179**				

Los resultados indican que el valor de probabilidad resultante de (0,005) es menor a 0,05, es decir con una confiabilidad del 95%, por lo tanto, se rechaza la hipótesis de que todas las medias de los estratos son iguales y se afirma la hipótesis alternativa de que al menos una de las medias es diferente; además, el valor del estadístico de prueba F=5 de 5,25 es significativamente distinto de 1; esto permite concluir que la PPC de cada estrato tiene una diferencia o es independiente; es decir, hay suficiente evidencia de que cada estrato debe ser tratado y analizado de forma independiente.

D.7.
Determinar la densidad de los residuos sólidos del cantón

Corresponde a los cálculos que se deben realizar para obtener la densidad de residuos sólidos promedio de varios generadores, y la densidad representativa del cantón de estudio.

Procedimiento

1. Calcular con los valores registrados en campo el volumen del recipiente cilíndrico.

Ecuación 28 Cálculo del volumen de un cilindro

$$\text{Volumen (V)} = \pi \, x \left(\frac{D}{2}\right)^2 x \, H$$

Donde:
V = Volumen del recipiente cilíndrico en m^3.
D = Diámetro del recipiente en m.
H = Altura del recipiente en m.
π = Coeficiente adimensional de valor 3,1415926.

2. Calcular el peso neto de los residuos sólidos de cada grupo de generador estudiado.

Ecuación 29 Cálculo del peso neto de los residuos sólidos

$$\text{Peso neto (Wn)} = Wf - Wo$$

Donde:
Wn = Peso neto de los residuos sólidos en kg.
Wf = Peso de recipiente con residuos en kg.
Wo = Peso del recipiente (tara) en kg.

3. Calcular la densidad de los residuos sólidos.

Ecuación 30 Cálculo de la densidad de los residuos sólidos

$$\text{Densidad } (\rho) = \frac{Wn}{V}$$

Donde:
ρ = **Densidad residuos sólidos en kg/m³.**
Wn = Peso neto de los residuos sólidos en kg.
V = Volumen del recipiente cilíndrico en m³.

4. Determinar la densidad representativa de los residuos sólidos del cantón mediante el promedio de las densidades de los domicilios urbanos, rurales y generadores asociados.

Consideraciones

Para facilitar el cálculo de la densidad de los residuos sólidos del cantón, hacer uso del **Anexo 15**.

Se debe calcular la densidad de residuos sólidos para los generadores: domicilios urbanos, domicilios rurales, asociados, mercados e instituciones educativas.

Ejemplo

Enunciado:

Determinar la densidad de los residuos sólidos no peligrosos del área urbana de un cantón, si luego de las actividades de medición y pesaje se tienen los siguientes resultados.

Datos del recipiente
Sección: Cilíndrica
Peso vacío (Wo): 6,40 kg
Diámetro (D): 0,52 m
Altura (H): 0,85 m

No. Muestra	Pesaje del recipiente colmado (Wf) (kg)						
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
1	45,1	37,6	50,4	42,6	38,4	47,1	37,5
2	35,7	32,8	44,3	38,1	37,6	40,0	43,7

Desarrollo:

Con los resultados y parámetros de diseños establecidos, se determinó la densidad de los residuos sólidos no peligrosos, aplicando los siguientes pasos:

1. Determinación del volumen del recipiente: Acorde a la sección del recipiente utilizado en las actividades de pesaje, se calculó su volumen con los datos obtenidos en campo.

$$\text{Volumen (V)} = \pi \text{ x} \left(\frac{\text{D}}{2}\right)^2 \text{ x H}$$

$$\text{Volumen (V)} = 3{,}1415926 \text{ x} \left(\frac{0{,}52 \text{ m}}{2}\right)^2 \text{ x } 0{,}85 \text{ m}$$

$$\mathbf{Volumen\ (V) = 0,1805\ m^3}$$

2. Determinación de la densidad: A continuación, con el dato de pesaje se procedió a calcular la densidad de los residuos sólidos, según las siguientes ecuaciones.

