UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE:

INGENIERÍA AMBIENTAL

TEMA:

GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y ECONOMÍA CIRCULAR: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES EN ECUADOR.

AUTORES:

RIVERA CHUNGATA MARIELA NATALY

MENA MENA SANTIAGO DAVID

TUTOR:

ING. KAREL DIÉGUEZ SANTANA MSC

PUYO – ECUADOR

2020 - 2020

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Quienes suscriben, Rivera Chungata Mariela Nataly con C.I. 1400995500 y Mena Mena Santiago David con C.I. 1501032344, hacen constar que son autores del Proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: "Gestión de residuos sólidos y economía circular: Desafíos y oportunidades en Ecuador", el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, Ing. Karel Diéguez Santana MsC. En tal sentido, manifestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 4 días del mes de septiembre del 2020.





Rivera Chungata Mariela Nataly

CI: 1400995500

Mena Mena Santiago David

CI:1501032344

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: “Gestión de residuos sólidos y economía circular: Desafíos y oportunidades en Ecuador”.



Dr. Marcelo Luna

Presidente del Tribunal



M.Sc. María del Carmen Castelo

Miembro del Tribunal



M.Sc. Jessica Machado

Miembro del Tribunal

Oficio No. 294-SAU-UEA-2020

Puyo, 22 de septiembre de 2020

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El proyecto de investigación correspondiente a los egresados RIVERA CHUNGATA MARIELA NATALY con C.I. 1400995500 y MENA MENA SANTIAGO DAVID con C.I. 1501032344, con el Tema: **"Gestión de residuos sólidos y economía circular: desafíos y oportunidades en Ecuador.",** de la carrera, Ingeniería Ambiental. Director del proyecto Ing. Karel Dieguez Santana, M.Sc., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 8%, Informe generado con fecha 3 de septiembre de 2020 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,



Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND _ UEA - .

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios y a la Virgen Santísima, por mostrarme que con humildad y perseverancia todo en la vida es posible.

Gracias a mis Abuelitos y mi mami, por todo el amor y apoyo que me brindaron, gracias porque todo lo que soy hoy se los debo a ellos y todo lo que seré mañana será por ellos.

A mi ñaño Mau, por enseñarme que con perseverancia los sueños se cumplen, gracias por todo ese cariño y confianza.

Quiero agradecer a mi familia Rivera Chungata y Zavala Barrera, por estar siempre conmigo motivándome y aconsejándome, por enseñarme que en la vida todo es posible y que con esfuerzo y dedicación uno logra lo que quiere.

Agradezco a mis profesores y de forma puntual a mi tutor de tesis Ing. Karel Diéguez Santana MsC., por todo el conocimiento impartido y por cada uno de sus consejos que siempre estaban encaminados a contribuir en mi formación profesional y personal. Gracias por brindándome su orientación con profesionalismo y enriquecer mis conocimientos.

A todos mi mayor gratitud y admiración.

Rivera Chungata Mariela Nataly

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada:

A mis abuelitos Manuel y María que con su amor, confianza y esfuerzo me motivaron a luchar por mis sueños y hoy gracias a ellos uno se hizo realidad. Por enseñarme que de la mano de Dios todo es posible.

A mi mami Sandra y mi hermana Alisson, por su cariño y apoyo incondicional en cada una de las decisiones que tome y por estar conmigo en todo momento.

Finalmente quiero dedicar la tesis a mi familia y amigos, que estuvieron apoyándome cuando más los necesite, por estar en los buenos y malos momentos siempre los llevare en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a Dios y mi Virgencita del Quinche patrona de mi linda parroquia, por darme la oportunidad de llegar a este capítulo de vida personal y profesional con humildad y perseverancia, ante todo.

Agradezco a mis padres, que siempre estuvieron apoyándome en todo momento por todo el amor brindaron.

De igual forma, mis sinceros agradecimientos a mis hermanos Edwin, Hernán, Armando, Cecilia (+) y Alexander que siempre estuvieron respaldándome para no rendirme en ningún momento.

Dar las gracias a mis tíos, primos, sobrinos, que fueron un apoyo para seguir adelante.

De igual manera, agradezco a mi segunda familia formada en esta etapa, mis amigos que siempre los recordaré por todos los bonitos momentos que hemos compartido.

Especialmente agradecer a mi linda UEA y a mis maestros dentro de las aulas, a un gran amigo que hice en mi vida universitaria, mi tutor de tesis Ing. Karel Diéguez Santana MsC y por cada uno de sus consejos que siempre estaban encaminados a contribuir en mi formación profesional y personal. Gracias por brindarme su orientación con profesionalismo y enriquecer mis conocimientos.

Mena Mena Santiago David

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada:

Primeramente, a Dios por darme las fuerzas para superar cada obstáculo presentado.

A mis padres por su gran sacrificio.

A mis abuelitos (+) maternos y paternos.

A mis hermanos.

A mi tutor de tesis.

Y especialmente a mi gran amiga Yarixa Iza (+) por sus consejos en cada momento los cuales me animaron a seguir superándome a través del estudio.

RESUMEN

La Economía Circular es un modelo que presenta estrategias que apoyan a una mejor gestión integral de los residuos sólidos, por lo que supera a la economía lineal que solo se enfoca en producir, usar y desechar, por un ciclo en el cual todo producto pueda ser reutilizado en el medio social, contribuyendo en el cuidado del medio ambiente. El presente trabajo identificó las potencialidades de la implementación de los principios de la economía circular como alternativa sostenible en el sector de los residuos sólidos en Ecuador. Para ello se recuperó información sobre la evolución de la Gestión de Residuos Sólidos a nivel nacional. De igual forma se realizó una revisión de los principios de la economía circular y su aplicación en el sector de residuos sólidos mediante una búsqueda bibliográfica de estudios realizados en otros países y regiones. Además, se examinaron los desafíos y oportunidades para la gestión de residuos sólidos en Ecuador en el contexto de la economía circular. Como resultado, se observó que la implementación de un modelo económico circular en la gestión de los residuos puede contribuir con la recuperación y aprovechamiento de la mayoría de los residuos, alargar la vida útil de los rellenos sanitarios y evitar la explotación de los recursos naturales. Además, a pesar de las limitaciones nacionales de información se puede concluir que fomentar la actividad del reciclaje en el contexto de la Economía Circular, permitirá crear un escenario ventajoso para el sector social y económico, pues permitirá ahorros en recursos y un crecimiento económico favorable para la economía nacional.

*Palabras clave***:** economía circular, economía lineal, sostenibilidad, residuos sólidos

ABSTRACT

The Circular Economy is a model that presents strategies that support a better comprehensive management of solid waste, thus exceeding the linear economy that only focuses on producing, using and disposing of, for a cycle in which every product can be reused in the social environment, contributing to the care of the environment. This work identified the potential of the implementation of the principles of the circular economy as a sustainable alternative in the solid waste sector in Ecuador. For this, information on the evolution of Solid Waste Management at the national level was recovered. Similarly, a review of the principles of the circular economy and its application in the solid waste sector was carried out through a bibliographic search of studies carried out in other countries and regions. Also, The challenges and opportunities for solid waste management in Ecuador were examined in the context of the circular economy. As a result, it was observed that the implementation of a circular economic model in waste management can contribute to the recovery and use of most waste, extend the useful life of landfills, and avoid the exploitation of natural resources. In addition, despite the national information limitations, it can be concluded that promoting recycling activity in the context of the Circular Economy will create an advantageous scenario for the social and economic sector, as it will allow savings in resources and favorable economic growth for the national economy.

Keywords: circular economy, linear economy, sustainability, solid waste

Tabla de contenidos

Capítulo I 1

1. Introducción 1

1.1. Planteamiento del problema 3

1.2. Objetivos 4

1.2.1. Objetivo General 4

1.2.2. Objetivos Específicos 4

1.3. Justificación 4

Capítulo II 7

2. Fundamentación teórica de la investigación 7

2.1. Antecedentes Investigativos 7

2.2. Definiciones generales 7

2.2.1. Residuos 7

2.2.2. Clasificación de los residuos sólidos 7

- Por su origen 7
- Por su estado 8
- Por su composición 8
- Por el tipo de manejo 8

2.2.3. Gestión de residuos sólidos 9

2.2.4. Gestión integral de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos. 10

2.2.5. Economía Circular 12

Capítulo III 21

3. Metodología de la investigación 21

3.1. Localización 21

3.2. Tipo de investigación 21

3.3. Métodos de investigación 22

Capítulo IV 25

4. Análisis de resultados 25

4.1. Información recopilada sobre la evolución de la Gestión de Residuos Sólidos a nivel nacional periodo 2014-2018. 25

4.2 Principios de la economía circular y su aplicación en el sector de residuos sólidos mediante una búsqueda bibliográfica de estudios realizados en otros países y regiones. 40

4.3 Desafíos y oportunidades para la gestión de residuos sólidos en Ecuador en el contexto de la economía circular. 58

5. CONCLUSIONES 76

6. RECOMENDACIONES 77

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de los principales indicadores de la gestión de Residuos Sólidos en Ecuador, considerados en este estudio..... 22

Tabla 2. Composición de los Residuos Sólidos Producidos por el Tipo de Residuo en las áreas Urbanas a nivel nacional..... 23

Tabla 3. Resultados de los últimos cinco años de Producción per cápita de desechos sólidos (urbano), según regiones naturales y provincias..... 26

Tabla 4. Indicador de la proporción de GADs municipales que han iniciado o mantienen procesos de separación en la fuente a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018)..... 27

Tabla 5. Indicador cantidades de residuos sólidos recolectados al día (ton/día) a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018)..... 27

Tabla 6. Indicador cantidades de residuos sólidos diferenciados recolectados al día (ton/día) a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018)..... 28

Tabla 7. Indicador cantidades y proporciones de residuos orgánicos aprovechados/tratados de residuos sólidos recolectados (ton/mes) a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018)..... 29

Tabla 8. Indicador cantidades y proporciones de residuos inorgánicos recuperados/tratados de los residuos sólidos recolectados (ton/mes) a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018)..... 30

Tabla 9. Indicador sobre el costo de la Gestión Integral de Residuos Sólidos (USD/ton) a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018)..... 31

Tabla 10. Costo Total por Gestión Integral de Residuos Sólidos recolectados (USD/mes) a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018)..... 32

Tabla 11. Subsidio de la Gestión Integral de Residuos Sólidos recolectados (USD/mes) a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018)..... 32

Tabla 12. Tabla del indicador disposición final de los residuos sólidos a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018)..... 34

Tabla 13. Comparación de indicadores con otros países de América Latina y el Caribe, según el producto interno bruto (nominal) per cápita (PIB)-2019..... 35

Tabla 14. Clasificación de los indicadores directos o indirectos propuestos por la Comisión Europea

para medir el desarrollo de la Economía Circular. 43

Tabla 15. Clasificación de los indicadores directos propuestos en Ecuador para medir el desarrollo de la Economía Circular entre los años 2014 al 2018. 49

Tabla 16. Comparación de los indicadores de economía circular asociados a los residuos urbanos en Ecuador, con otros países de medianos ingresos. 53

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio sobre la economía circular en Ecuador. Fuente: Elaboración propia. 21

Figura 2. Composición de los Residuos Sólidos Producidos por el Tipo de Residuo en las áreas Urbanas a nivel nacional. (%). Adaptado de (AME-INEC, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018). 39

Figura 3. Modelo teórico para la gestión de residuos sólidos, aplicado a la ciudad, siguiendo los principios de la economía circular. Fuente: Tomado de (Burneo et al., 2020)..... 55

Índice de anexos

Anexo 1. Producción Per Cápita en la Zona Urbana (kg/hab/día) en el periodo 2014-2018, de cada provincia del Ecuador. 91

Anexo 2. Indicador de la proporción de GADs municipales por provincia, que han iniciado o mantienen procesos de separación en la fuente (Periodo 2014-2018). 92

Anexo 3. Indicador cantidades de residuos sólidos recolectados al día (ton/día) a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018). 93

Anexo 4. Indicador cantidades de residuos sólidos diferenciados recolectados al día (ton/día) por provincias (Periodo 2014-2018). 94

Anexo 5. Indicador sobre el costo de la Gestión Integral de Residuos Sólidos (USD/ton) por provincias (Periodo 2014-2018) 95

Anexo 6. Costo Total por Gestión Integral de Residuos Sólidos recolectados (USD/mes) a nivel nacional por provincias (Periodo 2014-2018). 96

Anexo 7. Subsidio de la Gestión Integral de Residuos Sólidos recolectados (USD/mes) a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018). 97

Anexo 8. Tabla del indicador disposición final de los residuos sólidos a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018) 99

Capítulo I

1. Introducción

Debido al rápido aumento de la población y el nivel de vida en todo el mundo, los recursos naturales se consumen a tasas cada vez más rápidas para satisfacer las crecientes demandas y necesidades de la humanidad. Paralelamente a este desarrollo, la cantidad de desechos sólidos generados ha aumentado considerablemente. Es probable que la no utilización de estos desechos desencadene graves problemas ambientales y afecte negativamente la vida humana desde un punto de vista ambiental, económico y de salud. Por esta razón, asegurar la recolección y utilización de los residuos sólidos es extremadamente importante para la sostenibilidad (Çelikler y Harman, 2015). El desarrollo financiero y demográfico de los países han exagerado la medida de producción de residuos sólidos, y ha elaborado una nueva advertencia para la agenda general de sostenibilidad de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (Ayeleru, Okonta, y Ntuli, 2018).

