



Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

Proyecto de Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva (GRECI)



DIAGNÓSTICO SECTORIAL DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS EN MUNICIPIOS DEL ECUADOR

CANTIDAD Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS

Créditos:

Ing. Luis Vallejo
Ing. Andrea Guevara
Ing. José Barreno
Mgs. David Mogollón
Mgs. Geovanna Polo

MAATE/GRECI
MAATE/GRECI
MAATE/GRECI
MAATE/GRECI
MAATE/GRECI

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO:	5
1. INTRODUCCIÓN:	6
2. OBJETIVO:	6
2.1. Objetivo general	6
2.2. Objetivos específicos	7
3. MARCO LEGAL VIGENTE	7
4. METODOLOGÍAS APLICADAS PARA EL DESARROLLO DEL DIAGNÓSTICO	11
4.1. Categorización de cantones en el Ecuador	11
4.2. Determinación de la muestra representativa	13
4.3. Recopilación de información secundaria	13
5. CANTIDAD Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS	14
5.1. Producción per cápita de residuos y desechos sólidos no peligrosos	14
5.2. Generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos por categorización de cantones	16
5.3. Generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos por área poblacional	17
5.4. Generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos por provincias del Ecuador	18
5.5. Generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos por regiones geográficas	19
5.6. Generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos por Direcciones Zonales MAATE	19
5.7. Generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos por sexo	21
5.8. Generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos por rango de edades	21
5.9. Densidad y volumen de los residuos y desechos sólidos no peligrosos	22
5.10. Composición física de los residuos y desechos sólidos no peligrosos	23
5.11. Proyección de generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos por peso y volumen	25
5.12. Generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos por composición física	28
6. CONCLUSIONES	29
7. ACRÓNIMOS	30

Índice de tablas

Tabla No. 1: Propuesta de categorización de cantones del Ecuador	11
Tabla No. 2: Número de muestras de GADM por tamaño poblacional.....	13
Tabla No. 3: Número de proyectos aprobados sistematizados	14
Tabla No. 4: Valores promedios ponderados de ppc domiciliar	14
Tabla No. 5: Valores promedios ponderados de ppc de otras fuentes de generación	15
Tabla No. 6: Valores promedios ponderados de ppc asociada y total.....	15
Tabla No. 7: Generación de residuos sólidos a nivel nacional (año 2022)	16
Tabla No. 8: Generación de residuos sólidos por área poblacional (año 2022)	17
Tabla No. 9: Generación diaria de residuos sólidos por provincia (año 2022)	18
Tabla No. 10: Generación de residuos sólidos por regiones geográficas (año 2022)	19
Tabla No. 11: Generación de residuos sólidos por Direcciones Zonales MAATE	20
Tabla No. 12: Generación diaria de residuos sólidos por sexo (año 2022)	21
Tabla No. 13: Generación diaria de residuos sólidos por rango de edades (año 2022)	22
Tabla No. 14: Valores promedios ponderados de la densidad de residuos sólidos.....	22
Tabla No. 15: Volumen de residuos sólidos generados a nivel nacional (año 2022).....	23
Tabla No. 16: Composición física de residuos sólidos a nivel nacional (año 2022).....	24
Tabla No. 17: Población proyectada hasta año 2030	25
Tabla No. 18: Proyección de la generación diaria de residuos y desechos sólidos no peligrosos (2022 - 2030).....	26
Tabla No. 19: Proyección del volumen diario de residuos y desechos sólidos no peligrosos (2022 - 2030).....	26
Tabla No. 20: Proyección de la generación y volumen anual de residuos sólidos	27

Índice de Gráficos

Gráfico No. 1: Número de cantones según categorización o segmentación	12
Gráfico No. 2: Número de cantones según segmentación por regiones geográficas	13
Gráfico No. 3: Valores promedios ponderados de ppc domiciliar.....	15
Gráfico No. 4: Composición promedio ponderado de la ppc total	16
Gráfico No. 5: Porcentaje de generación de residuos sólidos según tipos de cantones.....	16
Gráfico No. 6: Generación de residuos sólidos por área poblacional.....	17
Gráfico No. 7: Generación diaria de residuos sólidos por provincia.....	18
Gráfico No. 8: Composición porcentual y generación diaria de residuos sólidos por regiones geográficas.....	19
Gráfico No. 9: Generación diaria de residuos sólidos por Direcciones Zonales MAATE	20
Gráfico No. 10: Composición porcentual y generación diaria de residuos sólidos por sexo..	21
Gráfico No. 11: Composición porcentual y generación diaria de residuos sólidos por rangos de edades	22
Gráfico No. 12: Porcentaje de generación volumétrica de residuos sólidos por tipología de cantones	23
Gráfico No. 13: Composición física de residuos sólidos a nivel nacional	24
Gráfico No. 14: Composición física de residuos sólidos en la región latinoamericana	25
Gráfico No. 15: Proyección de la generación y volumen diario de residuos y desechos sólidos no peligrosos.....	26
Gráfico No. 16: Proyección de generación anual de residuos sólidos por área	27
Gráfico No. 17: Proyección anual del volumen de residuos sólidos por área.....	28
Gráfico No. 18: Generación diaria de residuos sólidos por subproducto (2022)	28

Índice de Mapas

Mapa No. 1: Cantones según la categorización propuesta.....	12
---	----

AGRADECIMIENTO:

Extendemos un especial agradecimiento al Banco Interamericano de Desarrollo (BID), principal entidad de financiamiento para el desarrollo de América Latina y el Caribe, que con su valiosa cooperación permitió la contratación del servicio de *“Consultoría para asesoramiento, asistencia técnica especializada y desarrollo de documentos relacionados al diagnóstico de la gestión de residuos y desechos sólidos no peligrosos a nivel nacional”*, con la intervención del Consultor Ing. Marcelo Castillo Pazmiño, experto en la temática de la gestión de los residuos sólidos en el Ecuador; cuya información y sistematización de resultados permitió obtener una línea de base para la elaboración de los Diagnósticos e identificación de la problemática de la GIRS, y posterior formulación del Plan Nacional de gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos.

1. INTRODUCCIÓN:

En la actualidad a nivel nacional se estima una generación anual de aproximadamente 5 millones de toneladas de residuos sólidos, lo cual es uno de los principales problemas a resolver, debido a que esta actividad se considera una fuente de contaminación significativa de recursos naturales como el suelo, agua y aire; además, que representa un alto riesgo de afectación a la salud pública a corto, mediano y largo plazo. Dentro de los factores relevantes que potencializan la generación de residuos, se encuentran el aumento de los niveles de ingresos de los ciudadanos y los patrones desmedidos de consumo actuales.

Por otra parte, en el contexto institucional y operativo, conforme al marco legal vigente, se establece que es competencia y responsabilidad de los gobiernos autónomos descentralizados municipales y metropolitanos (GADM) la prestación del servicio e implementación de la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios generados en sus jurisdicciones; por lo que a esta Cartera de Estado, en su calidad de ente rector, planificador, regulador y controlador nacional en materia de residuos sólidos le corresponde emitir la política, el plan nacional y lineamientos técnicos nacionales en residuos sólidos, a fin de que los GADM y otros actores responsables, cumplan debidamente con sus responsabilidades.

En tal sentido, los residuos y desechos sólidos son producidos diariamente por las personas que habitan en una superficie específica según sus hábitos; de ahí que para diseñar e implementar cualquier proyecto, programa, plan o estrategia encaminado en su adecuada gestión supliendo a su vez con la demanda existente; se debe conocer la cantidad y características que presentan estos residuos, como requisito fundamental previo a la ejecución de cualquier actividad a fin.

Por lo expuesto, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), por medio del proyecto “*Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva (GRECI)*” desarrollará de forma participativa el Plan nacional, que será el instrumento de política pública a través del cual se generarán las políticas, estrategias, planes, programas y proyectos; objetivos y metas nacionales para la gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos.

Por consiguiente, el presente documento describe los resultados obtenidos del procesamiento de datos que permitieron conocer la generación de los residuos y desechos sólidos no peligrosos a nivel local, provincial, regional, nacional, entre otros ámbitos; así como sus características más relevantes correspondientes a producción per cápita (ppc), volumen, densidad y composición física de los mismos; considerando una categorización de cantones conforme a su tamaño poblacional. Estos resultados permitirán establecer las líneas de acción prioritarias para estructurar el Plan nacional para la gestión integral de los residuos sólidos en el Ecuador.

2. OBJETIVO:

2.1. Objetivo general

- Exponer la generación de los residuos y desechos sólidos no peligrosos en el Ecuador y su proyección al año 2030, información que permitirá establecer estrategias para el mejoramiento del servicio público a nivel local y orientará a la Autoridad Ambiental en la formulación del Plan Nacional de Gestión Integral de residuos sólidos en armonía con los ODS.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar en peso y volumen, la generación diaria y anual de los residuos y desechos sólidos no peligrosos en el Ecuador al año 2022, y su proyección respectiva hasta el año 2030; considerando los valores publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).
- Determinar la producción per cápita (ppc), densidad y composición física de los residuos y desechos sólidos no peligrosos, estableciendo una categorización de los cantones acorde a su tamaño poblacional.
- Detallar la producción de residuos y desechos sólidos no peligrosos a nivel cantonal, provincial, regional y nacional, entre otros aspectos como área urbana y rural, sexo, rango de edades y regiones geográficas del Ecuador.

3. MARCO LEGAL VIGENTE

- **Constitución de la República del Ecuador, publicada en el Registro Oficial No. 449 de 20 de octubre de 2008**

Artículo 14: "(...) se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados".

Artículo 227: "La administración pública constituye un servicio a la colectividad que se rige por los principios de eficacia, eficiencia, calidad, jerarquía, desconcentración, descentralización, coordinación, participación, planificación, transparencia y evaluación".

Artículo 264: "(...) Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

12. Regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos, que se encuentren en los lechos de los ríos, lagos, playas de mar y canteras."

Artículo 276: "El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: 4. Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural".

Artículo 415: "(...) Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos".

- **Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), publicado en el Registro Oficial No. 303 de 19 de octubre de 2010**

Artículo 55: “Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal. - Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley;
(d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley;

Artículo 136: “Ejercicio de las competencias de gestión ambiental. - (...) Los gobiernos autónomos descentralizados municipales establecerán, en forma progresiva, sistemas de gestión integral de desechos, a fin de eliminar los vertidos contaminantes en ríos, lagos, lagunas, quebradas, esteros o mar, aguas residuales provenientes de redes de alcantarillado, público o privado, así como eliminar el vertido en redes de alcantarillado”.

- **Código Orgánico del Ambiente (CODA), publicado en el Registro Oficial No. 983 de 12 de abril de 2017**

Artículo 23: “Autoridad Ambiental Nacional. El Ministerio del Ambiente será la Autoridad Ambiental Nacional y en esa calidad le corresponde la rectoría, planificación, regulación, control, gestión y coordinación del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental”.

Artículo 224: “Objeto. La gestión integral de los residuos y desechos está sometida a la tutela estatal cuya finalidad es contribuir al desarrollo sostenible, a través de un conjunto de políticas intersectoriales y nacionales en todos los ámbitos de gestión, de conformidad con los principios y disposiciones del Sistema Único de Manejo Ambiental”.