$$\text{Peso neto (Wn)} = \text{Wf} - \text{Wo}$$

$$\text{Peso neto (Wn}_1\text{)} = 45{,}1 \text{ kg} - 6{,}4 \text{ kg}$$

$$\mathbf{Peso\ neto\ (Wn_1) = 38,7\ kg}$$

$$\text{Densidad } (\rho) = \frac{\text{Wn}}{\text{V}}$$

$$\text{Densidad } (\rho_1) = \frac{38{,}7 \text{ kg}}{0{,}1805\ m^3}$$

$$\mathbf{Densidad\ (\rho_1) = 214,39\ kg/m^3}$$

3. Se repitió el paso anterior para cada una de las muestras y por los siete días de pesaje, obteniendo los valores de densidad respectivamente. Por último, para determinar la densidad del área urbana, se promedió estos valores como se demuestra a continuación.

Día	No. de muestra	Peso colmado (Wf) (kg)	Peso vacío (Wo) (kg)	Peso Neto (Wn) (kg)	Densidad (Wn/V) (kg/m3)
1	1	45,1	6,4	38,7	214,39
	2	35,7	6,4	29,3	162,31
2	1	37,6	6,4	31,2	172,84
	2	32,8	6,4	26,4	146,25
3	1	50,4	6,4	44,0	243,75
	2	44,3	6,4	37,9	209,95
4	1	42,6	6,4	36,2	200,54
	2	38,1	6,4	31,7	175,61
5	1	38,4	6,4	32,0	177,27
	2	37,6	6,4	31,2	172,84
6	1	47,1	6,4	40,7	225,46
	2	40	6,4	33,6	186,13
7	1	37,5	6,4	31,1	172,28
	2	43,7	6,4	37,3	206,63
Densidad urbana de los residuos sólidos					**190,45**

Este mismo procedimiento se lo emplea para determinar la densidad de los residuos sólidos a nivel urbano, rural, asociado, instituciones educativas y mercados.

Para establecer un valor representativo de la densidad de los residuos sólidos de un cantón, se debe promediar entre los resultados obtenidos del área urbana, área rural y generadores asociados.

D.8.
Determinar la composición de residuos sólidos del cantón

Corresponde a los cálculos que se deben realizar para obtener la composición porcentual promedio de residuos sólidos de varios generadores y la composición representativa del cantón de estudio.

Procedimiento

1. Realizar la sumatoria de los pesos de los 7 días de muestreo de cada tipo de residuos.
2. Realizar la sumatoria total de las sumatorias de pesos semanales de todos los tipos de residuos sólidos.
3. Calcular con los dos parámetros obtenidos la composición porcentual de cada tipo de residuos sólidos.
4. Repetir el procedimiento anterior para los generadores: domicilios urbanos, domicilios rurales, asociados e instituciones educativas.

Consideraciones

Para facilitar el cálculo de la composición porcentual de los residuos sólidos del cantón, hacer uso del **Anexo 16**.

Ejemplo

Enunciado:

Determinar la composición física de los residuos sólidos no peligrosos del área rural del cantón, si luego de las actividades de pesaje se tienen los siguientes resultados:

Tipo de residuo sólido	Pesaje de residuos sólidos (Kg)						
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Orgánico	29,40	18,20	32,50	27,00	31,00	25,50	23,60
Cartón	2,00	1,00	2,40	1,50	3,00	1,00	0,80
Plástico	7,90	8,20	5,60	5,20	6,90	4,70	8,10
Vidrio	2,00	1,20	0,70	4,50	1,00	1,50	0,80

Tipo de residuo sólido	Pesaje de residuos sólidos (Kg)						
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
No ferrosos	1,50	1,00	0,60	1,00	1,00	0,25	1,50
Caucho	0,30	0,20	0,30	0,50	0,50	0,00	0,40
Madera	0,60	0,10	0,00	0,50	0,50	0,50	0,70
Textiles	1,50	1,50	0,70	1,00	1,50	0,50	0,00
Eléctricos y electrónicos	0,60	0,20	0,00	0,50	0,50	0,00	0,40
Sanitarios	6,00	5,50	8,20	7,00	9,00	12,00	7,30
Otros no categorizados	2,40	2,70	7,60	3,50	8,00	4,50	3,30