Nuevos lugares inicialmente con ecosistemas naturales han sido convertidos en hogares, infraestructuras o vertederos, para compensar las necesidades humanas. Este progreso se refleja en la producción de residuos en América Latina y el Caribe, ya que en el 2014 se generaban periódicamente 541.000 t/día (de ellos, 145.000 t/día de residuos a basurales) y se calcula para el año 2050, que las cifras lleguen a las 671.000 t/día. La tasa media de generación existente de la región es de 1,04 kg/hab.-día, cerca de 40 millones de personas carecen de acceso a la recopilación de residuos y el 50% de los residuos urbanos generados son orgánicos (Environment, 2018).

Desde el arranque de la revolución industrial, hemos estado operando en un sistema económico lineal, que se puede describir como tomar, hacer, usar y desechar. Una economía circular es una alternativa a una economía lineal habitual, en la que mantenemos los recursos en uso durante el mayor tiempo posible, extraemos el valor máximo de ellos mientras están en uso, luego recuperamos y regeneramos productos y materiales al final de cada vida útil (Cother, 2020). La Comisión Europea está centrando sus esfuerzos en proyectar iniciativas para cambiar el modelo económico habitual de sus estados miembros. El objetivo esencial de estas acciones es "cerrar el ciclo" de vida del producto. Esta es la economía circular, y cubre el tiempo de vida cumplido (desde la producción y el consumo hasta la gestión de residuos) en un esfuerzo por extraer el valor máximo de cada producto y minimizar las emisiones y los residuos (Rodríguez Chueca, Molina García, García Aranda, Pérez, y Rodríguez, 2019).

En el Ecuador, tanto los desechos, como las sustancias o materiales compuestos son el resultado

de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo que se generan por el consumo o uso en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que carecen de utilidad para el generador (MAE, 2015b). Por su parte, la ciudadanía en general del sector domiciliario, son de los generadores de residuos el primer eslabón en la cadena de consumo, que tienen responsabilidades compartidas en los residuos sólidos en Ecuador, como observar y velar por el cumplimiento de las normas de cuidado ambiental, mediante el adecuado manejo de los desechos sólidos a nivel municipal (Diéguez Santana, Sarduy-Pereira, y De Decker, 2020; MAE, 2017b). La manipulación de residuos sólidos domésticos de la zona rural no ha recibido tanta vigilancia como las comunidades urbanas (Taghipour, Amjad, Aslani, Armanfar, y Dehghanzadeh, 2015) y como plantea He (2012) los niveles de contaminación relacionada con la escasez de gestión de residuos en el área rural se ha transformado en una gran amenaza para el medio ambiente y principalmente en los países en desarrollo. Sin embargo, la tasa de generación de desechos domésticos de las áreas rurales de países en progreso, habitualmente es menor a la de los países desarrollados (Han *et al.*, 2018), aun así, las carencias de infraestructura adecuada y frágil gestión de residuos sólidos, incorporado a los incrementos de la generación de residuos domésticos ha traído un incremento de la contaminación ambiental e impactos en la salud humana de las zonas rurales (Bernardes y Günther, 2014; Edjabou, Møller, y Christensen, 2012; Han *et al.*, 2019; Hiramatsu, Hara, Sekiyama, Honda, y Chiemchaisri, 2009; Zeng, Niu, Li, Zhou, y Zhao, 2016).

(Guerrero, Maas, y Hogland, 2013) establecen en su revisión la problemática de que existen grandes desafíos en los SGRS, para ciudades en países en desarrollo, que surgen de la creciente generación de residuos, los altos costos asociados para su gestión que representa una carga para los presupuestos municipales, la falta de comprensión sobre una diversidad de factores que afectan las diferentes etapas de la gestión de residuos y los vínculos necesarios para permitir el funcionamiento de todo el sistema de manejo. Además, también afectan, la falta de financiamiento, infraestructura, legislaciones, conocimiento y conciencia sobre los problemas de los desechos sólidos (Bundhoo, 2018). A nivel nacional, en la gobernanza en la gestión de los residuos sólidos se ha intentado alcanzar una buena calidad ambiental y salud pública, en un marco de equilibrio entre las dimensiones social, ambiental y económica. Sin embargo, es bien complejo, pues como también ha sido remarcado a nivel regional, las normativas jurídicas existen, pero el tramado institucional es débil, por lo que es necesario reforzar la institucionalidad y la aplicación de la legislación (Diéguez Santana, Sarduy-Pereira, y De Decker, 2020).

Por lo tanto, los productos y servicios deben diseñarse a propósito teniendo en cuenta la

eficiencia de los recursos materiales, asumiendo una perspectiva del ciclo de vida. Se requieren estrategias de ahorro de recursos para la reutilización, reparación, refabricación y reciclaje de productos y sus componentes en esta "nueva" economía circular, que permitiría a los productos ganar una "nueva vida" (Milios, 2018).

1.1.Planteamiento del problema

La generación de residuos sólidos ha sido un problema desde años atrás y se ha intensificado en los últimos años con el crecimiento poblacional, mismo que ha traído consigo una mayor demanda de extracción de los recursos naturales y un incremento en el volumen de residuos generados (Sillanpää y Ncibi, 2019). Este componente en la actualidad representa un problema muy grave para el ámbito económico, social y ambiental, siendo este último el más afectado por la generación RSU (Rivera, 2009).

En Ecuador, según estadísticas ambientales del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), cada habitante genera diariamente alrededor de 0.58 kilogramos de residuos sólidos, y en el año 2016, la recolección fue 12,897.98 toneladas diarias de residuos sólidos. De ellos el 58.5 % son residuos orgánicos y el 41.5 % de residuos inorgánicos (cartón 5.6%, papel 4.6%, plástico 10.7%, desechos sanitarios no peligrosos 4.7%, y un 15.8% entre vidrio, madera, metal, chatarra, caucho, textil, focos, pilas y otros) (INEC, 2017). Mientras, solamente el 43% de municipios del Ecuador dispone sus residuos sólidos en relleno sanitario; un 36%, en botaderos; y, el 21% en celda emergente (INEC, 2017). En las zonas urbanas, el rango de recogida es del 90.4%, mientras que es del 57.4% en las zonas rurales (INEC, 2015, 2016b). La mayoría de los residuos son recolectados por los municipios y trasladados al vertedero para su disposición final.

El estado ecuatoriano reconoce que la gestión de residuos y desechos, debe cumplir con los principios de jerarquización siguientes: Prevención, minimización de la generación en la fuente, aprovechamiento o valorización y disposición final; establecidos en el Art. 226 del Código Orgánico del Ambiente (COA), en el mismo se manifiesta que la disposición final se limitará a aquellos desechos que no se puedan aprovechar, tratar, valorizar o eliminar en condiciones ambientalmente adecuadas y tecnológicamente factibles (COA, 2017). En el país debido a la mala gestión de residuos sólidos, estos pasan de forma directa a la disposición final sin ser reaprovechados o valorizados de manera que se pierde la posibilidad de ser reintroducido a un proceso productivo en el cual pueda nuevamente adquirir un valor económico, a este sistema se lo conoce como Economía Lineal que afecta al medio ambiente en su totalidad (IRR., 2015).

A raíz de lo antes mencionado surge un nuevo concepto conocido como Economía Circular, que si bien es cierto la idea no es tan novedosa, pero en la actualidad ha ido tomando mayor

fuerza, planteando un cambio de paradigma tanto para el productor sobre sus maneras de producir y generar recursos en lugar de residuos y en el consumidor mejorando su manera de consumir y sus hábitos al deshacerse de sus residuos (IRR., 2015). De la cuna a la cuna es uno de los principios presentes en el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente, del Art. 561.- Que establece que el ejercicio de la gestión integral de residuos y desechos se regirá por la calidad, ecodiseño y fabricación de productos con características que favorezcan el aprovechamiento y minimización de la generación de residuos y desechos, contribuyendo al desarrollo de una economía circular (CODA, 2019). Como bien sabemos los recursos naturales son finitos y si los seguimos extrayendo de manera desmedida estos se agotarán, es allí donde la Economía Circular trata de reemplazar y dejar a un lado a la Economía Lineal que extrae, hace, usa y desecha, por un nuevo sistema en donde los residuos o desechos generados se convierten en materia prima para convertirse en un bien elaborado que se recicla y se reutiliza formando un círculo en el que la materia prima tenga una vida ampliamente larga, logrando así generar una nueva industria en la gestión, reúso y reciclaje de los RSU (Sillanpää y Ncibi, 2019).

¿Es la Economía Circular una oportunidad en la Gestión Integral de Residuos Sólidos que permitirá responder a los desafíos del crecimiento económico y productivo del Ecuador?

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Identificar las potencialidades de la implementación de los principios de la economía circular como alternativa sostenible en el sector de los residuos sólidos en Ecuador.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Recuperar información sobre la evolución de la Gestión de Residuos Sólidos a nivel nacional.
- Revisar los principios de la economía circular y su aplicación en el sector de residuos sólidos mediante una búsqueda bibliográfica de estudios realizados en otros países y regiones.
- Examinar los desafíos y oportunidades para la gestión de residuos sólidos en Ecuador en el contexto de la economía circular.

1.3.Justificación

Los países en desarrollo han sido los más afectados por el aumento en la generación de RSU,

pues generalmente, no se manejan adecuadamente (Valizadeh y Hakimian, 2019), lo que conduce a efectos adversos para la salud, el medio ambiente, la estética y la economía (Mohammadi, Jämsä-Jounela, y Harjunkoski, 2019; Verma, Borongan, y Memon, 2016). Por lo regular, la implementación de un sistema de gestión de residuos sólidos (SGRS) deficiente tiene un efecto indeseable en la calidad de vida de los ciudadanos. Dentro de la gestión de los residuos sólidos urbanos se involucran varios factores, que van desde las partes interesadas, los factores ambientales, la sociedad, la cultura, la tecnología, hasta las políticas y las leyes afectan el SGRS (Guerrero, Maas, y Hogland, 2013; Ma y Hipel, 2016).

Por otra parte, nuevas actitudes gerenciales han sido adoptadas en muchos países en los últimos años, siendo una de ellas la economía circular, que ha ganado importancia dentro de los SGRS (Malinauskaite *et al.*, 2017), donde los RSU han sido denominados 'minería urbana' (Hoornweng y Bhada-Tata, 2012). Por lo tanto, las autoridades urbanas intentan hacer un uso óptimo de los residuos municipales en el nuevo enfoque de los sistemas de gestión de residuos sólidos (SGRS) (Esmaeilizadeh, Shaghaghi, y Taghipour, 2020b; Hoornweng y Bhada-Tata, 2012). Para lograr este uso óptimo de los RSU se requiere un sistema de gestión de residuos dinámico y científico. Lo que ha llevado a que se realicen numerosos estudios en los últimos años para identificar los desafíos y mejorar los SGRS en diferentes regiones (Agamuthu y Masaru, 2014; Bundhoo, 2018; Mohee *et al.*, 2015), y países, como Israel (Daskal, Ayalon, y Shechter, 2018), India (Vij, 2012), Irán (Esmaeilizadeh, Shaghaghi, y Taghipour, 2020a) y Brasil (Cetrulo *et al.*, 2018).

Gran parte de los residuos generados en el Ecuador son aprovechables y se podrían reintroducir a los procesos de producción como materia prima secundaria, generando ahorros en la entidad responsable de su gestión siendo en el caso de Ecuador los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM), logrando de este modo alargar la vida útil de los rellenos sanitarios y del residuo; además de disminuir la extracción de materia prima de la naturaleza y fortalecer el concepto de las 3R como lo hace la Economía Circular.