Artículo 225: “Políticas generales de la gestión integral de los residuos y desechos. Serán de obligatorio cumplimiento, tanto para las instituciones del Estado, en sus distintos niveles y formas de gobierno, regímenes especiales, así como para las personas naturales o jurídicas, las siguientes políticas generales:
9. El fomento al establecimiento de estándares para el manejo de residuos y desechos en la generación, almacenamiento temporal, recolección, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final;

Artículo 230: “De la infraestructura. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos proveerán de la infraestructura técnica de acuerdo a la implementación de modelos de gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, de conformidad con los lineamientos y normas técnicas que se dicten para el efecto.”

Artículo 231: “Obligaciones y responsabilidades. Serán responsables de la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos a nivel nacional, los siguientes actores públicos y privados:

1. La Autoridad Ambiental Nacional como ente rector que dictará políticas y lineamientos para la gestión integral de residuos sólidos en el país y elaborará el respectivo plan nacional. Asimismo, se encargará de la regulación y control;
2. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos serán los responsables del manejo integral de residuos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios generados en el área de su jurisdicción, por lo tanto están obligados a fomentar en los generadores alternativas de gestión, de acuerdo al principio de jerarquización, así como la investigación y desarrollo de tecnologías.

Estos deberán establecer los procedimientos adecuados para barrido, recolección y transporte, almacenamiento temporal de ser el caso, acopio y transferencia, con enfoques de inclusión económica y social de sectores vulnerables. Deberán dar tratamiento y correcta disposición final de los desechos que no pueden ingresar nuevamente en un ciclo de vida productivo, implementando los mecanismos que permitan la trazabilidad de los mismos. Para lo cual, podrán conformar mancomunidades y consorcios para ejercer esta responsabilidad de conformidad con la ley. Asimismo, serán responsables por el desempeño de las personas contratadas por ellos, para efectuar la gestión de residuos y desechos sólidos no peligrosos y sanitarios, en cualquiera de sus fases.”

Artículo 232: *“Del reciclaje inclusivo. La Autoridad Ambiental Nacional o los Gobiernos Autónomos Descentralizados, según su competencia, promoverán la formalización, asociación, fortalecimiento y capacitación de los recicladores a nivel nacional y local, cuya participación se enmarca en la gestión integral de residuos como una estrategia para el desarrollo social, técnico y económico. Se apoyará la asociación de los recicladores como negocios inclusivos, especialmente de los grupos de la economía popular y solidaria.”*

- **Ley Orgánica Reformatoria del Código Orgánico del Ambiente (CODA) y del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), publicadas en el Registro Oficial No. 602 de 21 de diciembre de 2021**

Artículo 23: *“- Sustitúyase el número 2) del Artículo 231, por el siguiente texto:
2) Los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales o metropolitanos serán los responsables del manejo y procesamiento integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios generados en el área de su jurisdicción (...).”*

Artículo 30: *“- Sustitúyase la letra d) del artículo 55, por la siguiente:
“d) Prestar los servicios públicos básicos de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial con depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos mediante rellenos sanitarios, otras actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la Ley”.*

- **Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (CODA), publicado en el Registro Oficial No. 507 de 12 de junio de 2019**

Art. 572: *“Actores. - Las entidades públicas que participan en la gestión integral de residuos y desechos son las siguientes:
a) La Autoridad Ambiental Nacional;
b) La Autoridad Sanitaria Nacional;
c) La Autoridad Nacional de Electricidad y Energía Renovable; y,
d) Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos.”*

Artículo 573: *“Atribuciones de la Autoridad Ambiental Nacional. - Sin perjuicio de aquellas establecidas en la Constitución y la ley, las atribuciones de la Autoridad Ambiental Nacional, respecto a la gestión integral de residuos y desechos, son las siguientes:*

a) Expedir políticas, instructivos, normas técnicas y demás instrumentos normativos necesarios para la gestión integral de residuos y desechos, en

concordancia con la normativa aplicable y los instrumentos internacionales ratificados por el Estado;

n) Brindar asistencia técnica a las autoridades estatales con facultades de control, así como a otros actores involucrados, para el cumplimiento de las normas que rigen la gestión de residuos y desechos;

o) Brindar acompañamiento técnico a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos respecto de sus modelos de gestión integral de residuos y desechos, con el fin de incrementar sus capacidades y minimizar el impacto en el ambiente;”

Artículo 574: *“Gestión de desechos de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos. - Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos para la gestión integral de los residuos y desechos, considerarán lo siguiente:*

a) Emitir normativa local para la gestión integral de residuos y desechos, en concordancia con la

política y normativa ambiental nacional vigente;

e) Realizar la gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos, en áreas urbanas y rurales dentro de su jurisdicción;”.

f) Prestar el servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos sanitarios, siguiendo los procedimientos técnicos establecidos en la normativa secundaria correspondiente;”.

Artículo 579: *“Prestación de servicio público. - El servicio público para la gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos deberá ser prestado por los gobiernos autónomos descentralizados municipales y metropolitanos bajo el modelo de gestión adoptado de conformidad con la Ley y la norma secundaria que emita la Autoridad Ambiental Nacional para el efecto.”*

- **La Resolución No. 0005-CNC-2014 publicada en el Registro Oficial No. 411 de 08 de enero de 2015, del Consejo Nacional de Competencia (CNC)**

Artículo 3: *“.- Facultades del gobierno central.- En el marco de la competencia de gestión ambiental, corresponde al gobierno central, a través de la entidad rectora del sector, el ejercicio de las facultades de rectoría nacional, planificación nacional, regulación nacional, control nacional y gestión nacional.”*

Artículo 4: *“.- Rectoría nacional.- En el marco de la competencia de gestión ambiental, corresponde al gobierno central, a través de la entidad rectora del sector, la definición de la política pública nacional ambiental.”*

Artículo 6: *“.- Regulación nacional.- En el marco de la competencia de gestión ambiental, corresponde al gobierno central, a través de la entidad rectora del sector, las siguientes actividades de regulación de ámbito nacional:*

2. Expedir normas técnicas, manuales y parámetros generales de protección ambiental, aplicables en el ámbito nacional.

4. Elaborar normativa técnica para la gestión integral de desechos sólidos.”

Artículo 15: *“.- Facultades de los gobiernos autónomos descentralizados metropolitanos y municipales.-En el marco de la competencia de gestión ambiental, corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados metropolitanos y municipales, las facultades de planificación local, regulación local, control local y gestión local.”*

Los gobiernos autónomos descentralizados metropolitanos y municipales deberán mantener la coordinación necesaria con el gobierno central y los gobiernos autónomos descentralizados provinciales, con el objeto de garantizar el ejercicio adecuado de la competencia.

Artículo 17: “.- *Regulación local.- En el marco de la competencia de gestión ambiental, corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados metropolitanos y municipales, enmarcados en la normativa ambiental nacional, las siguientes actividades de regulación de incidencia metropolitana o municipal:*
4. *Elaborar normas y reglamentos para los sistemas de recolección, transporte y disposición final de desechos sólidos en el medio urbano y rural.*”

Artículo 18: “.- *Control local.- En el marco de la competencia de gestión ambiental corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados metropolitanos y municipales, enmarcados en la normativa ambiental nacional, ejercer las siguientes actividades de control de incidencia cantonal, en articulación con el gobierno central y el gobierno provincial:*
4. *Controlar el cumplimiento de normas y reglamentos para la recolección, transporte y gestión integral de los residuos sólidos en el medio urbano y rural.*”

4. METODOLOGÍAS APLICADAS PARA EL DESARROLLO DEL DIAGNÓSTICO

Para la elaboración del presente Diagnóstico, se desarrollaron diferentes metodologías y herramientas que permitieron definir criterios para realizar el levantamiento de información tanto primaria como secundaria, los cuales se resumen en los siguientes numerales:

4.1. Categorización de cantones en el Ecuador

Con el objetivo de analizar apropiadamente la prestación del servicio que realizan los GADM para el manejo de los residuos sólidos dentro de sus jurisdicciones, el Proyecto GRECI desarrolló el documento: “Metodología de selección de cantones del Ecuador para la obtención de información de residuos y desechos sólidos no peligrosos”; en donde sobre la base de un análisis de criterios referentes a los ámbitos demográfico, institucional, técnico, legal, social y económico, se estableció una propuesta de categorización que agrupen a los cantones con características similares, cuyo resultado se presenta en la siguiente tabla:

Tabla No. 1: Propuesta de categorización de cantones del Ecuador

No.	Categorización o segmentación	Detalle
1	Especial	Más de 1.000.000 de habitantes
2	Grande	Entre 200.001 a 1.000.000 de habitantes
3	Mediano	Entre 50.001 a 200.000 habitantes
4	Pequeño	Entre 15.001 a 50.000 habitantes
5	Micro	Menor de 15.000 habitantes

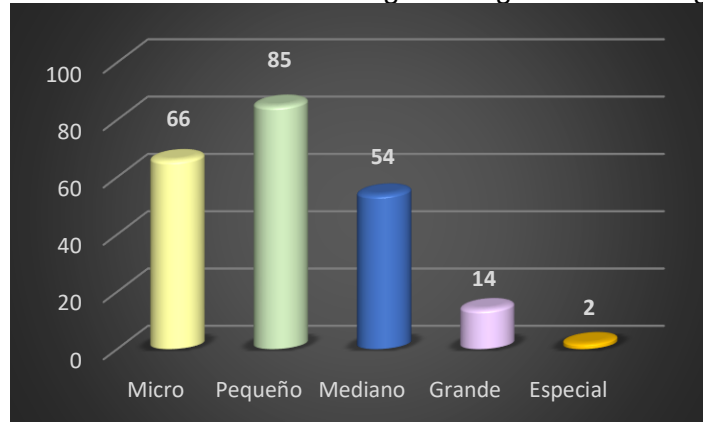
Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2022

Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2022

De acuerdo a la categorización propuesta se concluyó que de los doscientos veinte y uno (221) cantones del Ecuador, el 30% de estos corresponden a la segmentación

“Micro”, el 39% de los cantones son “Pequeños”, el 24% de los cantones son “Medianos”, el 6% son “Grandes” y apenas el 1% corresponden a cantones “Especiales”.