Desarrollo:

Con los resultados y parámetros de diseños establecidos, se determinó la composición porcentual de los residuos sólidos no peligrosos aplicando los siguientes pasos:

1. Determinación de la cantidad de residuos sólidos por tipo de residuo: Se realizó la sumatoria de los pesajes obtenidos de los 7 días de muestreo por cada tipo de residuo, como en el siguiente ejemplo:

$$\text{Peso Total}_{\text{orgánico}} = Peso_{día1} + Peso_{día\,2} + Peso_{día3} + \cdots + Peso_{día7}$$

$$\text{Peso Total}_{\text{orgánico}} = 29{,}40\ \text{kg} + 18{,}20\ \text{kg} + 32{,}50\ \text{kg} + \cdots + 23{,}60\ kg$$

$$\mathbf{Peso\ Total_{orgánico} = 187{,}20\ kg}$$

2. Determinación de la cantidad total de residuos sólidos: A continuación, se procedió con la sumatoria de los pesajes totales obtenidos por cada tipo de residuo, obteniendo como resultado la generación de residuos sólidos de toda la semana de muestreo:

$$\text{Peso Total} = Peso\ Total_{org\acute{a}nico} + Peso\ Total_{cart\acute{o}n} + Peso\ Total_{plástico} + \cdots + Peso_{otros\ no\ cat.}$$

$$\text{Peso Total}_{\text{orgánico}} = 187{,}20\ \text{kg} + 11{,}70\ \text{kg} + 46{,}60\ \text{kg} + \cdots + 33{,}00\ kg$$

$$\mathbf{Peso\ Total_{orgánico} = 366{,}30\ kg}$$

3. Determinación de la composición porcentual: Por último, con el valor del peso total se establece su equivalencia sobre el 100%, para calcular la composición porcentual por cada tipo de residuos sólidos, de acuerdo al siguiente ejemplo:

$$\text{Composición porcentual}_{\text{orgánico}} = \frac{\text{Peso Total}_{\text{orgánico}}}{Peso\ Total} * 100\%$$

$$\text{Composición porcentual}_{\text{orgánico}} = \frac{187{,}20\ \text{kg}}{366{,}30\ \text{kg}} * 100\%$$

$$\mathbf{Composición\ porcentual_{orgánico} = 51{,}1\%}$$

4. Se repitió el paso anterior para cada tipo de residuo sólido. Los resultados finales se muestran en la siguiente tabla:

Tipo de residuo sólido	Pesaje de residuos sólidos (Kg)							Sumatoria (kg)	Composición (%)
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
Orgánico	29,40	18,20	32,50	27,00	31,00	25,50	23,60	187,20	51,1%
Cartón	2,00	1,00	2,40	1,50	3,00	1,00	0,80	11,70	3,2%
Plástico	7,90	8,20	5,60	5,20	6,90	4,70	8,10	46,60	12,7%
Vidrio	2,00	1,20	0,70	4,50	1,00	1,50	0,80	11,70	3,2%
No ferrosos	1,50	1,00	0,60	1,00	1,00	0,50	1,50	7,10	1,9%
Caucho	0,30	0,20	0,30	0,50	0,50	0,00	0,40	2,20	0,6%
Madera	0,60	0,10	0,00	0,50	0,50	0,50	0,70	2,90	0,8%
Textiles	1,50	1,50	0,70	1,00	1,50	0,50	0,00	6,70	1,8%
Eléctricos y electrónicos	0,60	0,20	0,00	0,50	0,50	0,00	0,40	2,20	0,6%
Sanitarios	6,00	5,50	8,20	7,00	9,00	12,00	7,30	55,00	15,0%
Otros no categorizados	2,40	3,70	7,60	3,50	8,00	4,50	3,30	33,00	9,0%
								366,30	**100%**

D.9.
Determinar la cantidad de residuos que ingresan a sitio de disposición final

Corresponde a la totalidad de residuos que ingresan al sitio de disposición final del cantón.