Resulta importante conocer los desafíos y oportunidades que se encuentran formando parte de la GRS y la EC en el Ecuador, y más aún en estos momentos que el Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (INEN) se encuentra trabajando en la elaboración del documento técnico ecuatoriano “Principios de Economía Circular” basado en la BSI 8001 (INEN, 2019), que será conocido como el Libro Blanco.

Debido a que no se cuenta con suficientes estudios de carácter nacional sobre Economía Circular y su relación con la Gestión de Residuos Sólidos, el presente trabajo es apropiado para afianzar un mayor conocimiento sobre el tema, tomando en cuenta el estudio realizado en la

ciudad de Cuenca “Impactos ambientales y socioeconómicos del reciclaje de residuos urbanos como parte de la economía circular” de manera que es utilizado como referencia en la elaboración de este trabajo. Por otra parte, la investigación contribuye a ampliar datos sobre la EC y la GRS en el Ecuador, mismos que podrían ser utilizados para estudios similares a futuro, dado que es un tema que ha venido tomando fuerza en los últimos años en América Latina y de forma puntual en Ecuador.

Capítulo II

2. Fundamentación teórica de la investigación

2.1.Antecedentes Investigativos

En la tesis presentada por Laura Carolina Robayo Tapia, sobre: "Propuesta para el manejo del reciclaje de desechos sólidos en el Distrito Metropolitano de Quito", para la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Facultad de Economía, con el objetivo de Definir una propuesta para el manejo del reciclaje de desechos sólidos en el Distrito Metropolitano de Quito. Esta investigación surgió de la inquietud de saber cómo eran manejados los desechos sólidos en la Ciudad de Quito, desde su generación hasta el relleno sanitario El Inga, área donde está situado el mismo, ya que los residuos que se eliminan causan contaminación y en los días actuales es cada vez más rápido, producto al crecimiento de la población (Robayo, 2016).

En una investigación efectuada sobre "La gestión de los desechos sólidos inciden en el buen vivir de los habitantes del sector Terranova del barrio Quitumbe parroquia las cuadras de la ciudad de Quito". Con el objetivo de Identificar el índice de desechos sólidos para mejora del Buen Vivir de los habitantes del sector Terranova del Barrio Quitumbe, Parroquia Las Cuadres de la Ciudad de Quito. Como conclusión del estudio se obtuvo que los habitantes del sector expresaron que los desechos sólidos deben ser bien manejados para el buen vivir ya que de lo contrario traería grandes afectaciones a la salud de los habitantes del sector, especialmente a los niños que son los más vulnerables a las enfermedades (Guananga, 2015).

2.2.Definiciones generales

2.2.1. Residuos

Son las sustancias (sólidas, semisólidas, líquidas, o gaseosas), o materiales compuestos resultantes de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo, cuya eliminación o disposición final procede conforme a lo dispuesto en la legislación ambiental nacional e internacional aplicable (MAE, 2015b).

2.2.2. Clasificación de los residuos sólidos

❖ **Por su origen**

- **Residuos domiciliarios:** residuo que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar (FAO, 2003).
- **Residuos industriales:** residuo generado en actividades industriales, como resultado de los procesos de producción, mantenimiento de equipo e instalaciones y tratamiento y control

de la contaminación (FAO, 2003).

- **Residuos de construcción:** Son aquellos que resultan de la construcción, remodelación y reparación de edificios o de la demolición de pavimentos, casas, edificios comerciales y otras estructuras (FAO, 2003).
- **Residuos comerciales:** Residuo Sólido Comercial: residuo generado en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como almacenes, depósitos, hoteles, restaurantes, cafeterías y plazas de mercado (FAO, 2003).
- **Residuos sólidos municipales:** Son residuos sólidos o semisólidos proveniente de las actividades urbanas en general. Puede tener origen residencial o doméstico, comercial, institucional, de la pequeña industria o del barrido y limpieza de calles, mercados, áreas públicas y otros. Su gestión es responsabilidad de la municipalidad o de otra autoridad del gobierno. Sinónimo de basura y de desecho sólido (FAO, 2003).

❖ **Por su estado**

Los residuos por su estado físico que se encuentren pueden clasificarse en: residuos sólidos, líquidos y gaseosos, es importante notar que el alcance real de esta clasificación puede fijarse en términos puramente descriptivos o, como es realizado en la práctica, según la forma de manejo asociado (Quishpe y Tipantuña, 2016).

❖ **Por su composición**

- **Orgánicos. –** Son residuos de origen biológico (vegetal o animal), que se descomponen naturalmente, generando gases (dióxido de carbono y metano, entre otros) y lixiviados en los lugares de tratamiento y disposición final. Mediante un tratamiento adecuado, pueden reaprovecharse como mejoradores de suelo y fertilizantes (compost, humus, abono, entre otros) (OEFA, 2014).
- **Inorgánicos. -** Residuos de origen mineral o producidos industrialmente que no se degradan con facilidad. Pueden ser reaprovechados mediante procesos de reciclaje (OEFA, 2014).

❖ **Por el tipo de manejo**

- **Peligrosos:** Es todo producto químico y los desechos que de él se desprenden, que por sus características físico-químicas, corrosivas, tóxicas, reactivas, explosivas, inflamables, biológico- infecciosas, representan un riesgo de afectación a la salud humana, los recursos naturales y el ambiente o de destrucción de los bienes y servicios ambientales u otros, lo cual obliga a controlar su uso y limitar la exposición al mismo, de acuerdo a las disposiciones legales (MAE, 2015b).

- **Especiales:** Residuo sólido que por su calidad, cantidad, magnitud, volumen o peso puede presentar peligros y, por lo tanto, requiere un manejo especial. Incluye a los residuos con plazos de consumo expirados, desechos de establecimientos que utilizan sustancias peligrosas, lodos, residuos voluminosos o pesados que, con autorización o ilícitamente, son manejados conjuntamente con los residuos sólidos municipales (FAO, 2003).
- **No peligrosos:** Conjunto de materiales sólidos de origen orgánico e inorgánico (putrescible o no) que no tienen utilidad práctica para la actividad que lo produce, siendo procedente de las actividades domésticas, comerciales, industriales y de todo tipo que se produzcan en una comunidad, con la sola excepción de las excretas humanas (MAE, 2015b).

2.2.3. Gestión de residuos sólidos

- **Reducir:** Minimización en las fases de diseño, producción, distribución o consumo del uso de sustancias tóxicas y de materias primas (Catalunya, s.f).
- **Reutilizar:** Acción de usar un residuo o desecho sólido sin previo tratamiento, logrando la prolongación y adecuación de la vida útil del residuo sólido recuperado (MAE, 2015b).
- **Reciclaje:** Proceso mediante el cual, previa una separación y clasificación selectiva de los residuos sólidos, desechos peligrosos y especiales, se los aprovecha, transforma y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como energía o materia prima para la fabricación de nuevos productos (MAE, 2015b).

Los elementos de un sistema óptimo de reciclaje son:

- ✓ Lugares ecológicos para separar los residuos que son potencialmente aprovechables.
- ✓ Recolección, transporte, almacenamiento y aprovechamiento.
- ✓ Disposición final.

- **Disposición Final:** Es la última de las fases de manejo de los desechos y/o residuos sólidos, en la cual son dispuestos en forma definitiva y sanitaria mediante procesos de aislamiento y confinación de manera definitiva los desechos y/o residuos sólidos no aprovechables o desechos peligrosos y especiales con tratamiento previo en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, daños o riesgos a la salud humana o al ambiente. La disposición final se la realiza cuando técnicamente se ha descartado todo tipo de tratamiento, tanto dentro como fuera del territorio ecuatoriano (MAE, 2015b).

Resultados de la mala disposición de los residuos:

- Atmósfera: trae como resultado la evaporación e instalación de contaminantes, afectando con esto a todos los seres vivos del planeta tierra.
- Agua: como consecuencia de la mala disposición de los residuos facilita el contacto

por infiltración y descarga directa de lixiviados, trayendo como efecto, una vida acuática contaminada con la contaminación de ríos, así como la contaminación para el consumo doméstico y de limpieza.

- Suelo: aquí afecta la vida terrestre y la agricultura con la sedimentación, la erosión hidráulica y eólica.

- **Botadero de residuos sólidos:** Es el sitio donde se depositan los desechos y/o residuos sólidos, sin preparación previa y sin parámetros técnicos o mediante técnicas muy rudimentarias y en el que no se ejerce un control adecuado (MAE, 2015b).
- **Celda emergente:** Es una celda técnicamente diseñada, donde se depositan temporalmente los desechos y/o residuos sólidos no peligrosos, los mismos que deberán tener una compactación y cobertura diaria con material adecuado, poseer los sistemas de evacuación del biogás, recolección de lixiviados, recolección de aguas de escorrentía; hasta la habilitación del sitio de disposición final, técnica y ambientalmente regularizado. Adicionalmente, consta de las siguientes obras complementarias: conducción, almacenamiento y tratamiento de lixiviados. Dicha celda tendrá un periodo de diseño no mayor a 2 años y es también considerada como la primera fase del relleno sanitario (MAE, 2015b).
- **Relleno sanitario:** Es una técnica de ingeniería para el adecuado confinamiento de los desechos y/o residuos sólidos; consiste en disponerlos en celdas debidamente acondicionadas para ello y en un área del menor tamaño posible, sin causar perjuicio al ambiente, especialmente por contaminación a cuerpos de agua, suelos, atmósfera y sin causar molestia o peligro a la salud y seguridad pública. Comprende el esparcimiento, acomodo y compactación de los desechos y/o residuos, reduciendo su volumen al mínimo aplicable, para luego cubrirlos con una capa de tierra u otro material inerte, por lo menos diariamente y efectuando el control de los gases, lixiviados y la proliferación de vectores (MAE, 2015b).

2.2.3.1. Gestión integral de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos.

La gestión integral constituye el conjunto de acciones y disposiciones regulatorias, operativas, económicas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación, que tienen la finalidad de tratar los residuos sólidos no peligrosos en sitios que sean adecuados desde el punto de vista técnico, ambiental y socio-económico, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos de tratamiento, posibilidades de recuperación y aprovechamiento, comercialización o finalmente su

disposición final (MAE, 2015b). Está dirigida a la implementación de las fases de manejo de los residuos sólidos que son:

- Generación.
- Separación en la fuente.
- Almacenamiento temporal.
- Recolección y transporte.
- Aprovechamiento.
- Tratamiento.
- Disposición final.

2.2.3.2. Gestión Integral de Desechos Peligrosos y/o Especiales.

Regula las fases de gestión y los mecanismos de prevención y control de la contaminación por desechos peligrosos y/o especiales en el territorio nacional, al tenor de los procedimientos y normas técnicas previstos en la normativa aplicable y en los Convenios Internacionales relacionados con esta materia, suscritos y ratificados por el Estado ecuatoriano (MAE, 2015b). El sistema de gestión integral de los desechos peligrosos y/o especiales tiene las siguientes fases:

- Generación.
- Almacenamiento.
- Recolección.
- Transporte.
- Aprovechamiento.
- Disposición final.

Modelos de gestión ambiental en residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos) en el Distrito Metropolitano de Quito Dentro de los Modelos más empleados en América Latina se encuentran:

- Manejo Municipal Directo: Todas las operaciones que se realizan en este modelo están bajo la responsabilidad del gobierno de la localidad, utilizando equipos propios y personales pertenecientes a las obras públicas de la ciudad.
- Autoridad Autónoma: Aquí las instituciones públicas tienen independencia financiera y administrativa para ejecutar su gestión, mecanismo que contribuye a la superación de las dificultades provenientes de grandes estructuras.
- Contratación de la operación por la municipalidad: Se basa en la contratación de entidades privadas para que efectúen la recolección, transporte y limpieza pública.

2.2.4. Economía Circular

"La economía circular (EC) se trata de un círculo virtuoso, en el cual se devuelve a la naturaleza lo que puede ser devuelto y al sistema productivo lo que éste puede reutilizar" (Solórzano, 2018, p. 172). La EC es aquella solución en la cual busca que el valor de los productos, materiales y recursos se mantengan en la economía durante el mayor tiempo posible. De la misma manera, "El concepto de EC es de gran interés tanto para los académicos como para los profesionales, ya que es visto como una operacionalización para que las empresas implementen el muy discutido concepto de desarrollo sostenible" (Kirchherr, Reike, y Hekkert, 2017). También busca estirar la vida económica de los bienes y materiales recuperándolos de las fases de la postproducción del consumidor (Gregson, Crang, Fuller, y Holmes, 2015).