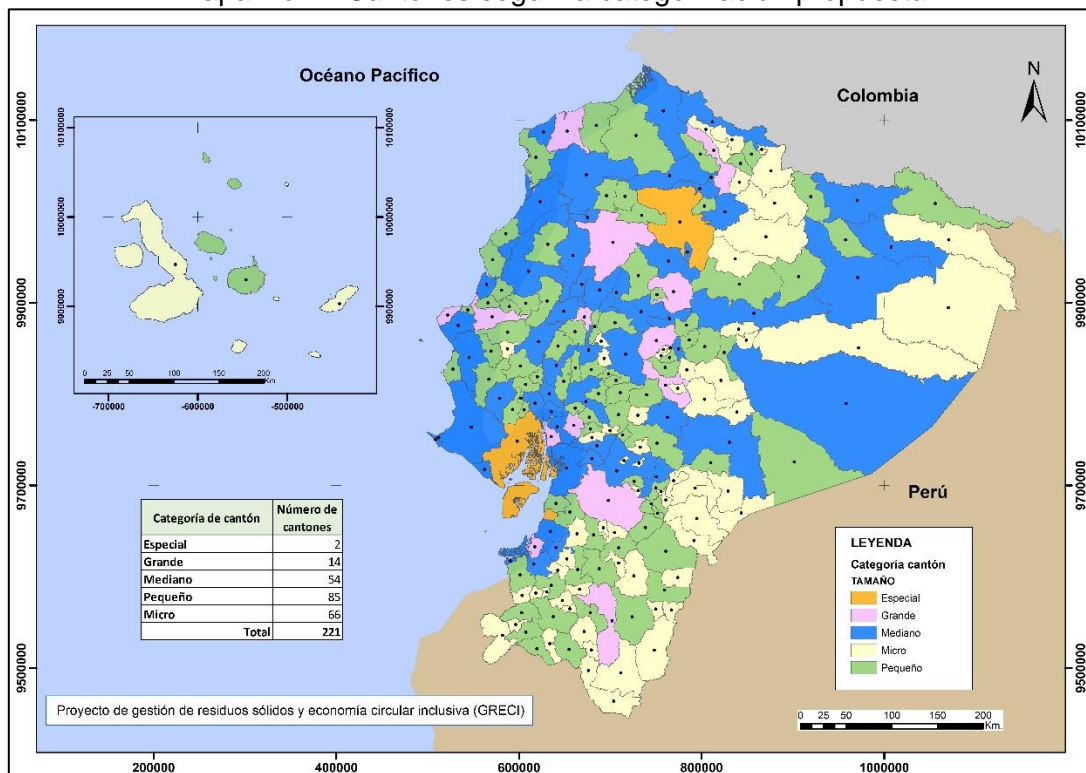
Gráfico No. 1: Número de cantones según categorización o segmentación



Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2022
Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2022

Para una mejor perspectiva, su distribución geográfica en el territorio ecuatoriano se representa en el siguiente mapa:

Mapa No. 1: Cantones según la categorización propuesta

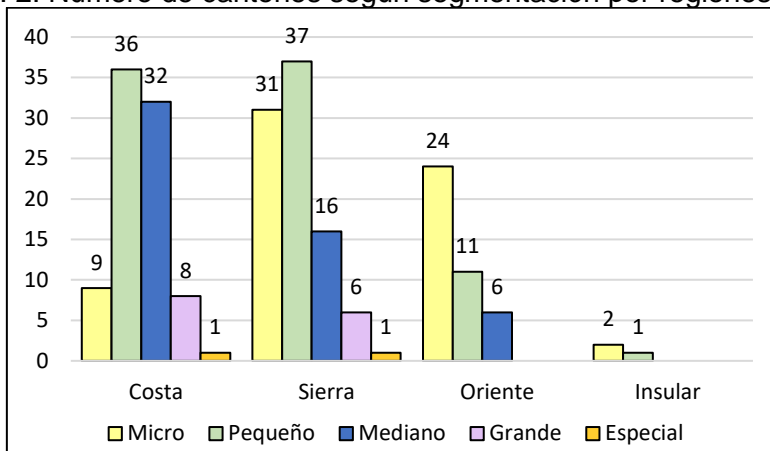


Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2022
Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2022

Es así que, de acuerdo a las regiones geográficas del Ecuador, noventa y un (91) cantones que equivale al 41% se encuentran ubicados en la región Sierra; ochenta y seis (86) cantones que corresponde el 39% están situados en la región Costa; cuarenta y un (41) cantones que representa el 19% se ubican en la región Oriente o Amazonía y apenas tres (3) cantones equivalen al 1%, se sitúan en la región Insular.

A continuación, se detalla la categorización de los cantones del Ecuador según la estratificación, con base a las cuatro (4) regiones: Costa, Sierra, Amazonía e Insular.

Gráfico No. 2: Número de cantones según segmentación por regiones geográficas



Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2022
Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2022

4.2. Determinación de la muestra representativa

Considerando el número de cantones que conforman el territorio ecuatoriano; para realizar el análisis y levantamiento de información primaria y/o secundaria, se utilizó un método estadístico que permita calcular el tamaño muestral representativo de todo el universo poblacional.

Por tal razón, aplicando la ecuación de la curva de la campana de Gauss (Murray, 1979) y estableciendo los parámetros requeridos para lograr un grado de confiabilidad del 90%, se determinó que la muestra representativa es de **52 cantones**; valor que fue distribuido proporcionalmente según la categorización propuesta y cuyo resultado se presenta a continuación:

Tabla No. 2: Número de muestras de cantones por tamaño poblacional

Categorización cantones	Rango poblacional (hab)	Número total cantones	% respecto al total	Número cantones muestra
Micro	<15.000	66	29%	15
Pequeño	15.001 a 50.000	85	39%	20
Mediano	50.001 a 200.000	54	24%	12
Grande	200.001 a 1'000.000	14	7%	4
Especial	>1'000.000	2	1%	1
	Total:	221	100%	52

Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2022
Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2022

4.3. Recopilación de información secundaria

El desarrollo de esta actividad se fundamentó principalmente en la compilación y análisis de proyectos de residuos sólidos que en el transcurso de los años fueron aprobados por el MAATE a través de la SCA, cuya documentación física y/o digital reposan actualmente en los archivos del proyecto GRECI.

Se obtuvo información de 127 GADM por medio de sus estudios aprobados, recopilando datos relevantes como: producción per cápita (ppc), ppc por fuente de generación, densidad y composición física de residuos sólidos; para construir una base de datos específica, cumpliendo con el tamaño de la muestra representativa determinada en el numeral anterior.

Tabla No. 3: Número de proyectos aprobados sistematizados

Categorización cantones	Número cantones muestra	Número de proyectos sistematizados
Micro	15	35
Pequeño	20	53
Mediano	12	30
Grande	4	8
Especial	1	1
Total	52	127

Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2022

Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2022

5. CANTIDAD Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS

Como se describió anteriormente, para el desarrollo del presente numeral se recurrió a los datos establecidos en los proyectos de residuos sólidos presentados por los GADM a la Autoridad Ambiental Nacional, para la obtención de la viabilidad técnica respectiva; y los valores publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) correspondientes a población por sexo, rango de edad y porcentaje de población urbana y rural, de acuerdo al censo poblacional 2010 y proyecciones poblaciones desde los años 2010 a 2030.

5.1. Producción per cápita de residuos y desechos sólidos no peligrosos

De acuerdo con la categorización de los cantones, y en función de las proyecciones poblaciones del sector urbano y rural al año 2022 de los casos analizados; se establecieron los valores promedios ponderados de la producción per cápita (ppc) domiciliar a nivel urbano y rural, los cuales se resumen en la siguiente tabla:

Tabla No. 4: Valores promedios ponderados de ppc domiciliar

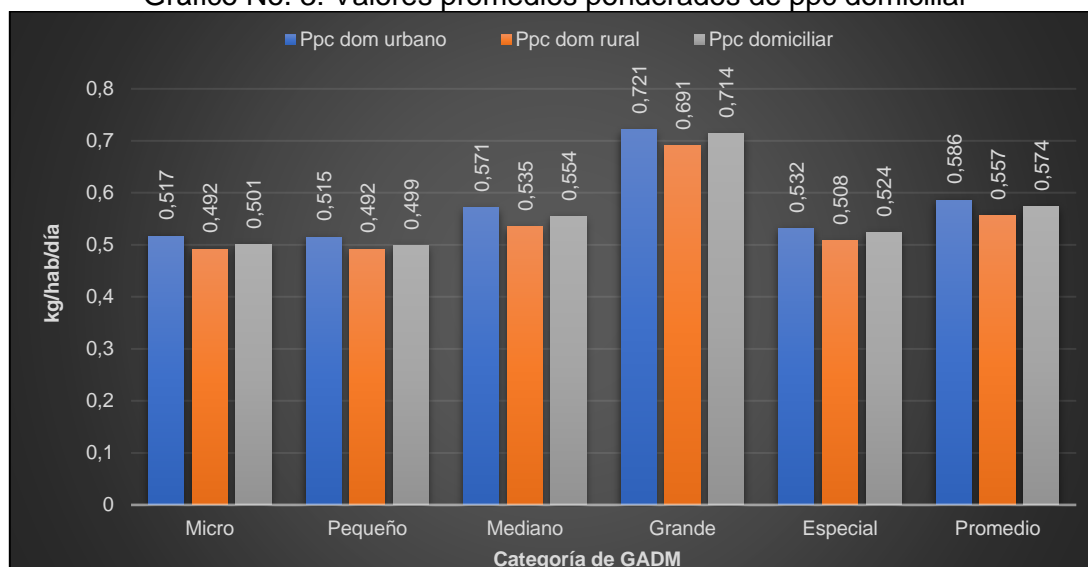
Categorización de cantones	Población urbana	Población rural	Ppc urbana domiciliar (kg/hab/día)	Ppc rural domiciliar (kg/hab/día)	Ppc domiciliar (kg/hab/día)
Micro	370.250	208.265	0,517	0,492	0,501
Pequeño	1.588.134	893.326	0,515	0,492	0,499
Mediano	3.131.859	1.761.671	0,571	0,535	0,554
Grande	2.810.344	1.580.819	0,721	0,691	0,714
Especial	3.612.956	2.032.288	0,532	0,508	0,524
Total/Promedio	11.513.543	6.476.369	0,586	0,557	0,574

Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2022

Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Se estimó que el valor promedio ponderado a nivel nacional de la ppc domiciliar es de **0,574 kg/hab/día**.

Gráfico No. 3: Valores promedios ponderados de ppc domiciliar



Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2022
 Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

De igual manera, de la información disponible en los estudios aprobados, se obtuvo los valores de ppc de otras fuentes principales de generación de residuos sólidos no peligrosos, correspondientes a comercios, mercados, instituciones educativas, barrido y otros. Con la sumatoria parcial de estos valores se establece la ppc asociada, que a su vez sumado a la ppc domiciliar obtenemos como resultado final la *ppc total* a nivel cantonal.