Procedimiento

1. Obtener el promedio diario y anual de la cantidad de residuos sólidos que ingresan al sitio de disposición final.

2. Realizar el análisis comparativo de la cantidad de la generación estimada y la cantidad de residuos que ingresan al sitio de disposición final.

Consideraciones

Para facilitar el cálculo de la cantidad promedio que ingresa al sitio de disposición final hacer uso del **Anexo 18**.

D.10.
Elaboración del documento del ECCRS

Procedimiento

1. Elaborar el estudio de cuantificación y caracterización de residuos y desechos sólidos no peligrosos y sus correspondientes anexos.

Consideraciones

El documento del estudio de cuantificación y caracterización de residuos sólidos deberá contener al menos lo establecido en el **Anexo 20**.

Glosario de términos

Barrio: Son unidades básicas de asentamiento humano y organización social en una ciudad, que devienen por ello la base de la participación ciudadana para la planificación del desarrollo y el ordenamiento territorial municipal o metropolitano, de conformidad con lo dispuesto en la normativa que regula la organización territorial de Ecuador y la participación ciudadana.

Barrios y parroquias urbanas: Se reconoce a los barrios y parroquias urbanas como unidades básicas de participación ciudadana en los gobiernos autónomos descentralizados municipales o metropolitanos.

Cantones: Son circunscripciones territoriales conformadas por parroquias rurales y la cabecera cantonal con sus parroquias urbanas, señaladas en su respectiva ley de creación, y, por las que se crearen con posterioridad, de conformidad con el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.

Caracterización de residuos y desechos sólidos no peligrosos: Proceso destinado al conocimiento integral de características ya sean físicas, químicas, biológicas y/o microbiológicas de residuos y desechos sólidos no peligrosos, mediante procedimientos metodológicos y estadísticos con base en muestreos y mediciones de campo y laboratorio.

Catastro inmobiliario multifinalitario – CIM: - Es el inventario de bienes inmuebles urbanos o rurales que pertenecen a una determinada jurisdicción.

Ciudad: Es un núcleo de población organizada para la vida colectiva a través de instituciones locales de gobierno de carácter municipal o metropolitano. Comprende tanto el espacio urbano como el entorno rural que es propio de su territorio y que dispone de los bienes y servicios necesarios para el desarrollo político, económico, social y cultural de sus ciudadanos.

Desecho: Son las sustancias sólidas, semisólidas, líquidas o gaseosas, o materiales compuestos resultantes de un proceso de producción, extracción, transformación, reciclaje, utilización o consumo, a cuya eliminación o disposición final se procede conforme a lo dispuesto en la legislación ambiental nacional e internacional aplicable y no es susceptible de aprovechamiento o valorización.

Disposición final: Es la última fase de la gestión integral de residuos, en la cual son dispuestos en forma definitiva y sanitaria, mediante procesos de aislamiento y confinación permanente de los desechos sólidos no aprovechables o desechos peligrosos y especiales, con tratamiento previo, en lugares especialmente seleccionados y diseñados, de acuerdo a la legislación ambiental vigente, para evitar la contaminación, daños o riesgos a la salud o al ambiente.

Economía Circular: Modelo que plantea la regeneración y restauración de ecosistemas a través de un cambio estratégico de producción y consumo que tienda a evitar la generación de residuos desde el diseño.

Estancia media: Representa la relación existente entre el número de pernoctaciones y llegadas en el mes de un viajero; es decir, determina el promedio de noches que cada turista se aloja en un establecimiento.

Estudio de cuantificación y caracterización de residuos sólidos no peligrosos (ECCRS): Documento técnico elaborado con base en estándares y lineamientos metodológicos, que presenta datos e información primaria de la cantidad y características de residuos y desechos sólidos no peligrosos producidos por diferentes fuentes generadoras en un determinado ámbito geográfico; útil para diseño y evaluación de proyectos, planificación y gestión en materia de residuos sólidos a corto, mediano y largo plazo.