De la cuna a la cuna

Es una teoría introducida por Walter Stahel y retomada en los años 90 por Bill McDonough y Michael Braungart. En ella, hay que rediseñar las cosas pensando en el uso presente y futuro de los materiales. Una parte de ellos retornará a la biosfera, otra parte se quedará necesariamente en la tecnosfera. Los nutrientes tecnológicos, como el plástico, el cristal o los metales se tienen que reutilizar. Los nutrientes biológicos, como la madera, el algodón o el corcho son compostables y pueden volver a la tierra (Braungart y McDonough 2005).

La filosofía *Cradle to Cradle* inicia por la premura de cambiar el sistema de producción por medio del diseño, buscando que todos los componentes de un producto puedan ser reutilizados de tal manera que en el momento de diseñar se tomen en cuenta todos los materiales que puedan ser utilizados en procesos posteriores de refabricación o reutilización (Belda, 2018).

Principios de una Economía Circular.

Según la Fundación (Ellen MacArthur, 2015) la EC descansa sobre una serie de principios, donde se aborda algunos desafíos en materia de recursos y del sistema a los que han de hacer frente las economías industriales.

A. **Principio 1: Preservar y mejorar el capital natural controlando reservas finitas y equilibrando los flujos de recursos renovables.** Esto comienza desmaterializando la utilidad, ofreciendo utilidad de forma virtual cuando es óptima. Cuando se necesitan recursos, el sistema circular los selecciona de forma sensata y elige tecnologías y procesos que utilizan recursos renovables o de mayor rendimiento, cuando resulta posible. Una economía circular mejora también el capital natural alentando los flujos de nutrientes dentro del sistema y generando las condiciones para la regeneración, por

ejemplo, del suelo (Ellen MacArthur, 2015).

B. **Principio 2: Optimizar el rendimiento de los recursos distribuyendo productos, componentes y materias con su utilidad máxima en todo momento tanto en ciclos técnicos como biológicos.** Esto implica diseñar para refabricar, reacondicionar y reciclar para mantener los componentes técnicos y materias circulando y contribuyendo a la economía. Los sistemas circulares utilizan bucles internos más estrechos (p. ej., mantenimiento en lugar de reciclaje) cuando resulta posible, preservando así más energía implícita y otro valor. Estos sistemas maximizan también el número de ciclos consecutivos y/o el tiempo empleado en cada ciclo, aumentado la vida útil de los productos y optimizando la reutilización (Ellen MacArthur, 2015). A su vez, el compartir incrementa la utilización de los productos. Los sistemas circulares promueven también que los nutrientes biológicos vuelvan entrar en la biosfera de forma segura para que la descomposición resulte en materias más valiosas para un nuevo ciclo (Ellen MacArthur, 2015). En el ciclo biológico, los productos se diseñan deliberadamente para ser consumidos o metabolizados por la economía y regenerar el valor del nuevo recurso. En el caso de las materias biológicas, la esencia de la creación de valor consiste en la oportunidad de extraer valor adicional de productos y materias mediante su paso en cascada por otras aplicaciones. Al igual que en todo sistema lineal, buscar un mayor rendimiento a todos estos niveles resulta útil y requiere continuas mejoras del sistema. Sin embargo, a diferencia de un sistema lineal, un sistema circular no pone en peligro la eficacia (Ellen MacArthur, 2015).

C. **Principio 3: Promover la eficacia de los sistemas detectando y eliminando del diseño los factores externos negativos.**

   Esto incluye reducir los daños en sistemas y ámbitos como la alimentación, la movilidad, los centros de acogida, la educación, la sanidad y el ocio, y gestionar factores externos como el uso del suelo y la contaminación acústica, del aire y del agua o el vertido de sustancias tóxicas (Ellen MacArthur, 2015).

Características de una Economía Circular

De acuerdo con el modelo propuesto por la Fundación Ellen McArthur para describir estrictamente una EC y aventurarse en la creación de actividades económicas inspiradas en el modelo económico circular se debe partir de las siguientes características fundamentales (Ellen MacArthur, 2015).

A. Diseñar sin residuos. Dentro del modelo de una EC, el residuo se considera inexistente cuando los materiales de un producto se diseñan para actividades de desmontaje y la readaptación, con esto los materiales biológicos no llegan a ser tóxicos y pueden comportarse con mayor facilidad; los materiales técnicos (aleaciones, polímeros y otros artificiales) se diseñan para ser recuperados, renovados y mejorados mínimo gasto energético y máxima retención de valor (Ellen MacArthur, 2015).

B. Aumentar la resiliencia por medio de la biodiversidad. La EC valora la diversidad como manera de generar solidez y se convierte en un motor de versatilidad y resiliencia (Ellen MacArthur, 2015). Los sistemas con muchas conexiones y escalas se adaptan con mayor facilidad a los impactos externos que los sistemas construidos simplemente para maximizar la eficiencia y el rendimiento (Lehman, 2018), es decir, que cuanta mayor diversidad se crea, mayor riqueza se obtiene y mayor solidez se consigue (Belda, 2018).

C. Trabajar hacia un uso de energía de fuentes renovables. La energía para impulsar la EC debe ser de fuentes renovables para reducir la dependencia de recursos e incrementar la resiliencia de los sistemas, lo que es posible por los valores de energía reducidos que promueve una EC restaurativa (Ellen MacArthur, 2015). El sistema de producción agrícola funciona a partir de la actual energía del sol, pero cantidades significativas de combustibles fósiles se utilizan en los fertilizantes, maquinaria agrícola, procesos y a través de la cadena de suministro. Unos sistemas de alimentación y agricultura más integrados reducirían la necesidad de insumos basados en combustibles fósiles y aprovecharían más el valor energético de los subproductos y abonos (Lehman, 2018).

D. Pensar en "sistemas". En el entorno de una EC el pensamiento en sistemas se aplica en forma general en toda la cadena de suministro, la idea de entender como las partes interactúan entre sí dentro de un todo es fundamental (Ellen MacArthur, 2015). Es decir, personas, empresas instituciones, plantas, animales, en concreto, todos los elementos que existen en el planeta forman parte de distintos sistemas, pero se interconectan entre sí y se alimentan los unos de otros, en otros palabras, si algo influye en uno también influirá en los otros desatando una reacción en cadena (Lehman, 2018).

E. Pensar en cascadas. En los materiales biológicos la creación de valor consiste en la oportunidad de extraer valor adicional de los productos mediante el paso en cascada en otras aplicaciones como en el paso por la tierra sirviendo como abono u otros usos.

Esto es que un material puede servir para distintos fines desde que nace hasta que muere, un componente industrial debería actuar de la misma manera y crear valor en distintas fases de la vida útil siendo multifuncional y generar nuevas oportunidades de negocio una y otra vez por ejemplo, pasar del árbol al horno roba el valor que podría obtenerse mediante una descomposición en fases, mediante usos sucesivos como madera y productos de madera antes de su deterioro y eventual incineración (Lehman, 2018).

Ámbitos y Sectores estratégicas de Economía Circular

La adopción de una economía circular brinda posibilidades infinitas en la generación de ventajas en el sector económico, social y ambiental, mismos que justifican la adopción prioritaria de criterios de gestión basados en los principios y fundamentos de la EC. Entre dichos sectores se encuentran: Residuos, Energía, Hídricos, Industria y Medio Ambiente (Mata Salas, 2019).

A. Residuos: En la actualidad la generación de residuos se encuentra estrechamente relacionado con el nivel de ingresos de la población. El uso eficiente de los mismos y la adopción de políticas públicas responsables puede llegar a mermar el flujo de residuos asociado al nivel de vida. No existe duda de que la recuperación de estos cuenta con un amplio margen de mejora debido que hasta ahora solo el 25% se logra recuperar o recicla (Espaliat Canu, 2017). La generación de estos tiene repercusiones en la sociedad, en las personas y el medio ambiente cuando su gestión es incorrecta, cualquier deficiencia en el transporte, procesamiento y manipulación de estos, puede generar situaciones peligrosas donde se debe controlar con procedimientos de seguridad y control de riesgos, debido a que algunos componentes de productos llegan a contener sustancias peligrosas perjudiciales a la salud o el ambiente (Espaliat Canu, 2017).

Una de las corrientes más importantes en la generación de residuos es la de aparatos eléctricos y electrónicos conocidos como e-waste, que experimenta un crecimiento sin precedentes en países industrializados, así como en economías emergentes. Una EC brindaría acciones para reciclar casi todos los residuos electrónicos de los cuales se puede obtener componentes o sustancias valiosas para su remanufactura o reúso. De esta manera la tasa de reciclaje para el año 2050 se triplicará y la cantidad de residuos en vertederos se reducirá en un 85% (Espaliat Canu, 2017).

Por medio de la reincorporación a los ciclos de producción de materiales residuales o la generación de energía a partir de materia prima residual, se puede crear un importante nivel de valor añadido favoreciendo en la reducción de costes de producción, materias

primas y energía. No obstante, para la adopción de esto se debe adoptar los métodos de valoración de residuos adecuados y optimizar las técnicas y procedimientos para la producción sostenible aplicando el principio de que "el residuo ideal es el que no se genera" (Espaliat Canu, 2017). En resumen, se debe replantear los esquemas de producción y modelos de negocio dentro de una empresa como en el ámbito colaborativo entre organizaciones instituciones y el gobierno orientando su filosofía hacia una economía sostenible, todo esto aplicando de manera inteligente los principios de sostenibilidad enfocados a estrategias de prevención, innovación y avances tecnológicos (Espaliat Canu, 2017).

B. Energía: La energía es uno de los factores primordiales para alcanzar la transición hacia un modelo de producción y consumo sostenible (Rodríguez-Jiménez, 2008). El mayor consumo energético mundial se origina en los países más avanzados e industrializados del mundo, esto muestra que es un desafío muy grande el lograr la optimización del uso de energía y debido a esto se debe considerar dentro de los principios de una EC y a su vez contemplarse desde dos diferentes puntos de vista (Espaliat Canu, 2017).

1. En los países industrializados la optimización del uso de energía y la generación mediante métodos renovables, se debe instaurar como una estrategia de cumplimiento obligatorio (Espaliat Canu, 2017).
2. En los países emergentes por su proceso de desarrollo el consumo energético aumenta, para no caer en los errores de uso irresponsable de recursos se debe adoptar cada una de las estrategias preventivas para evitar repetir los errores que dieron lugar a situaciones críticas en las economías avanzadas sobre el uso de energía (Espaliat Canu, 2017).

   El aumento de la generación y uso de energía por medio de fuentes renovables reducen los peligros que posee el incremento y la volatilidad de los precios de combustibles fósiles, además, que es una oportunidad debido a que sus reservas se están agotando y son los causantes principales del cambio climático. La quema de combustibles fósiles para la generación de energía son los causantes de la emisión de casi dos tercios de emisiones de gases efecto invernadero (Espaliat Canu, 2017).

C. Hídricos: El planeta Tierra está conformado por un 30% de masa terrestre y un 70% de agua, de este, un 97% es agua salada y solamente el 3% constituye agua dulce. A su vez el 69% de agua dulce se encuentra en estado sólido (hielo) en glaciares y cascos polares, el 30% es agua subterránea y solo un 1% es agua disponible a nivel superficial y

se la considera como recurso (Espaliat Canu, 2017).

Se prevé que la demanda de agua a nivel mundial se aumentará casi un 55% para el año 2050, principalmente por acción de la creciente producción de bienes o alimentos, generación de energía térmica y el consumo doméstico, sin embargo, se estima que para las próximas décadas más de un 40% de la población en el mundo viva en zonas con escases de agua (UNESCO, 2014). El uso de agua en actividades agrícolas aumenta en razón de que crece la población mundial y la demanda de alimentos, desde otro ángulo, la agricultura de tipo extensivo es responsable de la contaminación del agua por el mal uso de fertilizantes y pesticidas, añadido a esto, se integran las técnicas de regadío que no toman en cuenta el uso responsable del líquido vital, aumentando de esta manera el consumo indiscriminado más allá de las necesidades reales (Espaliat Canu, 2017). En la industria el uso del agua se hace en diversas actividades: limpieza, calentar o enfriar, generar vapor, transportar partículas o sustancias disueltas, materia prima o disolventes. Sin embargo, el agua que no pertenece al producto, subproducto, o residuo sólido generado en proceso se identifica como agua residual y esta requiere procesos de depuración, constituyendo cantidades mayores a las que realmente agregan valor a los procesos de producción (Rodríguez-Jiménez, 2008).