Tabla No. 5: Valores promedios ponderados de ppc de otras fuentes de generación

Ppc (kg/hab/día)	Categorización de cantones				
	Micro	Pequeño	Mediano	Grande	Especial
Comercios	0,028	0,042	0,079	0,031	0,138
Mercados	0,048	0,045	0,022	0,027	0,115
Inst. educativas	0,014	0,021	0,033	0,004	0,025
Barrido	0,018	0,019	0,020	0,033	0,000
Otros	0,012	0,011	0,012	0,038	0,048
Ppc asociada	0,120	0,138	0,166	0,133	0,326

Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2022
 Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Tabla No. 6: Valores promedios ponderados de ppc asociada y total

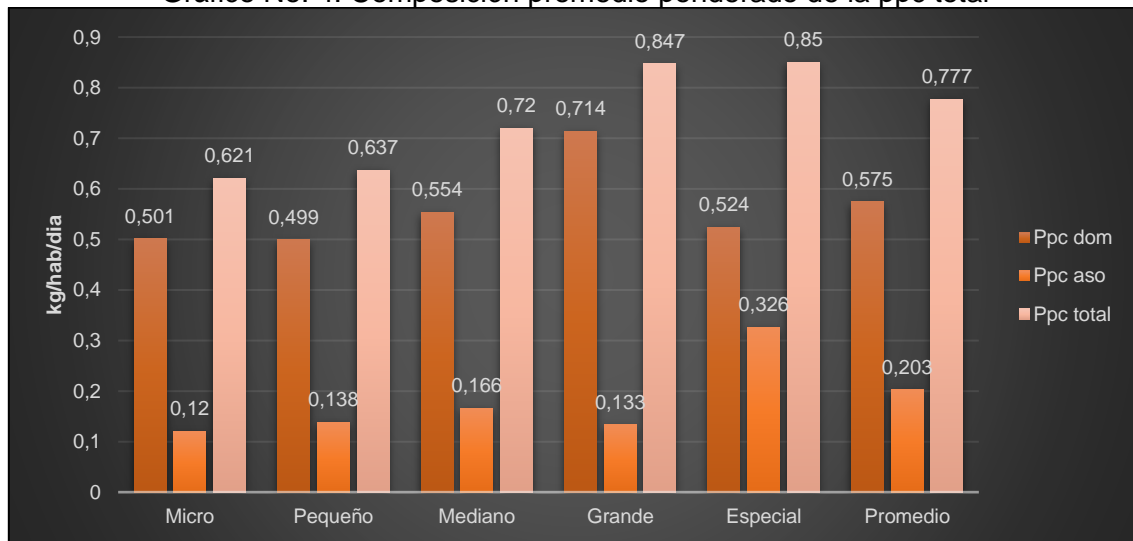
Categorización de cantones	Población 2022 (habitantes)	Ppc urbana domiciliar (kg/hab/día)	Ppc rural domiciliar (kg/hab/día)	Ppc domiciliar (kg/hab/día)	Ppc asociada (kg/hab/día)	Ppc total (kg/hab/día)
Micro	578.515	0,517	0,492	0,501	0,120	0,621
Pequeño	2.481.460	0,515	0,492	0,499	0,138	0,637
Mediano	4.893.530	0,571	0,535	0,554	0,166	0,720
Grande	4.391.163	0,721	0,691	0,714	0,133	0,847
Especial	5.645.244	0,532	0,508	0,524	0,326	0,850
Total/Promedio ponderado	17.989.912	0,586	0,557	0,574	0,203	0,777

Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2022
 Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

El valor obtenido del promedio ponderado de la ppc total nacional es de **0,777 kg/hab/día**. La producción per cápita total se compone en un 73,87% por la generación en los domicilios (0,574 Kg/hab/día) y un 26,13% de la generación asociada (0,203

Kg/hab/día). Por categorización de los cantones en base al tamaño poblacional, se muestra gráficamente los resultados obtenidos del procesamiento de datos:

Gráfico No. 4: Composición promedio ponderado de la ppc total



Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2022
 Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

5.2. Generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos por categorización de cantones

Con los parámetros obtenidos de ppc, se estimó la generación de residuos sólidos al año 2022 considerando la categorización de los cantones, alcanzando los siguientes valores:

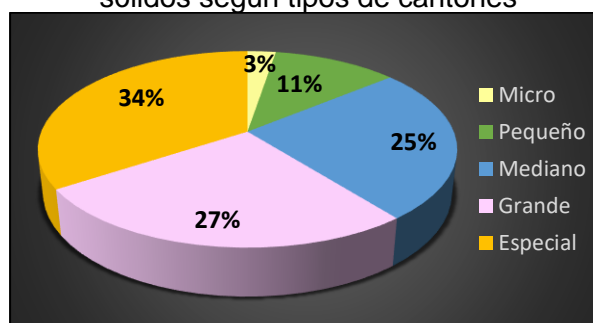
Tabla No. 7: Generación de residuos sólidos a nivel nacional (año 2022)

Categorización de cantones	Población total (hab)	Generación total (ton/día)	Generación total (ton/año)
Micro	578.515	359,26	131.129,10
Pequeño	2.481.460	1.580,69	576.951,86
Mediano	4.893.530	3.523,34	1.286.019,68
Grande	4.391.163	3.719,32	1.357.550,00
Especial	5.645.244	4.798,46	1.751.436,95
Total	17.989.912	13.981,06	5.103.087,59

Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2022
 Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Es decir que la generación de residuos sólidos estimada a nivel nacional para el año 2022 fue de **13.981,06 ton/día**, que a su vez corresponde a **5.103.087,59 ton/año**. Para comprender de mejor manera su composición según la tipología de cantones, se presenta el siguiente gráfico:

Gráfico No. 5: Porcentaje de generación de residuos sólidos según tipos de cantones



Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2022
 Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

La mayor cantidad de residuos sólidos que se generan en el Ecuador según la categorización de cantones corresponde a los de categoría Especial con un 34%, tomando en cuenta que a este grupo solo pertenecen 2 cantones (Guayaquil y Quito); mientras que un 3% de la generación nacional concierne a los cantones de categoría Micro, cuyo grupo lo conforman 66 cantones del territorio ecuatoriano.

5.3. Generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos por área poblacional

De igual manera, considerando el porcentaje poblacional perteneciente a las áreas urbana y rural publicadas por el INEC, se estimó la generación de residuos sólidos respectiva al año 2022, obteniendo los siguientes valores:

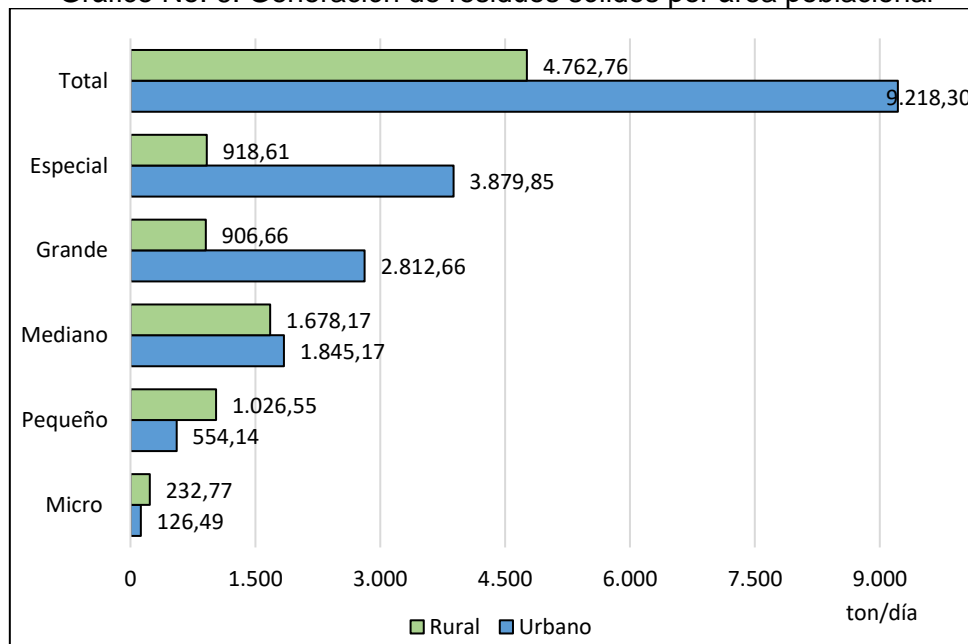
Tabla No. 8: Generación de residuos sólidos por área poblacional (año 2022)

Categorización de cantones	Generación urbana (ton/día)	Generación rural (ton/día)	Generación urbana (ton/año)	Generación rural (ton/año)
Micro	126,49	232,77	46.168,46	84.960,64
Pequeño	554,14	1.026,55	202.259,84	374.692,02
Mediano	1.845,17	1.678,17	673.487,65	612.532,03
Grande	2.812,66	906,66	1.026.619,15	330.930,84
Especial	3.879,85	918,61	1.416.143,82	335.293,13
Total	9.218,30	4.762,76	3.364.678,92	1.738.408,67

Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2023
 Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Por lo tanto, la generación estimada de residuos y desechos sólidos no peligrosos en el área urbana fue de **9.218,30 ton/día**, que corresponde al 66% de la generación nacional; mientras que en el área rural se generaron 4.762,76 ton/día, que pertenece al 34% restante.

Gráfico No. 6: Generación de residuos sólidos por área poblacional



Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2023
 Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

5.4. Generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos por provincias del Ecuador

A continuación, se detalla los valores determinados de la generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos en cada una de las 24 provincias que conforman el territorio ecuatoriano:

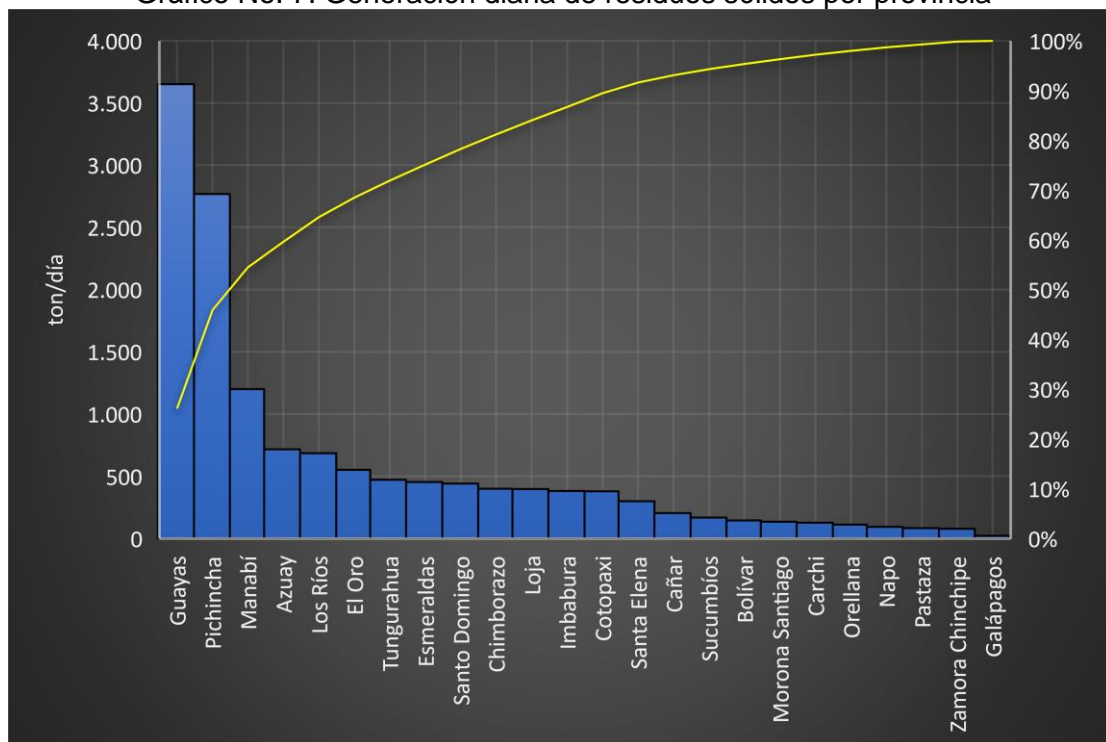
Tabla No. 9: Generación diaria de residuos sólidos por provincia (año 2022)

Provincia	Generación (ton/día)	Provincia	Generación (ton/día)	Provincia	Generación (ton/día)
Azuay	717,13	Galápagos	21,77	Orellana	112,98
Bolívar	144,44	Guayas	3.650,84	Pastaza	83,68
Cañar	204,54	Imbabura	383,54	Pichincha	2.768,12
Carchi	128,79	Loja	396,60	Santa Elena	301,32
Chimborazo	399,78	Los Ríos	687,20	Santo Domingo	440,60
Cotopaxi	380,57	Manabí	1.201,35	Sucumbíos	168,27
El Oro	552,97	Morona Santiago	134,49	Tungurahua	472,63
Esmeraldas	455,42	Napo	95,15	Zamora Chinchipe	78,88

Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2023
 Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Para una mejor visualización de los resultados alcanzados, se presenta el siguiente gráfico:

Gráfico No. 7: Generación diaria de residuos sólidos por provincia



Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2023
 Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Como se observa, la mayor cantidad de residuos sólidos que se producen a nivel provincial corresponden a Guayas, seguido de Pichincha; esto se debe a que en dichas provincias se ubican los cantones especiales de Guayaquil y Quito que poseen una mayor concentración poblacional. Su respectiva sumatoria corresponde al 46% de la generación nacional de residuos sólidos.