Generación: Cantidad de residuos y desechos sólidos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo dado. Es la primera etapa del ciclo de vida de los residuos y está estrechamente relacionada con el grado de conciencia de los ciudadanos y las características socioeconómicas de la población.

Generador: Persona natural o jurídica que, en razón de sus actividades, genera residuos, sea como productor, importador, distribuidor, proveedor de servicios, comerciante o usuario. Si el generador es desconocido, será aquella persona natural o jurídica que esté en posesión de esos desechos o residuos.

Gestión integral de residuos sólidos (GIRS): Constituye el conjunto integral de acciones y disposiciones regulatorias, operativas, económicas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación para el manejo de los residuos y desechos sólidos no peligrosos desde el punto de vista técnico, ambiental y socioeconómico.

Hogar: Es la unidad social conformada por una persona o grupo de personas que se asocian para compartir el alojamiento y la alimentación. Es decir, hogar es el conjunto de personas que residen habitualmente en la misma vivienda o en parte de ella (viven bajo el mismo techo), que están unidas o no por lazos de parentesco, y que cocinan en común para todos sus miembros.

Manzana: Espacio geográfico del trazado urbano donde se ubica un conjunto de predios urbanos edificados o sin edificar, delimitado generalmente por vías públicas, a partir de las líneas de fábrica detrás de las aceras y/o bordillos que las definen.

Parroquias rurales: Constituyen circunscripciones territoriales integradas a un cantón a través de ordenanza expedida por el respectivo concejo municipal o metropolitano.

Población flotante: Es la parte de la población de un territorio que se encuentra de forma flotante o transitoria en él, pero sin habitar permanentemente ni estar inscrito en el censo o padrón del territorio, ciudad o entidad administrativa en cuestión. La población flotante está formada por trabajadores externos temporales, estudiantes foráneos, turistas y viajeros en tránsito, entre otros.

Predio: Área o porción de terreno individual o múltiple rústico o urbano, sujeto a derechos reales de propiedad o relacionado con posesión de la tierra. Incluye suelo edificado o no edificado.

Producción per cápita (PPC): En el caso de domicilios, es la cantidad de residuos sólidos que una persona produce en su domicilio en un día cualquiera y en condiciones normales. Se la expresa en "kg/habitante*día". Sin embargo, este parámetro puede ajustarse según el tipo de generador o fuente de generación donde se producen los residuos sólidos, tales como: "kg/establecimiento*día"; "kg/puesto de mercado*día"; "kg/estudiante*día"; "kg/km de barrido*día".

Residuo: Son las sustancias sólidas, semisólidas, líquidas o gaseosas, o materiales compuestos resultantes de un proceso de producción, extracción, transformación, reciclaje, utilización o consumo, a cuya eliminación o disposición final se procede conforme a lo dispuesto en la legislación ambiental nacional o internacional aplicable y es susceptible de aprovechamiento o valorización.

Residuo sólido no peligroso: Cualquier objeto, material o elemento sólido, que no presenta características de peligrosidad y es resultante del consumo o uso de un bien tanto en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales como de servicios, que no tiene valor para quien lo genera, pero que es susceptible de aprovechamiento y transformación en un nuevo bien con un valor económico agregado.

Reciclador de base: Persona natural que mediante el uso de la técnica artesanal y/o semi-industrial, se dedica en forma directa y habitual, individual o colectiva, a la recuperación y recolección selectiva de residuos domiciliarios o de otras fuentes, y a la gestión de instalaciones de recepción y almacenamiento de tales residuos, incluyendo su clasificación y revalorización.

Reciclaje: Proceso mediante el cual, previa separación y clasificación selectiva de los residuos o sus componentes, son aprovechados como materia prima en la fabricación de nuevos productos.