Las depuradoras se consideran una parte fundamental dentro de la cadena de incorporación del ciclo del agua a una EC, debido a que controlan y no permiten el ingreso de contaminantes al ecosistema por medio del agua, y que esta sea reinsertada al medio ambiente en condiciones ecológicamente aceptables para destinarla a usos agrícolas o regresarla a los procesos productivos (Espaliat Canu, 2017). Por lo antes expuesto es evidente la necesidad de fomentar iniciativas para la gestión de los recursos hídricos en toda actividad en base a los principios de la sostenibilidad integrándolos dentro del esquema de una EC. En la industria estas alternativas resultan viables con la sola aplicación de técnicas y procedimientos de depuración y reutilización, pero también resulta necesario rediseñar los procesos productivos donde el consumo de agua se disminuya, se estimule el ecodiseño de productos para así lograr un consumo equilibrado de agua por medio de la prevención e innovación y de esta manera lograr avances significativos en beneficio de la sostenibilidad (Espaliat Canu, 2017).

D. Industria: El sector manufacturero en términos de uso de recursos es responsable de aproximadamente el 35% del consumo de energía eléctrica a nivel mundial, genera más del 20% de las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) y más de una cuarta parte de la extracción de recursos, además, el porcentaje de demanda de

agua mundial a partir de esta sobrepasa el 20%, valor que se estima que hasta antes de 2030 supere el 30% (Espaliat Canu, 2017).

A medida que la industria va creciendo en las economías en desarrollo de la misma manera se incrementan los riesgos asociados al uso de sustancias contaminantes en los procesos productivos, entre más destacadas están los tintes y el curtido de pieles, procesos asociados la elaboración de papel y procesos de fabricación a temperaturas elevadas donde es un problema la formación de subproductos, emisión de metales y gases contaminantes a la atmósfera, se estima que la industria es la responsable de casi el 17% de los daños a la salud por medio de la contaminación del aire, estos valores según organizaciones internacionales suponen entre el 1% al 5% del PIB mundial, valores que sobrepasan a las inversiones impuestas para la transición hacia una EC (CampusUPCplus, s.f.).

La aplicación de los principios y criterios de una EC en el sector de la industria admite el rediseño de los sistemas productivos para extender la vida útil de los productos, la refabricación y el reciclaje de partes, componentes y materiales que es la base de la producción en ciclo cerrado. Añadido a esto se debe incursionar en la adopción de nuevos modelos de negocio, aprovechar las ventajas de los avances tecnológicos, y la puesta en marcha de estrategias basadas en el ecodiseño y la eco-innovación (Espaliat Canu, 2017).

E. Medio Ambiente: Los beneficios de la adopción de una EC pueden surgir en distintos sectores productivos pero directa o indirectamente genera beneficios económicos a empresas, población y principalmente al medio ambiente si se toma en cuenta que, por medio de esta, se puede gestionar el uso indiscriminado de los recursos y el uso de energía renovable en beneficio de la sostenibilidad, a su vez que minimiza las influencias negativas como las emisiones de GEI con la puesta en marcha de acciones como el reciclaje, la reutilización, optimización de recursos hídricos (Mata Salas, 2019). Sin duda alguna, frenar los efectos del cambio climático impacta de modo positivo en la preservación de la integridad y belleza de los parajes naturales, lugares de esparcimiento, protección de la biodiversidad, y en la estabilización de los ciclos ecológicos, todo lo cual induce relaciones estables y equilibradas entre el hombre y su entorno. Además, los efectos positivos de promover un medio ambiente sano, confortable y acogedor, son los que permiten garantizar el éxito y la prosperidad de países y regiones para los cuales el turismo constituye una fuente relevante de ingresos económicos, y, por lo tanto, de progreso (Espaliat Canu, 2017).

Panorama de la Economía Circular en Latinoamérica

Cada día es más claro que los patrones actuales de consumo y de producción han dejado de ser sostenibles, prueba de ello es el calentamiento global, el crecimiento de la población y las crecientes desigualdades que amenazan al planeta, la economía y la sociedad. Ante este panorama, la economía circular nos ofrece un futuro inclusivo e inteligente en cuanto a la utilización y restauración de recursos, pues mantiene los productos, los componentes y los materiales en su mayor utilidad y valor, reduciendo los desperdicios y desechos. Sin contar que los beneficios que ofrece también se reflejan en la generación de empleo, el mejoramiento de condiciones laborales, la formalización del reciclaje, el impulso de la innovación y la productividad, la reducción de costos operativos y la creación de ingresos adicionales (Moncayo, 2020).

Según Casma (2015), Latinoamérica es la región donde abunda gran cantidad de recursos naturales a comparación de las demás regiones del planeta, cuenta con casi un tercio de reservas de agua dulce de todo el mundo, conforma la quinta parte de bosques naturales, posee casi el 12% de los suelos idóneos para cultivos a nivel global, posee gran cantidad de diversidad biológica y ecosistemas de gran categoría, como el Amazonas, además cuenta con una de las mayores reservas en el mundo de recursos mineros e hidrocarburíferos; en la región se concentran por lo menos el 49% de las reservas de plata en países como Perú, México, Chile y Bolivia; 33% de las reservas de estaño en Perú, Brasil y Bolivia; 44% de las reservas mundiales de cobre en Chile, Perú y México; y el 22% de las reservas de Hierro en Brasil, Venezuela y México. También se considera la segunda zona del mundo con mayor número de reservas de petróleo con un porcentaje mayor al 20% del total mundial (CEPAL, 2014). Por esto, los recursos naturales incluso los envíos del sector agroindustrial, mineros e hidrocarburos representan más del 70% de las exportaciones totales a países de Norteamérica, Europa y Asia, sin embrago, la región ha tenido problemas para utilizar dicha riqueza natural como un factor de desarrollo económico a largo plazo (CEPAL, 2014).

En la región se genera aproximadamente 160 millones de toneladas de desperdicios anuales, los nuevos patrones de consumo y el crecimiento de la población hace que la generación de residuos aumente, además con este último se debería aumentar la producción de alimentos en un 50%, generar un 40% más de energía y el consumo de agua se aumentará en un 30% hasta el año 2030 (Peinado, 2017). De lo antes mencionado en la región resulta urgente una transición a un modelo económico más sostenible desde el punto de vista ambiental, social y económico. En la Edición N° 19 de la revista Coyuntura Laboral en América latina y el Caribe presentan a la sostenibilidad ambiental, la descarbonización de sector energético y la

EC como grandes oportunidades para la generación de empleo (CEPAL y OIT, 2018). Sin embargo, durante el siglo XX, la región no pudo traducir su riqueza en un desarrollo económico a largo plazo, debido principalmente a la falta de políticas integrales de manejo de recursos y de desechos, además de contar con una actividad emprendedora e innovadora inmadura durante ese período de tiempo (Ostojic, 2016).

América Latina tiene un potencial único en términos de uso eficiente de sus recursos y la creación de nuevas políticas de manejo de residuos que pueden generar interesantes oportunidades para la nueva cultura emprendedora e innovadora que se ha desarrollado en la región durante la última década. Bajo el actual escenario económico, social y ambiental, avanzar hacia una economía circular puede convertirse en una estrategia de política industrial clave para una recuperación económica en América Latina, logrando triple beneficios en la generación de empleos de calidad, creación de nuevas empresas y combate contra el cambio climático (Ostojic, 2016).

Por consiguiente, América Latina y el Caribe deben concebir la economía circular como una oportunidad de negocio que necesita adaptarse y sufrir un cambio transformador con la mira puesta en alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible y adaptarse a un mundo con recursos limitados. Para activar su valor en nuestra región es indispensable una fuerte colaboración entre distintos actores en la cadena de valor, tanto del sector público como del privado, los cuales cuentan con un gran potencial por su capacidad innovadora (Moncayo, 2020).

Prácticamente cualquier sector o empresa tiene oportunidades comerciales circulares que disminuyen la presión sobre la capacidad restauradora de nuestro planeta. ADELCA en Ecuador, financiada por el BID, es una empresa siderúrgica que aumentó la vida útil de la chatarra al usarla como materia prima y, por lo tanto, redujo las importaciones de acero del país. En particular, ADELCA no solo amplió su capacidad circular de acero, sino que lo hizo de manera inclusiva, integrando y desarrollando las capacidades de los recicladores en su cadena de valor (Peláez, Del Granado , Lambrecht , y Navas 2019).

Capítulo III

3. Metodología de la investigación

3.1. Localización

Ecuador, oficialmente República del Ecuador, es un país soberano ubicado en la región noroccidental de América del Sur. En la actualidad, la superficie total del Ecuador es de 256,369.5 km^2, conformado por las cuatro regiones que lo constituyen: Costa, Sierra, Amazonía y la Región Insular, compuesto por 24 provincias. Limita al norte con Colombia, al sur y al este con Perú y al oeste con el océano Pacífico, el cual lo separa de las islas Galápagos por 1000 kilómetros entre la península de Santa Elena y la isla San Cristóbal. Es el décimo país más poblado de América, con algo más de diecisiete millones de habitantes, el más densamente poblado de América del Sur y el quinto más densamente poblado en toda América (Bastidas y Medina, 2010; INEC, 2020).

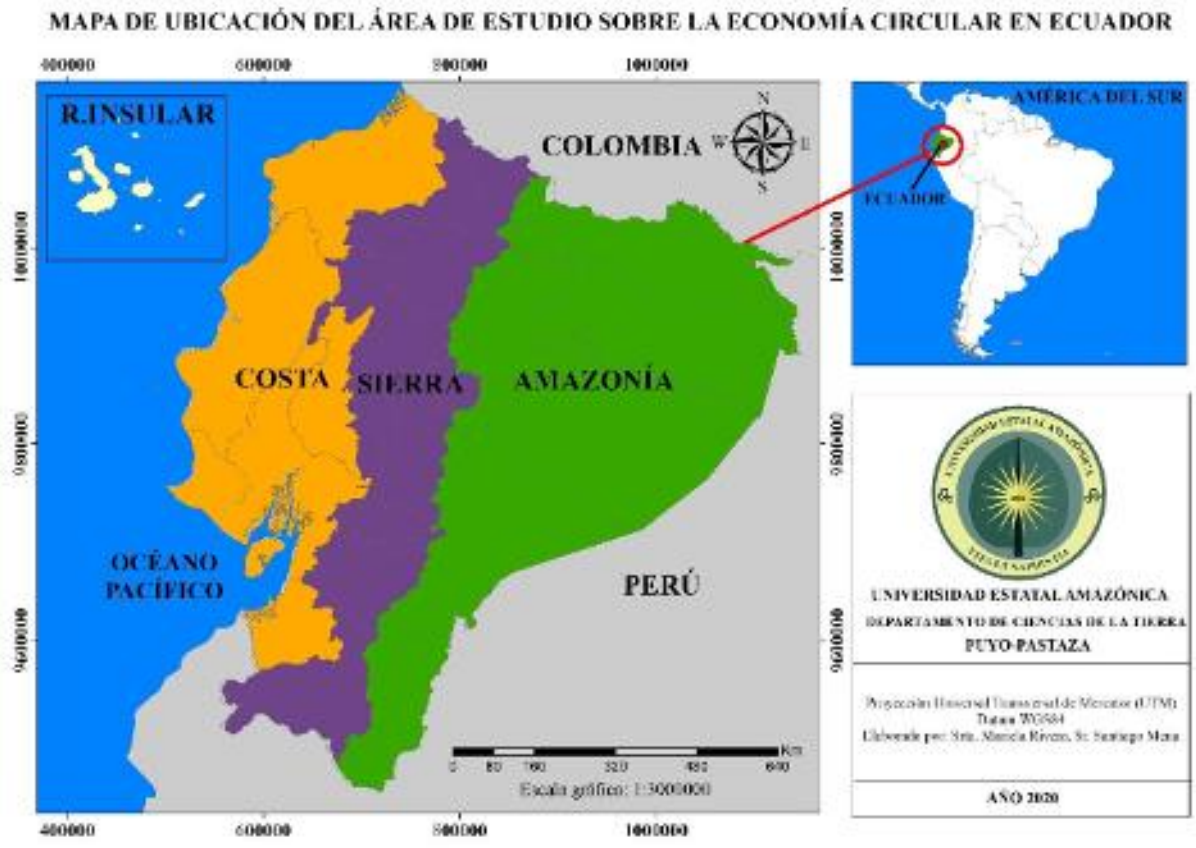


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio sobre la economía circular en Ecuador. Fuente: Elaboración propia.