En los siguientes espacios se encuentran las provincias de Manabí, Azuay y Los Ríos, que abarcan un 19% de la cantidad de residuos que se generan en el país. Caso contrario sucede con las provincias de Orellana, Napo, Pastaza, Zamora Chinchipe y Galápagos, cuya totalidad alcanzan el 3% de la producción nacional.

5.5. Generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos por regiones geográficas

De acuerdo a las regiones geográficas establecidas en nuestro país, la generación de residuos sólidos se produce de la siguiente manera:

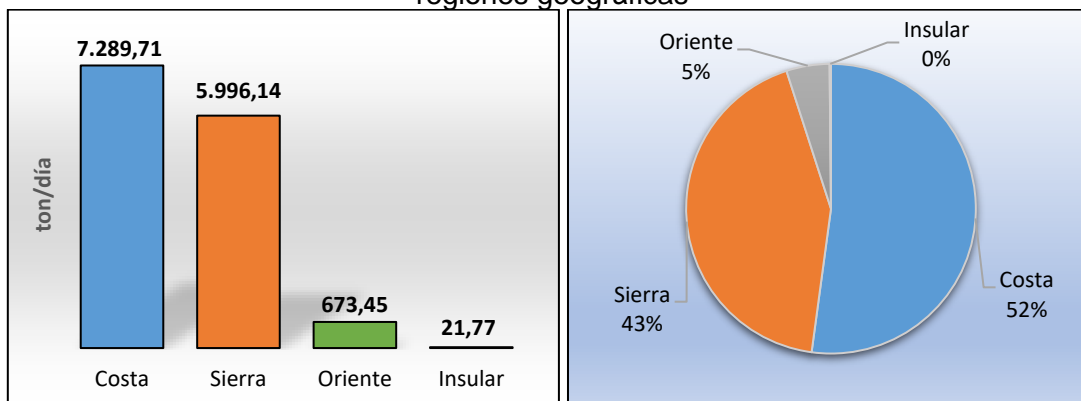
Tabla No. 10: Generación de residuos sólidos por regiones geográficas (año 2022)

Región	Población total (hab)	Generación total (ton/día)	Generación total (ton/año)
Costa	9.354.922	7.289,71	2.660.742,89
Sierra	7.605.534	5.996,14	2.188.589,70
Oriente	994.953	673,45	245.810,51
Insular	34.503	21,77	7.944,49
Total	17.989.912	13.981,06	5.103.087,59

Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Gráfico No. 8: Composición porcentual y generación diaria de residuos sólidos por regiones geográficas



Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

En tal sentido, conforme los resultados presentados, la generación de residuos sólidos lidera la región Costa con un 52,1% del total a nivel nacional, seguido de la región Sierra con un 42,9%, el 4,8% corresponde a la región Oriente o Amazonía, y por último pero no menos importante, el 0,2% concierne a la región Insular o Galápagos, que por situación geográfica, características ambientales particulares y razones de conservación del Patrimonio Natural, cuenta un gobierno de régimen especial, razón por el cual la óptima gestión de la generación de los residuos sólidos presenta varias problemáticas disímiles a la parte continental.

5.6. Generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos por Direcciones Zonales MAATE

Con la finalidad de ejercer una mejor rectoría de la gestión ambiental y garantizar la calidad, conservación y sostenibilidad de los recursos naturales; el MAATE en el marco

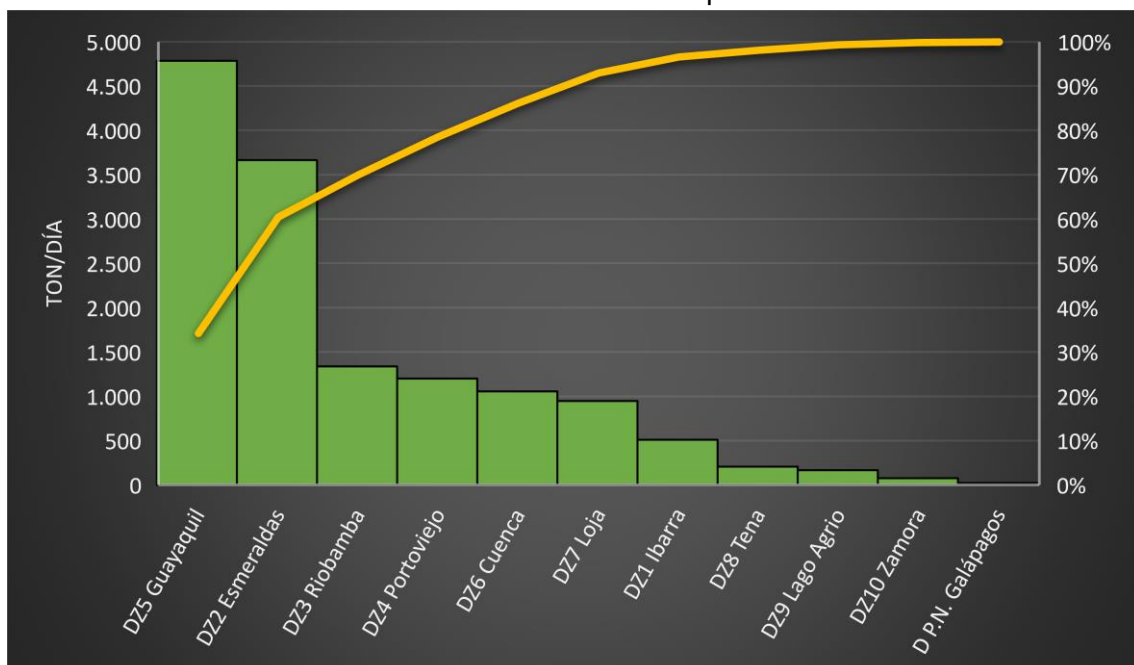
al análisis de su presencia institucional en el territorio ecuatoriano definió la jurisdicción de 10 Direcciones Zonales más la Dirección del Parque Nacional Galápagos, con las cuales se realizó la determinación de la generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos, cuyos resultados se presentan en la siguiente tabla y gráfico:

Tabla No. 11: Generación de residuos sólidos por Direcciones Zonales MAATE (año 2022)

Direcciones Zonales MAATE (Sede)	Provincias pertenecientes a Direcciones Zonales	Población total (hab)	Generación total (ton/día)	Generación total (ton/año)
DZ1 (Ibarra)	Imbabura, Carchi	685.810	512,33	187.001,17
DZ2 (Esmeraldas)	Esmeraldas, Pichincha, Santo Domingo	4.474.312	3.664,14	1.337.412,10
DZ3 (Riobamba)	Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Pastaza	1.756.194	1.336,66	487.881,69
DZ4 (Portoviejo)	Manabí	1.612.887	1.201,35	438.494,54
DZ5 (Guayaquil)	Guayas, Santa Elena, Los Ríos, Bolívar	6.378.583	4.988,34	1.820.742,52
DZ6 (Cuenca)	Azuay, Morona Santiago, Cañar	1.114.485	851,62	310.842,61
DZ7 (Loja)	Loja, El Oro	1.263.213	949,57	346.593,05
DZ8 (Tena)	Napo, Orellana	303.927	208,12	75.965,57
DZ9 (Lago Agrio)	Sucumbíos	240.573	168,27	61.419,13
DZ10 (Zamora)	Zamora Chinchipe	125.425	78,88	28.790,70
D Parque Nacional Galápagos	Galápagos	34.503	21,77	7.944,49
Total		17.989.912	13.981,06	5.103.087,59

Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2023
 Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Gráfico No. 9: Generación diaria de residuos sólidos por Direcciones Zonales MAATE



Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2023
 Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Acorde a los análisis preliminares, se mantiene la tendencia considerando en primer lugar a la Dirección Zonal 5 que agrupa a las provincias de Guayas, Santa Elena, Los Ríos y Bolívar; seguido de la Dirección Zonal 2 que reúne a las provincias de

Esmeraldas, Santo Domingo y Pichincha. Por tal motivo, la consolidación de estas dos direcciones es responsable del 60% de la generación de los residuos sólidos en el Ecuador.

5.7. Generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos por sexo

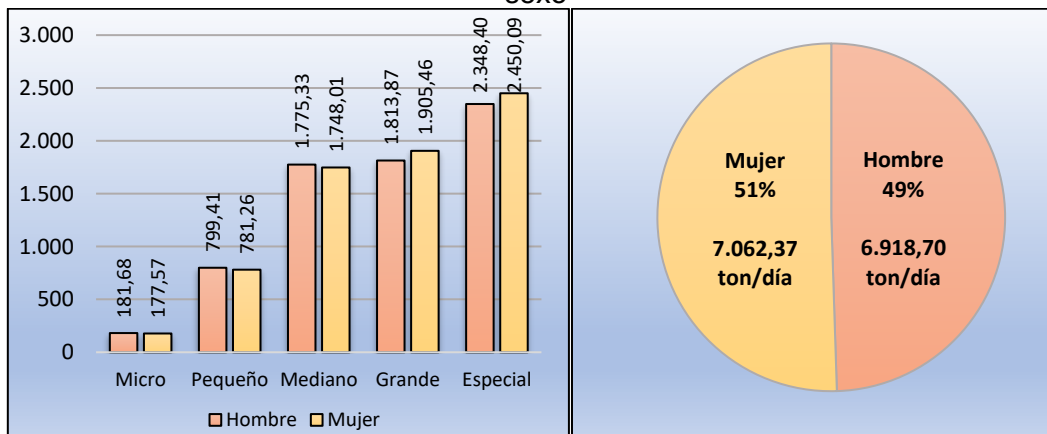
Las decisiones importantes para un estado u organización se toman sobre la base de los datos demográficos existentes. Dichos datos pueden contener detalles como edad, sexo, lugar de residencia, etnia, religión, entre otros. Para nuestro caso, el análisis de la generación de los residuos y desechos sólidos no peligrosos se lo realizó considerando el sexo y por grupo de edades. A continuación, se detallan los resultados logrados por sexo:

Tabla No. 12: Generación diaria de residuos sólidos por sexo (año 2022)

Categorización de cantones	Población Hombre (hab)	Población Mujer (hab)	Generación hombre (ton/día)	Generación mujer (ton/día)
Micro	292.565	285.936	181,68	177,57
Pequeño	1.254.966	1.226.470	799,41	781,26
Mediano	2.465.741	2.427.785	1.775,33	1.748,01
Grande	2.141.524	2.249.653	1.813,87	1.905,46
Especial	2.762.818	2.882.454	2.348,40	2.450,09
Total	8.917.614	9.072.298	6.918,70	7.062,37

Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2023
 Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Gráfico No. 10: Composición porcentual y generación diaria de residuos sólidos por sexo



Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2023
 Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Es decir que la generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos entre hombres y mujeres es relativamente similar entre los dos grupos, existiendo una diferencia mínima del 2% a favor del colectivo femenino.