Recipiente: Objeto destinado a contener o transportar un residuo y/o desecho, que puede o no entrar en contacto directo con el mismo, conservando sus características físicas, químicas y sanitarias. Los tipos y capacidades de los recipientes dependen de las características y tipos de residuos y/o desechos y pueden ser retornables como los contenedores, canecas, tachos, entre otros; o desechables como las fundas.

Sector: Espacio geográfico catastral que contiene un conjunto de manzanas o polígonos catastrales.

Separación en la fuente: Actividad de seleccionar y almacenar temporalmente en su lugar de generación los diferentes residuos y desechos sólidos no peligrosos, para facilitar su posterior almacenamiento temporal y aprovechamiento.

Vivienda: Es un espacio cubierto destinado al alojamiento y con entrada independiente, construido, edificado, transformado o dispuesto para ser habitado por una o más personas, y que no se utilice con finalidad distinta.

Zona: Espacio geográfico catastral que contiene un conjunto de sectores para facilitar la gestión, administración y planificación de los gobiernos autónomos descentralizados municipales y metropolitanos.

Bibliografía

- American Society for Testing and Materials International. (1992). *Norma ASTM-D5231-92. Método de prueba estándar para la determinación de la Composición de Residuos Sólidos Urbanos No Procesados.*
- Arévalo, C., & Muñoz, F. (2010). *Evolución de las características de los residuos sólidos en el cantón Cuenca.* Cuenca.
- Asociación Nacional de Empresas Públicas de Medio Ambiente. (2020). *Guía metodológica para la elaboración de estudios de composición de residuos municipales.* Sevilla.
- Castillo, M., & Hardter, U. (2014). *Gestión integral de residuos sólidos en regiones insulares.* Galápagos: Irma Larrea Oña (WWF-US).
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (2005). *Hojas de Divulgación Técnica, Procedimientos para los Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos.* Lima.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (s.f.). *Anexo 2 Guía para caracterización de residuos sólidos domiciliarios, OPS/CEPIS/04/IT-634.*
- Engracia, L., Orrala, F., & Josué, R. (2021). *Población flotante y su influencia, propuesta metodológica para determinar la población de diseño en obras civiles.* Guayaquil: Editoral Grupo Compás.
- European Commission. (2004). Methodology for the Analysis of Solid Waste (SWA-Tool).
- Instituto Argentino de Normalización. (2003). *Norma Argentina IRAM 29523. Calidad ambiental - Calidad del suelo - Determinación de la composición de residuos sólidos urbanos sin tratamiento.*
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2011). *Encuesta de Estratificación del Nivel Socioeconómico.* Quito.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala. (2018). *Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes*. Guatemala: Artes Litográficos, S.A.
- Ministerio de Desarrollo Humano, Dirección Nacional de Saneamiento Básico. (1996). *Norma Boliviana NB 742-760. Normas de residuos sólidos.*
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda del Ecuador. (2022). *Norma técnica nacional de catastros.* Quito.
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2019). *Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales.* Lima.
- Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible de Paraguay. (2020). *Clasificando los Residuos. Guía Metodológica para la Caracterización de los Residuos Sólidos Urbanos.* Asunción.
- Runfola, J., & Gallardo, A. (2009). *Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas.* Barranquilla.
- Sakurai, K. (1983). *Programa regional OPS/EHS/CEPIS de mejoramiento de la recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos.* Análisis de residuos sólidos municipales. Manual de instrucción.
- Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito. (2012). *Informe ejecutivo - Estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos domésticos y asimilables a domésticos para el Distrito Metropolitano de Quito.* Quito.

- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas. (1985). *Norma Mexicana NMX-AA-15-1985. Protección al Ambiente - Contaminación del suelo - Residuos Sólidos Municipales - Muestreo - Método de cuarteo.* México.

- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas. (1985). *Norma Mexicana NMX-AA-19-1985. Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Peso Volumétrico "In situ".* México.

- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas. (1985). *Norma Mexicana NMX-AA-22-1985. Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Selección y cuantificación de subproductos.* México.

- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas. (1985). *Norma Mexicana NMX-AA-61-1985. Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales - Determinación de la generación.* México.

Lista de Anexos

No. Anexo (digital)	Alcance anexo
Anexo 1	Formato de cronograma para elaborar ECCRS.
Anexo 2	Formato para verificación categoría del cantón. Formato para verificación de tamaño muestral en domicilios urbanos del cantón. Formato para verificación de tamaño muestral en domicilios rurales del cantón. Formato para verificación de tamaño muestral en generadores asociados. Formato para verificación de tamaño muestral en mercados. Formato para verificación de tamaño muestral en instituciones educativas. Formato para verificación de tamaño muestral en rutas de barrido.
Anexo 3	Formato para selección aleatoria de muestras área urbana en cantones sin estratificación. Formato para selección aleatoria de muestras área urbana en cantones con estratificación.
Anexo 4	Formato de encuestas de percepción del servicio (socioeconómicas).
Anexo 5	Formatos de registro y pesaje en generadores domiciliarios y no domiciliarios.
Anexo 6	Formato de comunicado de invitación a participar como generador seleccionado en el ECCRS.
Anexo 7	Formato digital de elaboración de presupuesto del ECCRS.
Anexo 8	Formato de registro de pesos para determinación de densidad de los residuos sólidos.
Anexo 9	Listado de principales ejemplos de tipo de residuos sólidos.
Anexo 10	Formato de registro de pesos para determinación de composición de los residuos sólidos.
Anexo 11	Formato de registro de pesos de residuos sólidos que ingresan al sitio de disposición final.
Anexo 12	Formato de tabulación del registro (empadronamiento) de generadores domiciliarios y no domiciliarios.
Anexo 13	Formato de tabulación del registro de pesos de generadores domiciliarios. Formato de validación de registro de datos de pesos de generadores domiciliarios que cumplen el número mínimo de días de muestreo. Formato de validación de datos sobre PPC de generadores domiciliarios por método de diagrama de cajas y bigotes. Formato de validación de datos sobre PPC de generadores domiciliarios por método de puntuación Z-score. Formato de validación de número de muestras descartadas de generadores domiciliarios. Formato de análisis de varianza (ANOVA) para PPC de estratos socioeconómicos en generadores domiciliarios urbanos. Formato para el cálculo de la PPC cantonal de residuos sólidos domiciliarios. Formato para el cálculo y determinación de la generación cantonal de residuos sólidos domiciliarios.
Anexo 14	Formato de tabulación del registro de pesos de generadores no domiciliarios. Formato de validación de registro de datos de pesos de generadores no domiciliarios que cumplen el número mínimo de días de muestreo. Formato de validación del número de muestras descartadas de generadores no domiciliarios. Formato para el cálculo y determinación de la generación cantonal de residuos sólidos no domiciliarios. Formato para el cálculo de la PPC cantonal de residuos sólidos no domiciliarios.
Anexo 15	Formato de tabulación del registro de pesos para determinación de densidad de los residuos sólidos. Formato para el cálculo de la determinación de densidad de los residuos sólidos del cantón.
Anexo 16	Formato de tabulación del registro de pesos para determinación de composición de los residuos sólidos Formato para el cálculo de la determinación de la composición porcentual de los residuos sólidos del cantón.

No. Anexo (digital)	Alcance anexo
Anexo 17	Formato de tabulación de las encuestas de percepción del servicio (socioeconómicas).
Anexo 18	Formato de tabulación del registro de pesos de residuos sólidos que ingresan al sitio de disposición final. Formato para el cálculo de la determinación de la cantidad de residuos sólidos que ingresan al sitio de disposición final.
Anexo 19	Formato para la determinación de la PPC cantonal de residuos sólidos. Formato para la determinación de la generación cantonal de residuos sólidos.
Anexo 20	Alcance y contenido del documento del ECCRS.

EL NUEVO ECUADOR

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

AmbienteEc @ambienteec @Ambiente_Ec

www.ambiente.gob.ec