3.2. Tipo de investigación

El presente proyecto es una investigación de tipo Exploratoria (Documental), basada en la recopilación de información ya existente dentro de la literatura. Se realizó un análisis de la

economía circular como alternativa sostenible en el sector de los residuos sólidos en Ecuador. Se revisaron las estadísticas del sector, regularizaciones y políticas nacionales de los Residuos Sólidos. Además, el estudio, contribuye a la discusión académica sobre el concepto la incorporación de la economía circular en la producción y en el consumo en Ecuador, mostrando la necesidad de superar diferentes barreras y desafíos para tornarla factible según el criterio de sustentabilidad ambiental.

3.3. Métodos de investigación

En este estudio se utilizó un enfoque cualitativo, exploratorio y descriptivo, basado en la revisión de una muestra que considerará la información de AME-INEC del Registro de Gestión Integral de Residuos Sólidos, de los años 2014, 2015, 2016, 2017, 2018. Además de normas pertinentes sobre la gestión de residuos sólidos en Ecuador, y los principios de la economía circular aplicados en el sector residuos sólidos en otros países, de manera tal que se pudo conocer acerca de la aplicación de estos, y establecer las potencialidades para Ecuador. Para ello se siguieron los siguientes procedimientos, por cada etapa del proyecto:
Recopilación de información sobre la evolución de la Gestión de Residuos Sólidos a nivel nacional: En esta primera parte del estudio, se realizó un análisis de la evolución de la GIRS en Ecuador, en los últimos años, según las estadísticas disponibles en Instituto Nacional de estadísticas y Cifras (INEC), Ministerio del Ambiente (MAE), Asociación de Municipalidades del Ecuador (AME), y documentos publicados. Para ello se intentó agrupar indicadores de la gestión de los residuos sólidos como: Indicadores de las cantidades de residuos sólidos urbanos (RSU) generados, composición de estos, Evolución del grado de cobertura con servicios de recolección, cantidades de residuos de hogares recolectados selectivamente, residuos reciclados y depositados en rellenos sanitarios.

Según (AME-INEC, 2014) los principales indicadores que compilan los GAD's a nivel nacional, relacionados con la GIRS y que pueden tener relación con los criterios que trata la economía circular son:

Tabla 1.
Descripción de los principales indicadores de la gestión de Residuos Sólidos en Ecuador, considerados en este estudio.

Indicador	Descripción	Unidad de medida
Proporción de GAD´s Municipales que han iniciado o mantienen procesos de separación en la fuente.	- Nacional - Regional: Costa, Sierra, Amazonía y R. Insular.	%
Residuos sólidos recolectados al día	- Nacional - Regional: Costa, Sierra, Amazonía y R. Insular.	ton/día
Disposición final de los residuos	- Botadero	%

sólidos	- Celda emergente - Relleno Sanitario	
Subsidio de la Gestión Integral de Residuos Sólidos	- Nacional - Regional: Costa, Sierra, Amazonía y R. Insular.	USD/mes
Proporción de residuos sólidos recuperados.	- Orgánicos - Inorgánicos	ton/mes, %
Producción per cápita de desechos sólidos (Urbano).	- Nacional/Regional	kg/hab/día
Costo de Gestión mensual por tonelada de basura.	- Nacional/Regional	USD/ton

Fuente: Adaptado de (AME-INEC, 2014).

Además (AME-INEC, 2014) obtiene información de tabulados, que incluye la clasificación de los residuos y como están compuestos los mismos en las siguientes fracciones.

Tabla 2.
Composición de los Residuos Sólidos Producidos por el Tipo de Residuo en las áreas Urbanas a nivel nacional.

Fracción	Unidad de medida
Orgánico	%
Cartón	%
Papel	%
Plástico rígido	%
Plástico Suave	%
Vidrio	%
Madera	%
Metal	%
Chatarra	%
Caucho	%
Textil	%
Lámparas/Focos comunes) Focos ahorradores	%
Pilas	%
Pañales desechables, Papel higiénico, Toallas sanitarias.	%
Otras	%

Fuente: Adaptado de (AME-INEC, 2014).

Revisión de los principios de la economía circular y su aplicación en el sector de residuos sólidos: En este punto del trabajo se realizó una búsqueda bibliográfica de estudios realizados en otros países y regiones. La revisión de la literatura considero los conceptos de la EC, su aplicación actual en el sector, los instrumentos y enfoques de política, el rol de las cadenas de valor, flujos de materiales y productos, así como aspectos de innovación tecnológica, organizacional y social. Esta sección del proyecto se llevó a cabo mediante búsquedas en las bases de datos de revistas de ScienceDirect, Springer, Wiley y Taylor&Francis, y se definieron palabras claves como: economía circular, residuos sólidos municipales, países en vías de desarrollo, y otros más específicos hasta obtener un número de documentos relevantes, priorizando los documentos publicados de la región; los estudios revisados fueron de los últimos cinco años del 2015 al 2020.

Desafíos y oportunidades para la gestión de residuos sólidos en Ecuador en el contexto de la economía circular: A partir de los mismos indicadores nacionales de los residuos sólidos, se identificaron las fortalezas y debilidades de la gestión de residuos sólidos en Ecuador, y mediante los conceptos y principios de EC recopilados de la literatura, se intentó mostrar los aspectos considerados como los más importantes en la implementación del concepto y prácticas de la economía circular en el contexto ecuatoriano del sector RSU. En este caso, se propusieron oportunidades para la gestión de residuos sólidos en Ecuador en el contexto de la economía circular. En esta parte se discutió sobre el potencial de algunas políticas para mejorar las alternativas de gestión de residuos, los aspectos de cero residuos en vertederos y las posibilidades de implementar este concepto en el contexto ecuatoriano. Se propusieron criterios de actividades de campañas de reciclaje de desechos y otros esfuerzos que permitan involucrar a la población en el proceso de recolección selectiva o diferenciada. Varios aspectos como: la política de residuos y potencial de mejora, el análisis de futuras propuestas legislativas sobre residuos, economía verde, estrategia de bioeconomía, políticas hacia cero residuos al relleno sanitario, percepción pública, conciencia y participación, campañas de reciclaje de residuos, pudieron documentarse a través de la literatura científica publicada y en concordancia con las informaciones nacionales recopilada.

Capítulo IV

4. Análisis de resultados

4.1. Información recopilada sobre la evolución de la Gestión de Residuos Sólidos a nivel nacional periodo 2014-2018.

La gestión de residuos sólidos hace referencia a cada uno de los procesos que forman parte del ciclo de vida de los residuos, partiendo desde su generación hasta su aprovechamiento o disposición final. En el año 2002 se realizó un estudio sobre "Análisis Sectorial de Residuos Sólidos del Ecuador", con el objetivo de apoyar el desarrollo de la gestión de los desechos sólidos desde un enfoque sistemático, multidisciplinario e intersectorial (MAE, 2014b). Sin embargo, no se estableció una línea base con indicadores que permitan medir la eficiencia de la aplicación del estudio o de diferentes estrategias auspiciadas por el Gobierno de Ecuador (Chacón *et al.,* 2018).

Desde el año 2002 hasta el 2010 la situación a nivel nacional no había variado significativamente, de un total de 221 municipios 160 disponían sus desechos en botaderos a cielo abierto, perjudicando y contaminando los recursos suelo, agua y aire; con la consiguiente afectación a la salud de la población y en especial de los grupos de minadores que trabajaban en condiciones inadecuadas. Los restantes 61 municipios, presentaban un manejo de sus desechos con insuficientes criterios técnicos, en sitios de disposición final parcialmente controlados (MAE, 2014b). Debido a esta problemática es que a partir del año 2011, la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME) levanta cada año información a través del Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM), en los 221 Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, con el objetivo, entre otros, de establecer acciones y prioridades de intervención en el buen desarrollo de las sociedades y ecosistemas determinando el nivel de compromiso para con el ambiente (CNC, 2019).

Hasta el año 2013 el INEC mantenía registros administrativos anuales sobre información ambiental a través del Censo de Información Ambiental Económica en los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, en el año 2014 establece un acuerdo de cooperación interinstitucional con AME, a través de un convenio marco para difundir y publicar información relacionada a la gestión integral de residuos sólidos utilizando tanto registros administrativos de la AME como registros estadísticos del INEC fusionados en uno solo a través de la herramienta SNIM (Chacón *et al.,* 2018). Es así que los datos que se presentan a continuación son una recopilación tanto de INEC como de AME, permitiéndonos conocer de este modo la evolución de la Gestión de Residuos Sólidos a nivel nacional en el periodo 2014 - 2018. La

Tabla 3 muestra los resultados de la Producción Per-Cápita de las zonas urbanas del estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC y la Asociación de Municipios Ecuatorianos (AME) desde el año 2014 hasta el 2018.

Tabla 3.
Resultados de los últimos cinco años de Producción per cápita de desechos sólidos (urbano), según regiones naturales y provincias

Producción Per Cápita en la Zona Urbana (kg/hab/día)					
Región/ Nacional	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Región Sierra	0.559	0.563	0.556	0.736	0.741
Región Costa	0.585	0.587	0.613	0.959	0.957
Región Amazónica	0.540	0.573	0.571	0.714	0.620
Región Insular	0.723	0.723	0.730	0.729	0.742
Nacional	**0.568**	**0.576**	**0.583**	**0.861**	**0.859**

Fuente: Adaptado de (AME-INEC, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

Como se puede observar el mayor valor de Producción Per-Cápita (PPC) a nivel nacional, correspondió al año 2017 con 0.861 kg/hab/día. En este mismo año la región Costa presentó un valor de 0.959 kg/hab/día, siendo la región con mayor producción de residuos a nivel regional. En los tres primeros años (2014, 2015, 2016) se evidenció que la PPC a nivel nacional presentó valores similares sin incrementos significativos, sin embargo, entre los años 2016 y 2017 se notó un aumento significativo, posteriormente en los años 2017 y 2018, no existió una diferencia apreciable en la generación per capital nacional. Como se muestra en la Tabla 3, Ecuador en el 2018 presentó una PPC de 0.859 kg/hab/día, mientras que en Colombia y Perú para el 2020 se espera que presenten una PPC de 0.692 y 0.75 kg/hab/día respectivamente (BID, 2015). Lo cual resulta un poco abrumante dado que Ecuador ha superó en el 2018 los valores de PPC que se esperaba para Colombia y Perú en el 2020.

Al analizar la PPC a nivel regional, se observó que en la región insular no existen cambios significativos de PPC pues sus valores van de 0.723 kg/hab/día a 0.742 kg/hab/día entre el año 2014 y 2018. Las regiones costa y sierra experimentaron un incremento de PPC en los años 2017 y 2018, y es en estos mismos años en los que las provincias de Guayas, El Oro, Los Ríos y Pichincha obtuvieron los valores más elevados de PPC, la provincia del Guayas es la que a nivel nacional contó con el mayor valor de PPC en los años 2017 y 2018 mostrando valores de 1.113 kg/hab/día y 1.104 kg/hab/día respectivamente (Anexo I). En la región Amazónica la PPC tuvo un incremento en el año 2017 con un valor de 0.714 kg/hab/día y en el mismo año la provincia de Pastaza tuvo la PPC más grande de toda esta región con 0.918 kg/hab/día (Anexo I).

En el siguiente apartado (Tabla 4) se reflejan los resultados en porcentaje de GADs municipales que iniciaron o mantienen los procesos de separación en la Fuente de manera nacional y

regional, realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) y la Asociación de Municipios Ecuatorianos (AME) desde el año 2014 hasta el 2018.

Tabla 4.
Indicador de la proporción de GADs municipales que han iniciado o mantienen procesos de separación en la fuente a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018).