5.8. Generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos por rango de edades

Considerando la distribución porcentual de la población ecuatoriana por edades, se establecieron 4 rangos macros según el ciclo de vida de una persona: niñez,

adolescencia, adultez y tercera edad. A continuación, se detallan los resultados respectivos:

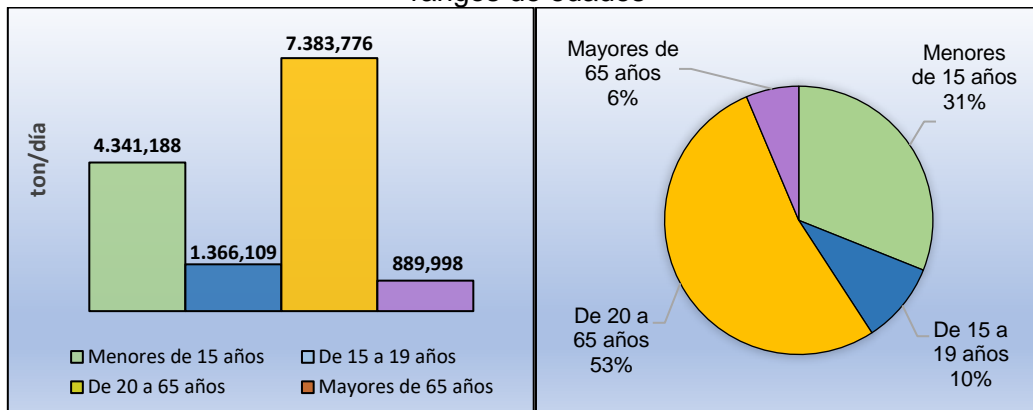
Tabla No. 13: Generación diaria de residuos sólidos por rango de edades (año 2022)

Rango de edades	Población (hab)	Generación total (ton/día)	Generación total (ton/año)
Menores de 15 años (niñez)	5.632.296	4.341,18	1.584.530,7
De 15 a 19 años (adolescencia)	1.763.536	1.366,11	498.629,73
De 20 a 65 años (adultez)	9.440.970	7.383,78	2.695.078,28
Mayores de 65 años (tercera edad)	1.153.110	890,00	324.849,11
Total	17.989.912	13.981,06	5.103.087,83

Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Gráfico No. 11: Composición porcentual y generación diaria de residuos sólidos por rangos de edades



Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Con un 53%, la mayor cantidad de generación de residuos sólidos a nivel nacional le corresponde a la población catalogada como económicamente activa, cuyo rango de edad se encuentra desde los 20 hasta los 65 años; seguido a continuación del rango perteneciente a menores de 15 años con un 31%.

5.9. Densidad y volumen de los residuos y desechos sólidos no peligrosos

Para establecer los valores promedios ponderados de la densidad o peso volumétrico de los residuos y desechos sólidos no peligrosos para cada tipología de cantones, se calculó la media y desviación estándar acorde a los datos reportados, obteniéndose valores umbrales superior e inferior para el descarte de cifras extremas. Los promedios ponderados se detallan en la tabla No. 14:

Tabla No. 14: Valores promedios ponderados de la densidad de residuos sólidos

Categorización de cantones	Densidad (kg/m ³)
Micro	226,29
Pequeño	194,78
Mediano	192,76
Grande	224,23
Especial	125,99
Promedio	180,85

Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2022

Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

En función a las consideraciones descritas, se obtuvo una densidad promedio ponderada nacional de **180,85 kg/m³**. Adicionalmente, conforme a los valores obtenidos

se procede a la estimación de la producción volumétrica de residuos sólidos, consolidando los resultados en la siguiente tabla:

Tabla No. 15: Volumen de residuos sólidos generados a nivel nacional (año 2022)

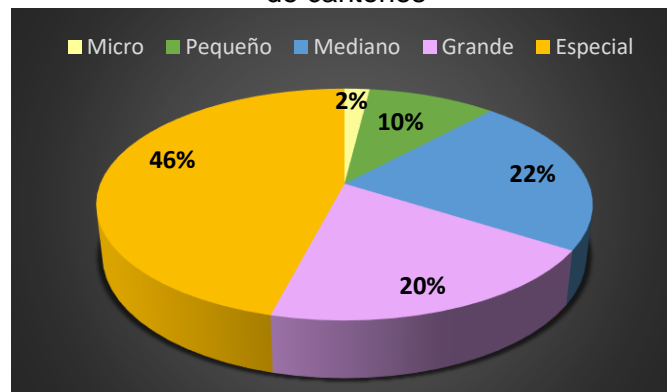
Categorización de cantones	Población total (hab)	Densidad (kg/m ³)	Volumen urbano (m ³ /día)	Volumen rural (m ³ /día)	Volumen total (m ³ /día)
Micro	578.515	226,29	558,97	1.028,63	1.587,60
Pequeño	2.481.460	194,78	2.844,94	5.270,32	8.115,26
Mediano	4.893.530	192,76	9.572,38	8.706,01	18.278,39
Grande	4.391.163	224,23	12.543,62	4.043,44	16.587,05
Especial	5.645.244	125,99	30.794,87	7.291,14	38.086,02
Total	17.989.912	180,85	56.314,77	26.339,54	82.654,31

Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2022

Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Por lo tanto, la estimación de la generación volumétrica ponderada de residuos sólidos a nivel nacional en el año 2022 fue de **82.654,31 m³/día**. Este valor se compone en un 68,13% del volumen generado en el área urbana, y un 31,87% generado por el área rural. De igual manera, se procedió a estimar su composición considerando la categorización de cantones propuesto, cuyo resultado fue sintetizado en el gráfico No. 12:

Gráfico No. 12: Porcentaje de generación volumétrica de residuos sólidos por tipología de cantones



Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2022

Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

El mayor volumen de residuos y desechos sólidos generados en el Ecuador corresponde a los cantones de categoría especial con un 46%; mientras que un 2% de la generación nacional corresponde a los cantones de categoría micro. Adicionalmente, los valores correspondientes a las categorías grande y mediano son relativamente similares con un 20 y 22% respectivamente.

5.10. Composición física de los residuos y desechos sólidos no peligrosos

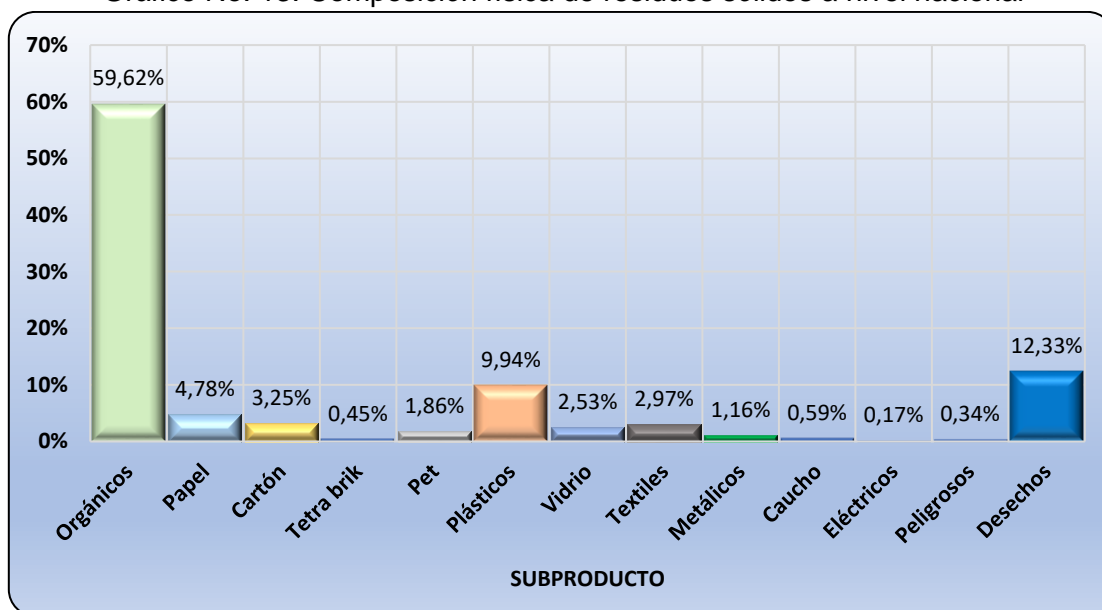
A continuación; acorde a la categorización de cantones, se presenta los valores promedios aritméticos de los porcentajes de composición física de los residuos y desechos sólidos no peligrosos generados en el Ecuador, obteniendo finalmente el promedio nacional:

Tabla No. 16: Composición física de residuos sólidos a nivel nacional (año 2022)

Subproducto	Categorización de cantones					Promedio nacional (%)
	Micro (%)	Pequeño (%)	Mediano (%)	Grande (%)	Especial (%)	
Orgánicos	60,20	64,99	64,19	54,16	54,57	59,62
Papel	4,74	3,64	3,78	6,14	5,62	4,78
Cartón	4,04	3,12	2,83	3,32	2,95	3,25
Tetra brik	0,49	0,26	0,28	0,59	0,64	0,45
Pet	2,49	1,20	1,63	2,05	1,94	1,86
Plásticos	9,04	8,73	10,69	9,91	11,35	9,94
Vidrio	3,18	2,17	2,43	2,79	2,08	2,53
Textiles	1,90	2,23	3,11	4,02	3,58	2,97
Metálicos	1,63	1,16	1,28	0,85	0,86	1,16
Caucho	1,40	0,66	0,14	0,73	0,00	0,59
Eléctricos	0,00	0,14	0,11	0,40	0,18	0,17
Peligrosos	0,80	0,24	0,27	0,17	0,23	0,34
Desechos	10,06	11,47	9,26	14,87	16,00	12,33
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2022
 Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