Proporción de GADs municipales que han iniciado o mantienen procesos de separación en la fuente (%)					
Región / Nacional	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Región Sierra	47.31%	49.46%	52.7%	49.5%	48.9%
Región Costa	10.84%	11.90%	9.5%	8.3%	3.6%
Región Amazónica	60.98%	58.54%	53.7%	62.5%	48.7%
Región Insular	100%	100%	100%	100%	100%
Nacional	36.82%	37.56%	37.1%	36.5%	31.8%

Fuente: Adaptado de: (AME-INEC, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

La separación en la fuente a nivel nacional se encuentra por debajo del 50% siendo el año 2015 en el que mayor acogida tuvo, está con un valor de 37.56% y el último año reportado (2018), alcanzó el menor valor con solo un 31.8%. La región Insular es la única que experimenta el 100% de separación en la fuente a nivel nacional, a diferencia la región costa que reflejó un menor porcentaje de separación en la fuente, de hecho, se mostró un decrecimiento en estos cinco años teniendo el porcentaje más bajo en el año 2018 con 3.6%. Las provincias de la región costa no contaron con información completa sobre la separación en la fuente debido a que no existen valores de ciertos años, esta podría ser la razón por la que la región presente el menor porcentaje de separación en la fuente. También se puede evidenciar que el 100% de GAD's Municipales de la provincia de Pichincha realizaron la separación en la fuente en el año 2018, por otra parte, en la región amazónica los GAD's Municipales de la provincia de Morona Santiago son los que mayor separación en la fuente experimentaron (Anexo II). En la Tabla 5 se muestran las cantidades de residuos sólidos recolectados al día (ton/día) a nivel nacional y por regiones, realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) y la Asociación de Municipios Ecuatorianos (AME) desde el año 2014 hasta el 2018.

Tabla 5.
Indicador cantidades de residuos sólidos recolectados al día (ton/día) a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018)

Residuos sólidos recolectados al día (ton/día)					
Región / Nacional	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Región sierra	4,544.807	4,545.65	4,467.5	4,655.2	4,958.4
Región costa	6,229.923	7,809.31	7,960.0	7,233.7	7,350.6
Región amazónica	404.309	450.25	440.9	424.3	398.1
Región insular	24.2	24.20	29.6	24.0	31.9
Nacional	**11,203.239**	**12,829.41**	**12,897.98**	**12,337.3**	**12,739.0**

Fuente: Adaptado de: (AME-INEC, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

En el año 2016 se puede apreciar que hubo un incremento de la cantidad de residuos sólidos recolectados al día a nivel nacional con un valor de 12,897.98 ton/día con relación al resto de años. El año en el que se recolectó la menor cantidad de residuos sólidos fue el 2014 dado que alcanzo un valor de 11,203.239 ton/día. En la Tabla 5, se observa que la región costa es la que recolecta la mayor cantidad de residuos sólidos al día, es así que en el año 2016 recolectó un valor de 7,960 ton/día, mientras que en la región insular la cantidad de recolección más alta es en el año 2018 con un valor de 31,90 ton/día, esto se debe a la diferencia de población existente en estas dos regiones, para el año 2015 la región Insular contaba con 29453 habitantes mientras que la región Costa contaba con 8'078,285 habitantes (INEC, 2020). En el Anexo III, se especifica la recolección de residuos sólidos por provincias. La Tabla 6, muestra la cantidad de residuos sólidos diferenciados recolectados al día (ton/día) a nivel nacional y por regiones, realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) y la Asociación de Municipios Ecuatorianos (AME) desde el año 2014 hasta el 2018.

Tabla 6.
Indicador cantidades de residuos sólidos diferenciados recolectados al día (ton/día) a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018)

Residuos sólidos diferenciados recolectados al día (ton/día)										
	2014		**2015**		**2016**		**2017**		**2018**	
Región / Nacional	Cantidad	% del total diario	Cantidad	% del total diario	Cantidad	% del total diario	Cantidad	% del total diario	Cantidad	% del total diario
Región sierra	778.832	17.1%	1,121.09	24.66%	878.6	19.7%	1606.7	34.5%	1654.4	33.4%
Región costa	238.103	3.8%	211.80	2.71%	229.5	2.9%	161.6	2.2%	149.5	2.0%
Región amazónica	98.009	24.2%	90.75	20.16%	125.0	28.3%	149.7	35.3%	112.2	28.2%
Región insular	20.15	83.3%	20.15	83.26%	23.0	77.5%	24.0	100.0%	31.9	100.0%
Nacional	**1.135.094**	**10.1%**	**1,443.79**	**11.25%**	**1256.0**	**9.7%**	**1942.0**	**15.7%**	**1948.0**	**15.3%**

Fuente: Adaptado de: (AME-INEC, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

Se observa que a nivel nacional la cantidad de residuos sólidos diferenciados recolectados al día aumentó de 1135.094 ton/día a 1948.0 ton/día entre el 2014 y 2018, representando el 10.1% y 15.3% (Tabla 6) del total de residuos recolectados en esos años que fue de 11,203.239 ton/día y 12,739 ton/día respectivamente (Tabla 5). La región insular es la que presentó el mayor porcentaje de recolección diferenciada en los datos de los cinco años analizados, con un 83.3%, 83.26%, 77.5% y llegando a un 100% en los dos últimos años (2017-2018). A diferencia de la región costa que tuvo el menor porcentaje de residuos sólidos diferenciados recolectados en todos los años, tal es el caso que en el año 2014 presentó la mayor cantidad de residuos

diferenciados recolectados, alcanzando un total de 238.103 ton/día, que representó el 3.8% del total de residuos recolectados al día en el mismo año que fue de 6,229.923 ton/día (Tabla 5).

Tabla 7.
Indicador cantidades y proporciones de residuos orgánicos aprovechados/tratados de residuos sólidos recolectados (ton/mes) a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018)

Cantidades y proporciones de residuos orgánicos recuperados/tratados de residuos sólidos recolectados (ton/mes)										
	2014		**2015**		**2016**		**2017**		**2018**	
Región / Nacional	**Cantidad Ton/mes**	**% del total recolectado**	**Cantidad Ton/mes**	**% del total recolectado**	**Cantidad Ton/mes**	**% del total recolectado**	**Cantidad Ton/mes**	**% del total recolectado**	**Cantidad Ton/mes**	**% del total recolectado**
Región Sierra	1737.66	1.28%	2132.09	1.56%	1891.03	1.41%	1937.74	1.39%	2331.51	1.57 %
Región Costa	876.40	0.81%	823.69	0.35%	57.98	0.02%	170.74	0.08%	170.18	0.08 %
Región Amazónica	449.88	3.71%	505.62	3.74%	234.00	1.77%	239.29	1.88%	228.68	1.92 %
Región Insular	74.85	10.31%	98.20	13.53%	81.54	9.17%	20.30	2.82%	82.23	8.58 %
Nacional	**3138.79**	**1.22%**	**3559.59**	**0.92%**	**2264.54**	**0.59%**	**2368.06**	**0.64%**	**2812.59**	**0.74 %**

Fuente: Adaptado de: (AME-INEC, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

La Tabla 7, muestra la cantidades y proporciones de residuos orgánicos aprovechados/tratados de residuos sólidos recolectados (ton/mes). Como se puede ver en las cantidades que reporta él AME-INEC los procesos de aprovechamiento/tratamiento solo ocuparon una mínima fracción del total de residuos generados alcanzando menos del 3% de residuos recuperados a nivel nacional a lo largo de los cinco años analizados, para el año 2018 que se aprovecharon únicamente 2812.59 toneladas de RSU orgánicos por mes, que equivale al 0.74% del total de residuos que se generaron. En la región Insular en el año 2018 se trataron el 8.58% de residuos orgánicos generados cada mes, mientras que el 00.8% se trató en la región costa, siendo la primera la que realizó un mayor aprovechamiento de los residuos generados entre los años 2014 y 2018.

Tabla 8.
Indicador cantidades y proporciones de residuos inorgánicos recuperados/tratados de los residuos sólidos recolectados (ton/mes) a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018)

Residuos inorgánicos recuperados/tratados de los residuos sólidos recolectados (ton/mes)

Región / Nacional	**2014**		**2015**		**2016**		**2017**		**2018**	
	Cantidad Ton/mes	% del total recolectado	Cantidad Ton/mes	% del total recolectado	Cantidad Ton/mes	% del total recolectado	Cantidad Ton/mes	% del total recolectado	Cantidad Ton/mes	% del total recolectado
Región Sierra	954.11	0.70%	2753.76	2.02%	1724.38	1.29%	1740.92	1.25%	383.76	0.26%
Región Costa	132.50	0.12%	66.40	0.03%	455.22	0.19%	439.52	0.20%	24.26	0.01%
Región Amazónica	63.21	0.52%	80.57	0.60%	128.54	0.97%	115.79	0.91%	142.64	1.19%
Región Insular	90.65	12.49%	75.72	10.43%	149.35	16.80%	22.37	3.11%	37.94	3.96%
Nacional	**1240.46**	**0.48%**	**2976.44**	**0.77%**	**2457.50**	**0.64%**	**2318.60**	**0.63%**	**588.59**	**0.15%**

Fuente: Adaptado de: (AME-INEC, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018)

El MAE, a través del PNGIDS, firmó un Convenio de Cooperación Técnica con las empresas: Enkador, Novacero, Repapers y Cridesa, en el marco de la promoción del aprovechamiento eficiente de los residuos inorgánicos, que busca mejorar y optimizar la gestión de los residuos inorgánicos aprovechables que actualmente se manejan de forma individual. Logrando así establecer planes y proyectos de recuperación de residuos inorgánicos aprovechables, teniendo como base la inclusión social y económica a nivel nacional, potenciando la cantidad de residuos a recuperarse. La ejecución de este acuerdo ha vinculado a 221 Gobiernos Autónomos Descentralizados a nivel nacional y al sector productivo nacional (MAE, 2014b). Por otra parte, considerando que alrededor del 24% de los GADM desarrollan procesos de aprovechamiento de residuos inorgánicos y que 1 millón de toneladas de residuos sólidos (25% del total generado) corresponden a residuos potencialmente reciclables, como chatarra, papel, cartón, plástico y vidrio (IRR, 2015), se observó que las proporciones de recuperación de residuos inorgánicos es mínima dado que no supera el 1% según datos de INEC-AME entre los años 2014 y 2018. En el año 2018 se generaron 382170 ton/mes de las cuales se recuperaron 588,59 ton/mes de residuos inorgánicos que representaron el 0.15% del total de ellos (Tabla 8).

La región insular tuvo una mayor recuperación de los residuos a lo largo de los cinco años analizados, pero aun así presentó un decrecimiento, pues según datos de AME-INEC para el año 2014 se recuperaron 90.65 ton/mes mientras que para el 2018 tan solo 37.94 ton/mes de residuos inorgánicos lo que representó el 3.96% del total de residuos generados para este último. Por otra parte, el MAE través del PNGIDS ejecutó a la segunda fase de campaña Galápagos

limpio en la cual se retiraron 66 toneladas de residuos sólidos inorgánicos aprovechables de las islas Galápagos, que fueron llevados a la zona continental, para incluirlos en nuevos procesos productivos y contribuir de este modo a la recuperación de residuos sólidos inorgánicos de la región. Para la tercera fase fue enfocada a los celulares en desuso, con la finalidad de generar conciencia sobre la importancia de reciclar, reducir, reusar y rechazar (MAE, 2014a). En la Tabla 9, se muestra el costo de la Gestión Integral de Residuos a nivel nacional y por regiones, realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) y la Asociación de Municipios Ecuatorianos (AME) desde el año 2014 hasta el 2018.

Tabla 9.
Indicador sobre el costo de la Gestión Integral de Residuos Sólidos (USD/ton) a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018)

Costo de la Gestión Integral de Residuos Sólidos (USD/ton)					
Región / Nacional	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Región Sierra	143.41	68.72	72.70	92.08	86.94
Región Costa	60.37	39.11	42.01	42.60	50.35
Región Amazónica	117.90	114.56	100.39	92.59	108.57
Región Insular	244.53	244.53	233.58	199.64	166.06
Nacional	**96.48**	**52.50**	**55.03**	**63.35**	**65.83**

Fuente: Adaptado de: (AME-INEC, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018)

Según la Tabla 9, en el año 2014 hubo un mayor costo en la Gestión Integral de Residuos Sólidos a nivel nacional pagándose un valor de 96.48 USD/ton en comparación con Perú y Colombia que mostraron valores como 15,02 USD/ton y 34,12 USD/ton respectivamente en el año 2010 (Tello Espinoza, Martínez Arce, Daza, Soulier Faure, y Terraza, 2010). Del mismo modo es el año en el que mayor cantidad de dinero se pagó por la gestión integral de residuos sólidos en las 4 regiones del Ecuador. Las regiones en las que se generó mayor costo en la gestión integral de residuos sólidos entre los años 2014 y 2018 fueron la Región Amazónica y la Región Insular, llegando a alcanzar valores de 92.59 USD/ton hasta 117.90 USD/ton y 166.06 USD/ton hasta 244.53 USD/ton respectivamente. En el Anexo V, se puede observar el costo en la Gestión Integral de Residuos Sólidos (USD/ton) por provincias. En la Tabla 10, se muestra el costo total por Gestión Integral de Residuos Sólidos recolectados a nivel nacional y por regiones, realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) y la Asociación de Municipios Ecuatorianos (AME) desde el año 2014 hasta el 2018.