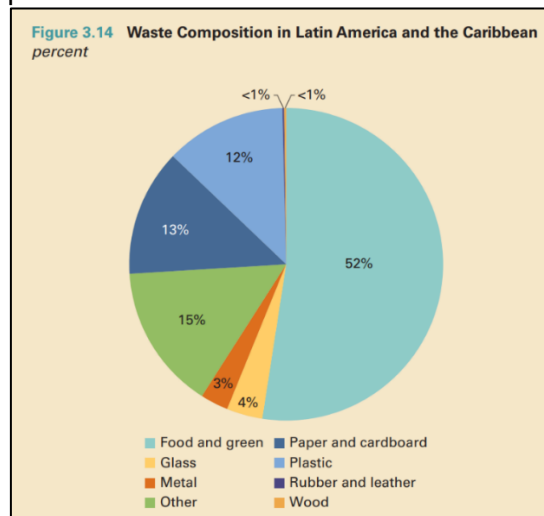
Gráfico No. 13: Composición física de residuos sólidos a nivel nacional



Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2022
 Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Como se observa, el valor estimado de la generación de residuos orgánicos está en el orden del 59,62%, mientras que la parte inorgánica corresponde al 40,38%. De acuerdo con el Boletín técnico No. 05-2021-GADM municipales del INEC de diciembre 2022, los valores reportados son de 55,8% para orgánicos y 44,2% para inorgánicos. Adicionalmente, en el informe del Banco Mundial del 2018, se tiene la siguiente composición promedio de los residuos sólidos en la región latinoamericana:

Gráfico No. 14: Composición física de residuos sólidos en la región latinoamericana



Fuente: What a waste 2.0. A global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Banco Mundial. 2018

Analizando los reportes descritos, se puede mencionar que existe una similitud con el boletín del INEC en cuanto al porcentaje de los residuos orgánicos e inorgánicos, con una diferencia mayor en cuanto al promedio regional del informe del Banco Mundial que reporta un 52% de residuos orgánicos.

5.11. Proyección de generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos por peso y volumen

Los registros poblacionales utilizados para las proyecciones de la generación de residuos sólidos están en función de los datos publicados por el INEC y distribuidos para las tipologías de cantones por tamaño poblacional; estos resultados se demuestran en la tabla siguiente:

Tabla No. 17: Población proyectada hasta año 2030

Año	Categorización de cantones					
	Micro	Pequeño	Mediano	Grande	Especial	Total
2022	578.515	2.481.460	4.893.530	4.391.163	5.645.244	17.989.912
2023	582.442	2.504.054	4.975.994	4.450.170	5.713.852	18.226.512
2024	586.232	2.526.260	5.058.511	4.508.488	5.781.445	18.460.936
2025	589.930	2.548.132	5.140.975	4.566.027	5.848.076	18.693.140
2026	593.508	2.569.624	5.223.362	4.622.770	5.913.600	18.922.864
2027	596.986	2.590.761	5.305.637	4.678.688	5.977.949	19.150.021
2028	600.341	2.611.512	5.387.776	4.733.755	6.041.064	19.374.448
2029	603.608	2.631.931	5.469.696	4.787.898	6.102.980	19.596.113
2030	606.771	2.651.967	5.551.379	4.841.076	6.163.574	19.814.767

Fuente: Censo INEC. 2022

Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Con los valores de población, producción per cápita total y densidad obtenida para cada tipología de cantón, se determinó la proyección de la generación y volumen diaria de residuos y desechos sólidos no peligrosos hasta el año 2030, los cuales se exponen a continuación:

Tabla No. 18: Proyección de la generación diaria de residuos y desechos sólidos no peligrosos (2022 - 2030)

Año	Micro	Pequeño	Mediano	Grande	Especial	Total (ton/día)
2022	359,26	1.580,69	3.523,34	3.719,32	4.798,46	13.981,06
2023	361,70	1.595,08	3.582,72	3.769,29	4.856,77	14.165,56
2024	364,05	1.609,23	3.642,13	3.818,69	4.914,23	14.348,32
2025	366,35	1.623,16	3.701,50	3.867,42	4.970,86	14.529,30
2026	368,57	1.636,85	3.760,82	3.915,49	5.026,56	14.708,29
2027	370,73	1.650,31	3.820,06	3.962,85	5.081,26	14.885,21
2028	372,81	1.663,53	3.879,20	4.009,49	5.134,90	15.059,94
2029	374,84	1.676,54	3.938,18	4.055,35	5.187,53	15.232,44
2030	376,80	1.689,30	3.996,99	4.100,39	5.239,04	15.402,53

Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2022
Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

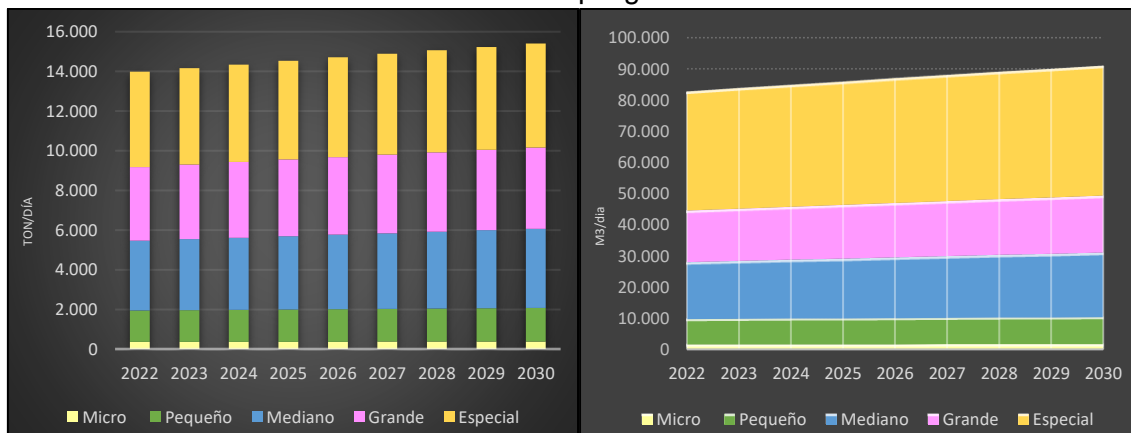
Tabla No. 19: Proyección del volumen diario de residuos y desechos sólidos no peligrosos (2022 - 2030)

Año	Micro	Pequeño	Mediano	Grande	Especial	Total (m³/día)
2022	1.587,60	8.115,26	18.278,39	16.587,05	38.086,02	82.654,31
2023	1.598,38	8.189,15	18.586,41	16.809,95	38.548,89	83.732,76
2024	1.608,78	8.261,77	18.894,63	17.030,23	39.004,91	84.800,31
2025	1.618,92	8.333,30	19.202,65	17.247,58	39.454,44	85.856,89
2026	1.628,74	8.403,59	19.510,38	17.461,92	39.896,50	86.901,13
2027	1.638,29	8.472,71	19.817,69	17.673,14	40.330,63	87.932,47
2028	1.647,50	8.540,57	20.124,50	17.881,15	40.756,44	88.950,17
2029	1.656,46	8.607,35	20.430,49	18.085,67	41.174,16	89.954,14
2030	1.665,14	8.672,88	20.735,59	18.286,54	41.582,97	90.943,12

Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2023
Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

De la sistematización efectuada, se estima una generación diaria de residuos sólidos al año 2030 de 15.402,53 ton/día, que a su vez correspondería un volumen de 90.943,12 m³/día. Gráficamente los valores tabulados se muestran en los esquemas siguientes:

Gráfico No. 15: Proyección de la generación y volumen diario de residuos y desechos sólidos no peligrosos



Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2023
Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

De igual forma, con los datos de tonelaje y volumen diario, se calculó los valores totales anuales de residuos sólidos generados a nivel nacional con sus respectivos volúmenes, para las áreas urbana y rural en el período 2022 a 2030, obteniendo las siguientes tablas:

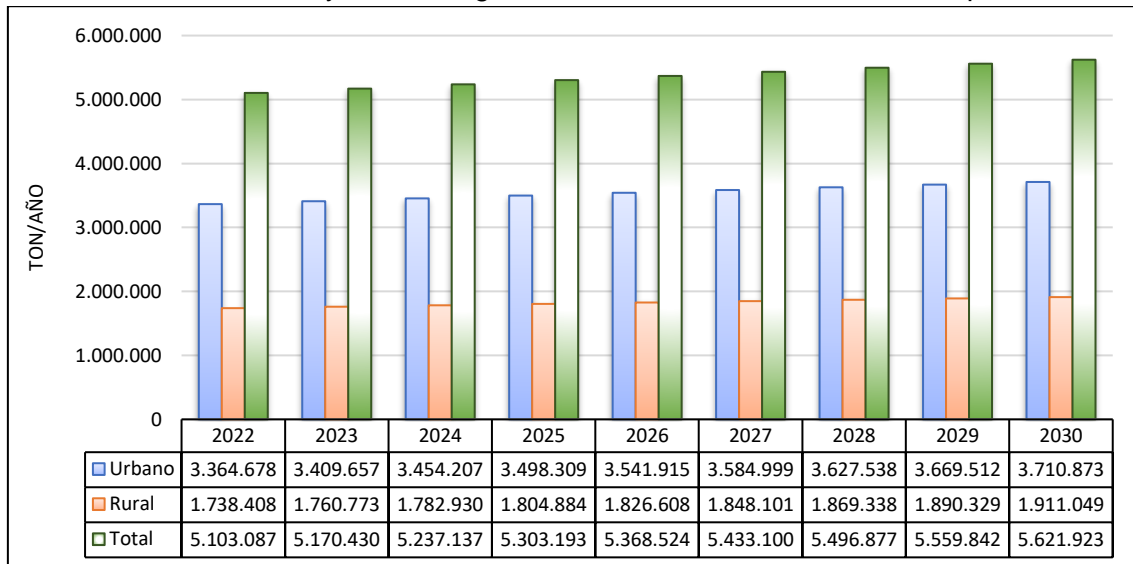
Tabla No. 20: Proyección de la generación y volumen anual de residuos sólidos

Año	Generación urbana (ton/año)	Generación rural (ton/año)	Total (ton/año)	Volumen urbano (m ³ /año)	Volumen rural (m ³ /año)	Total (m ³ /año)
2022	3.364.678,92	1.738.408,67	5.103.087,59	20.554.891,87	9.613.933,01	30.168.824,88
2023	3.409.657,34	1.760.773,06	5.170.430,40	20.822.309,14	9.740.149,17	30.562.458,31
2024	3.454.207,42	1.782.930,55	5.237.137,97	21.086.863,47	9.865.250,76	30.952.114,24
2025	3.498.309,51	1.804.884,29	5.303.193,80	21.348.508,99	9.989.255,12	31.337.764,10
2026	3.541.915,47	1.826.608,84	5.368.524,31	21.606.900,98	10.112.010,75	31.718.911,73
2027	3.584.999,40	1.848.101,19	5.433.100,59	21.861.857,34	10.233.494,51	32.095.351,85
2028	3.627.538,80	1.869.338,76	5.496.877,56	22.113.225,27	10.353.585,28	32.466.810,55
2029	3.669.512,94	1.890.329,25	5.559.842,18	22.360.938,87	10.472.320,88	32.833.259,75
2030	3.710.873,75	1.911.049,68	5.621.923,42	22.604.668,35	10.589.570,22	33.194.238,57

Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2023
 Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

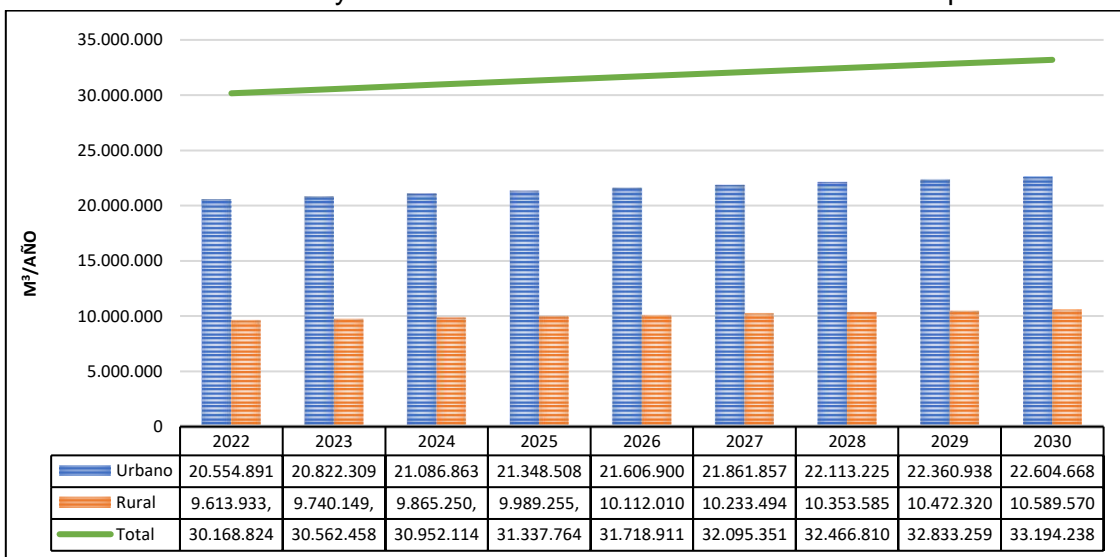
Por lo tanto, se estima una generación anual de residuos sólidos al año 2030 de 5.621.923,42 ton/año, que correspondería a su vez un volumen de 33.194.238,57 m³/año. Gráficamente los valores tabulados se muestran en las figuras siguientes:

Gráfico No. 16: Proyección de generación anual de residuos sólidos por área



Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2023
 Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Gráfico No. 17: Proyección anual del volumen de residuos sólidos por área

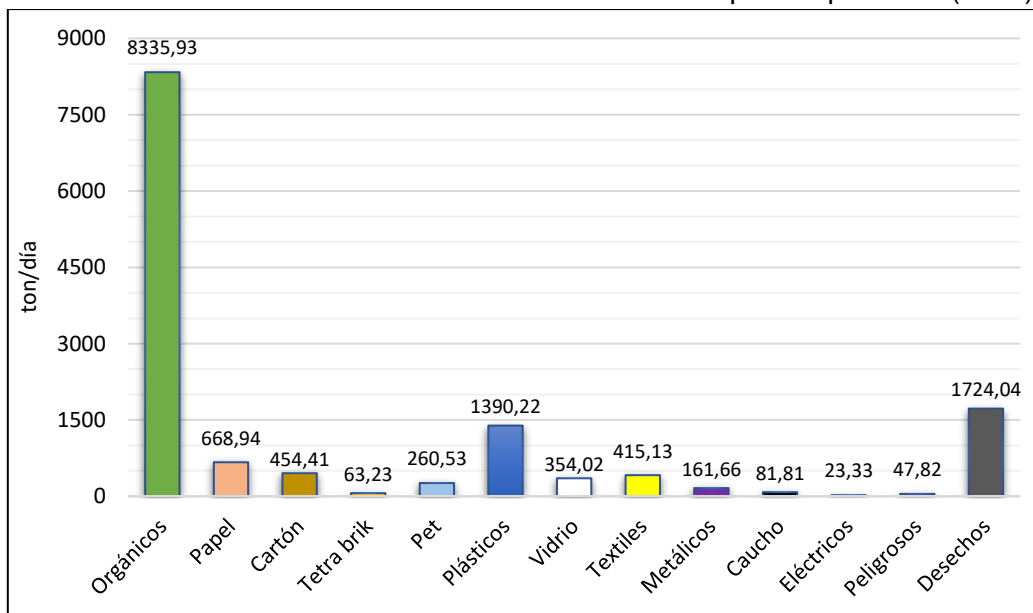


Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2023
Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

5.12. Generación de residuos y desechos sólidos no peligrosos por composición física

De igual manera, se determina las cantidades de residuos y desechos sólidos no peligrosos generados por cada subproducto en el año 2022 nivel nacional, de acuerdo a la composición física establecida en el numeral 5.10. Estos valores se muestran a continuación:

Gráfico No. 18: Generación diaria de residuos sólidos por subproducto (2022)



Fuente: MAATE - Proyecto GRECI. 2023
Elaborado: MAATE - Proyecto GRECI. 2023

Como es de conocimiento, la mayor generación de residuos sólidos en nuestro país corresponde a la fracción orgánica con 8.335,93 ton/día, seguido del subproducto denominado desecho con 1.724,04 ton/día. El tercer lugar le pertenece a la categoría de plásticos en todos sus tipos a excepción del PET, con 1390.22 ton/día; cantidad a

tener en consideración puesto que dicho material de acuerdo a sus propiedades y composición, pueden ser reciclados y aprovechados con mayor facilidad que otros.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos y expuestos, se describen las siguientes conclusiones:

- Durante el análisis y sistematización de los datos recopilados, se observó cierta carencia o variaciones significativas entre los valores incluidos en los proyectos de residuos sólidos de los GADM; esto se debe principalmente a la ausencia de una metodología estandarizada de caracterización y cuantificación física de residuos y desechos sólidos no peligrosos a nivel nacional, que permita homologar la ejecución de estas actividades, obteniendo resultados más fiables.
- Esta carencia de normativa deriva a que los GADM empleen distintas metodologías como las Normas oficiales mexicanas, CEPIS/OPS, Norma ASTM, entre otros, para la determinación de valores correspondientes a cantidad y características de los residuos y desechos sólidos no peligrosos, cuyos procedimientos y líneas de trabajo difieren entre sí.
- Uno de los parámetros más variables determinado en el presente análisis, corresponde a los valores recopilados de peso volumétrico o densidad suelta de los residuos y desechos sólidos; razón por la cual se optó por definir un intervalo de confianza conforme la Curva de distribución normal de Gauss, que permitió descartar cifras extremas ubicadas fuera de dicho rango, obteniendo así datos más confiables de acuerdo a la categorización de cantones y considerando los valores reportados en diferentes fuentes bibliográficas afines.
- Como se describió inicialmente, la información de línea de base proviene de la recopilación de varios proyectos de residuos sólidos aprobados por la Autoridad Ambiental desde el año 2010, agrupándolos acorde al tipo de cantón; por tal razón, al no contar con información histórica que permita determinar una tasa de crecimiento anual de las ppc, dichos valores se mantuvieron constantes en la proyección de la cantidad de residuos sólidos hasta el año 2030.
- Los parámetros obtenidos en la presente sistematización fueron calculados mediante ponderaciones, considerando como factor de peso el tamaño poblacional de los cantones participantes acorde a la categorización propuesta, por tal razón estas cifras no son comparables con las indicadas en otras fuentes secundarias, puesto que no se consideran los valores ponderados, áreas urbana y rural, y generación asociada por otras fuentes de generación.
- La ppc total estimada a nivel nacional para el año 2022 fue de 0,777 kg/hab/día, compuesto por la sumatoria de la ppc domiciliar correspondiente a 0,574 kg/hab/día, más la ppc asociada de otras fuentes generadoras con 0,203 kg/hab/día. Sin embargo, para obtener resultados más minuciosos de la generación de residuos sólidos a nivel local, regional y nacional con su respectiva proyección, se utilizaron las ppc ponderadas que fueron determinadas para cada categorización de cantones.
- El mismo caso fue aplicado para la determinación de la densidad de los residuos sólidos a nivel nacional, cuyo valor promedio ponderado corresponde a 180,85

kg/m³. Sin embargo, para efectos de cálculo de la generación volumétrica de residuos y desechos sólidos no peligrosos con su respectiva proyección, se utilizaron las densidades ponderadas que fueron determinadas para cada categorización de cantones.

- Respecto a la generación nacional de los residuos sólidos, comparada entre el período 2022-2030, se tendría un incremento del 9,23%, en un escenario en el que no se implementan acciones y políticas públicas sobre la minimización y aprovechamiento de los residuos; por lo que esta información es relevante en la formulación del Plan Nacional GIRS en el planteamiento de estrategias para atender esta problemática.
- En lo referente a la composición de los residuos sólidos de la fracción orgánica, los datos indican que existen una disminución del 8,8% entre el promedio de los cantones de categoría grande y especial con relación a los cantones micro, pequeño y mediano; esto posiblemente se debe a que existe una mayor concentración de población en el área rural en los cantones de menor tamaño.
- Aproximadamente el 60% de los residuos sólidos generados en el Ecuador corresponden a la fracción orgánica; elemento determinante en la producción de lixiviados y gases de efecto invernadero cuando son depositados los sitios de disposición final. De ahí la importancia de establecer metodologías y mecanismos apropiados para su aprovechamiento y tratamiento acorde al entorno y características reales de nuestro país, tales como la categorización de cantones, su climatología, región geográfica, costos de implementación y operación, entre otros.
- Por otra parte, el 14,6% de residuos sólidos generados corresponden a materiales inorgánicos potencialmente reciclables en el país (papel, cartón, tetra brik, botellas pet, metales y vidrio); a los cuales se deben establecer estrategias y proyectos específicos para su óptimo aprovechamiento con la inclusión de los recicladores de base.
- Cabe mencionar que las metodologías desarrolladas para la estimación de la composición física de los residuos sólidos establecen su determinación sobre la base del pesaje de los diferentes subproductos que lo conforman; sin embargo, este procedimiento no representa la magnitud de los diferentes elementos acorde a su estructura, diseño o volumen.
- Un claro ejemplo es el residuo plástico, que, si bien su presencia en la composición total de los residuos y desechos sólidos no peligrosos por pesaje promedia un 11,8%; el volumen que ocupa este subproducto en sus diferentes formas y categorías pueden ser muy elevados en comparación a su peso, factor que deber considerarse para el diseño de sistemas de recuperación y aprovechamiento.

7. ACRÓNIMOS

Los acrónimos utilizados en el presente informe se indican a continuación:

SIGLA	SIGNIFICADO
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
MAATE	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

GRECI	Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva
GIRS	Gestión Integral de Residuos Sólidos
GADM	Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
SCA	Subsecretaría de calidad Ambiental
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria.
OPS	Organización Panamericana de Salud
PPC	Producción per cápita.