Tabla 10.
Costo Total por Gestión Integral de Residuos Sólidos recolectados (USD/mes) a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018)

Costo Total por Gestión Integral de Residuos Sólidos recolectados (USD/mes)					
Región / Nacional	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Región Sierra	9763953.62	7,431,630.98	9,371,742.7	14369217.6	13541968.9
Región Costa	5736043.52	5,400,673.05	9,715,721.0	9986865.8	12494027.6
Región Amazónica	1294301.61	1,403,028.73	1,331,230.1	1181862.5	1374294.1
Región Insular	169310.99	169,310.99	204,149.3	113234.5	159085.1
Nacional	**16'963,609.74**	**14'404,643.75**	**20'622,843.2**	**25'651,180.4**	**27'569,375.7**

Fuente: Adaptado de: AME-INEC. 2014, 2015, 2016, 2017, 2018.

A nivel nacional el mayor costo reportado fue en el año 2018 que se llegó a pagar la cantidad de 27'569,375.70 USD/mes a diferencia del año 2015 que se pagó un total de 14'404,643.75 USD/mes, siendo el año que menor gasto representó a nivel nacional. Por otra parte, según la Tabla 10 la región Sierra en el año 2017 experimentó el mayor gasto en la Gestión Integral de Residuos Sólidos recolectados con un valor de 14'369,217.60 USD/mes, para la región Costa el año con mayor costo de GIRS recolectados fue en el año 2018 con un valor estimado de 12'494,027.60 USD/mes, mientras que en la región Amazónica el gasto más elevado fue en el año 2015 con un valor promedio de 1'403,028.73 USD/mes, y la región Insular presentó un gasto elevado en el año 2016 con un valor de 204,149.30 USD/mes. En el Anexo VI, se puede observar el Costo Total por Gestión Integral de Residuos Sólidos a nivel de provincias. En la Tabla 11, se puede evidenciar el Subsidio de la Gestión Integral de Residuos Sólidos recolectados a nivel nacional y por regiones, mostrando que en el año 2016 a nivel nacional hubo un valor del subsidio de 11'558,935.80 USD/mes que equivale al 56% del Costo Total siendo el gasto más alto entre los años 2014 al 2018. En la región Sierra el mayor costo del subsidio de la GIRS recolectados se dio en el año 2015 con un valor de 3'073,615.60 USD/mes equivalente al 41,36%. En la región Costa en el año 2017 se registró un costo de 7286989.7 USD/mes del subsidio de la GIRS recolectados que corresponde al 73% siendo el valor más alto entre los años 2014 y 2018. Mientras que en la región Amazónica en el año 2014 obtuvo un 85.84% del subsidio que equivale a 1'111,088.04 USD/mes y en la región Insular se registró un 51.51% del subsidio en los años 2014 y 2015, sin embargo, en el año 2018 registró un valor menor del 32% que corresponde a 50,882.6 USD/mes. En el Anexo VII, se puede observar el Subsidio de la Gestión Integral de Residuos Sólidos recolectados (USD/mes) a nivel provincial.

Tabla 11.

Subsidio de la Gestión Integral de Residuos Sólidos recolectados (USD/mes) a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018)

Subsidio de la Gestión Integral de Residuos Sólidos recolectados (USD/mes)

	2014		**2015**		**2016**		**2017**		**2018**	
Región/ Nacional	Valor Subsidiado USD/mes	% de Subsidiado	Valor Subsidiado USD/mes	% de Subsidiado	Valor Subsidiado USD/mes	% de Subsidiado	Valor Subsidiado USD/mes	% de Subsidiado	Valor Subsidiado USD/mes	% de Subsidiado
Región Sierra	3441395.76	35.25%	3,073,615.60	41.36%	3,530,175.4	37.7%	3019327.6	21.0%	4632122.0	34.2%
Región Costa	3601242.33	62.78%	3,007,638.10	55.69%	6,867,733.0	70.7%	7286989.7	73.0%	5755851.8	46.1%
Región Amazónica	1111088.04	85.84%	1,155,730.15	82.37%	1,072,689.7	80.6%	911495.3	77.1%	1079033.1	78.5%
Región Insular	87210.99	51.51%	87,210.99	51.51%	88,337.7	43.3%	40234.5	35.5%	50882.6	32.0%
Nacional	**8’240,937.12**	**48.58%**	**7,324,194.84**	**50.85%**	**11,558,935.8**	**56.0%**	**11’258,047.1**	**43.9%**	**11,517,889.6**	**41.8%**

Fuente: Adaptado de: (AME-INEC, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018)

Seguidamente en la Tabla 12, se muestra la disposición final de los residuos sólidos a nivel nacional y regional, tanto en botaderos, celdas emergentes y rellenos sanitarios. En el año 2014 el 49.5% de los residuos sólidos eran dispuestos en botaderos de basura, pero para el 2018 solo el 20.7% se dispusieron bajo este sistema, lo que significó una disminución del 28.8%. Por otra parte, del total de la basura generada en América Latina en el año 2010, el 54.4% se depositó en rellenos, el 25.3% en vertederos a cielo abierto, el 18.5% en vertederos controlados, el 2% restante se lo quemó a cielo abierto y 1.8%, de los residuos fueron desechados directamente a los cuerpos de agua o usados como alimentos para los animales (Rondón Toro, Szantó Narea, Pacheco, Contreras, y Gálvez, 2016). A diferencia de Ecuador que en el año 2018 el 44.7% de los residuos sólidos fueron dispuestos en rellenos sanitarios, el 20.7% en botaderos y un 34.6% en celdas emergentes.

Para el año 2014 las celdas emergentes cubrieron un 11.8% y los rellenos sanitarios un 38.6% de la disposición final de los residuos sólidos a nivel nacional, mientras que para el año 2018 fue de un 34.6% y 44.7% respectivamente, lo que significó un incremento del 22.8% para las celdas emergentes y un 6.1% para los rellenos sanitarios entre los años 2014 y 2018. En consecuencia, la construcción de celdas emergentes y rellenos sanitarios han ido reemplazando los botaderos de basura, estos cambios han estado ocasionados por la política del MAE, con el PNGIDS, debido a que este busca incrementar la tasa de cierre de botaderos e incorporar sistemas más adecuados para la disposición final a los residuos sólidos. Cuando hablamos de la disposición final que predomina en las regiones nos encontramos con que, la región Costa es la que mayor uso les da a los botaderos de basura a la hora de disponer sus residuos sólidos, aunque este sistema de disposición final ha tenido un decrecimiento de un 68.7% a un 38.1% entre el 2014 y 2018, no ha dejado de ser el método más utilizado en esta región. La situación para la región Amazónica es totalmente diferente en vista de que más del 50% de los residuos fueron dispuestos en rellenos sanitarios a lo largo de los cinco años, siendo esta la técnica ambiental más sostenible conocida hasta el momento. Por otra parte, la región Insular fue la única que ha logrado erradicar el uso de botaderos de basura dando disposición final a sus residuos únicamente en rellenos sanitarios y celdas emergentes, cabe destacar que en cada uno de estos métodos se dispuso el 50% del total de residuos sólidos generados en los años 2017 y 2018. Logrando de este modo contribuir con el Plan de Manejo de Desechos para las Islas Galápagos, que busca entre otras cosas mejorar los sistemas de recolección y eliminación de desechos existentes para el 2020 (WWF y Toyota, 2010). Por su parte la región Sierra presentó un incremento en el uso de celdas emergentes a la hora de dar disposición final a sus residuos

sólidos, llegando a cubrir con este sistema un 39.1% del total de residuos generados en la región. En el Anexo VIII, se puede visualizar la disposición final de los residuos sólidos a nivel provincial.

Tabla 12.
Tabla del indicador disposición final de los residuos sólidos a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018)

	Disposición final de los residuos sólidos														
	2014			**2015**			**2016**			**2017**			**2018**		
Región / Nacional	**Botadero**	**Celda emergente**	**Relleno sanitario**	**Botadero**	**Celda emergente**	**Relleno sanitario**	**Botadero**	**Celda emergente**	**Relleno sanitario**	**Botadero**	**Celda emergente**	**Relleno sanitario**	**Botadero**	**Celda emergente**	**Relleno sanitario**
Nacional	49.5%	11.8%	38.6%	40.72%	17.19%	42.08%	35.7%	20.8%	43.4%	25.6%	28.8%	45.7%	20.7%	34.6%	44.7%
Región Sierra	39.8%	10.8%	49.5%	24.73%	20.43%	54.84%	21.5%	29.0%	49.5%	11.8%	35.5%	52.7%	7.6%	39.1%	53.3%
Región Costa	68.7%	15.7%	15.7%	63.10%	17.86%	19.05%	57.1%	19.0%	23.8%	45.2%	29.8%	25.0%	38.1%	38.1%	23.8%
Región Amazónica	31.7%	7.3%	61.0%	29.27%	9.76%	60.98%	24.4%	4.9%	70.7%	17.5%	10.0%	72.5%	15.4%	15.4%	69.2%
Región Insular	66.7%	0.0%	33.3%	66.67%	-	33.33%	33.3%	33.3%	33.3%	-	50.0%	50.0%	-	50.0%	50.0%

Fuente: Adaptado de (AME-INEC, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

Tabla 13.

Comparación de indicadores con otros países de América Latina y el Caribe, según el producto interno bruto (nominal) per cápita (PIB)-2019.

País	Generación per cápita RSU* (kg/hab/día)	Cobertura de recolección* %	Formas de Disposición Final por población en ALC %, * Total, disposición adecuada	Total, disposición inadecuada	Costos Unitarios (US$/Ton) * Recolección (US$/Ton)	Disposición final (US$/Ton)	Total	Tasa de reciclaje* %	PIB per cápita 2019** USD	Población estimada 2020*** hab
Argentina	1.15	99.8	64.7	35.3	54.02	17.63	71.65	-	10006.1	45195777
Barbados	0.9 10	90.10	82.10	18.10	-	-	-	9	18148.2	287371
Belice	1.0 5	85.2	34.5	66.5	-	-	-	-	4815.2	397621
Bolivia	0.49	83.3	44.8	55.2	15.27	7.89	23.16	-	3552.1	11673029
Brasil	10.411	90.4 11	58.3 11	41.711	42.46	31.48	73.94	1	8717.2	212559409
Chile	1.25	97.8	82.2 10	17.810	23.34	11.43	34.77	10	14896.5	19116209
Colombia	0.69 2	98.9	93.18 5	6.82 5	34.12	23.31	57.43	17.2	6432.4	50882884
Costa Rica	0.88	90.4	67.4	32.6	22.65	18.81	41.46	0.3	12238.4	5094114
Ecuador	0.859	84.7	80	20	65.83	6.33	72.16	-	6183.8	17643.06
El Salvador	0.89	78.8	78.9 10	21.110	30.42	21.02	51.44	-	4187.3	6486201
Guatemala	0.61	77.7	15.5	84.5	10.84	-	10.84	-	4620	17915567
Guyana	1.5 6	89.6	-	-	-	-	-	19.3	5468.4	786559
Haití	0.7 10	11.10	0.10	100.10	-	-	-	-	754.6	11402533
Honduras	-	64.6	11.3	88.7	20.81	8.16	28.97	-	2574.9	9904608
Jamaica	-	73.9	0	100	-	-	-	-	5582.3	2961161
México	0.94	93.2	65.6	34.4	26.39	10.56	36.95	9.6	9863.1	128932753
Nicaragua	-	92.3	0	100	-	-	-	-	1912.9	6624554
Panamá	1.22	84.9	55.9 10	44.1 10	-	-	-	-	15731	4314768
Paraguay	0.94	57	36.4	63.6	6.59	5.88	12.47	-	5414.8	7132530
Perú	0.75	84	43.5	56.5	15.02	5.98	21	14.7	6977.7	32971846
Rep. Dom.	1.0 6	97	33.9 6	66.1 6	-	-	-	-	8282.1	10847904
Surinam	1.4 6	80.6	0.1	100.1	-	-	-	-	6854.9	586634
Trinidad y Tobago	1.8 6	100.10	0.10	100.10	-	-	-	8.2	17276.5	1399491

Uruguay	1.03	98	13.710	86.310	47.85	9.19	57.04	-	16190.1	3473727
Venezuela	0.86	100	13	87	-	-	-	-	16054.5	28435943

Fuente: Adaptado de: (BID, 2015)*; (BM, 2019)**; (Nations, 2020)***.

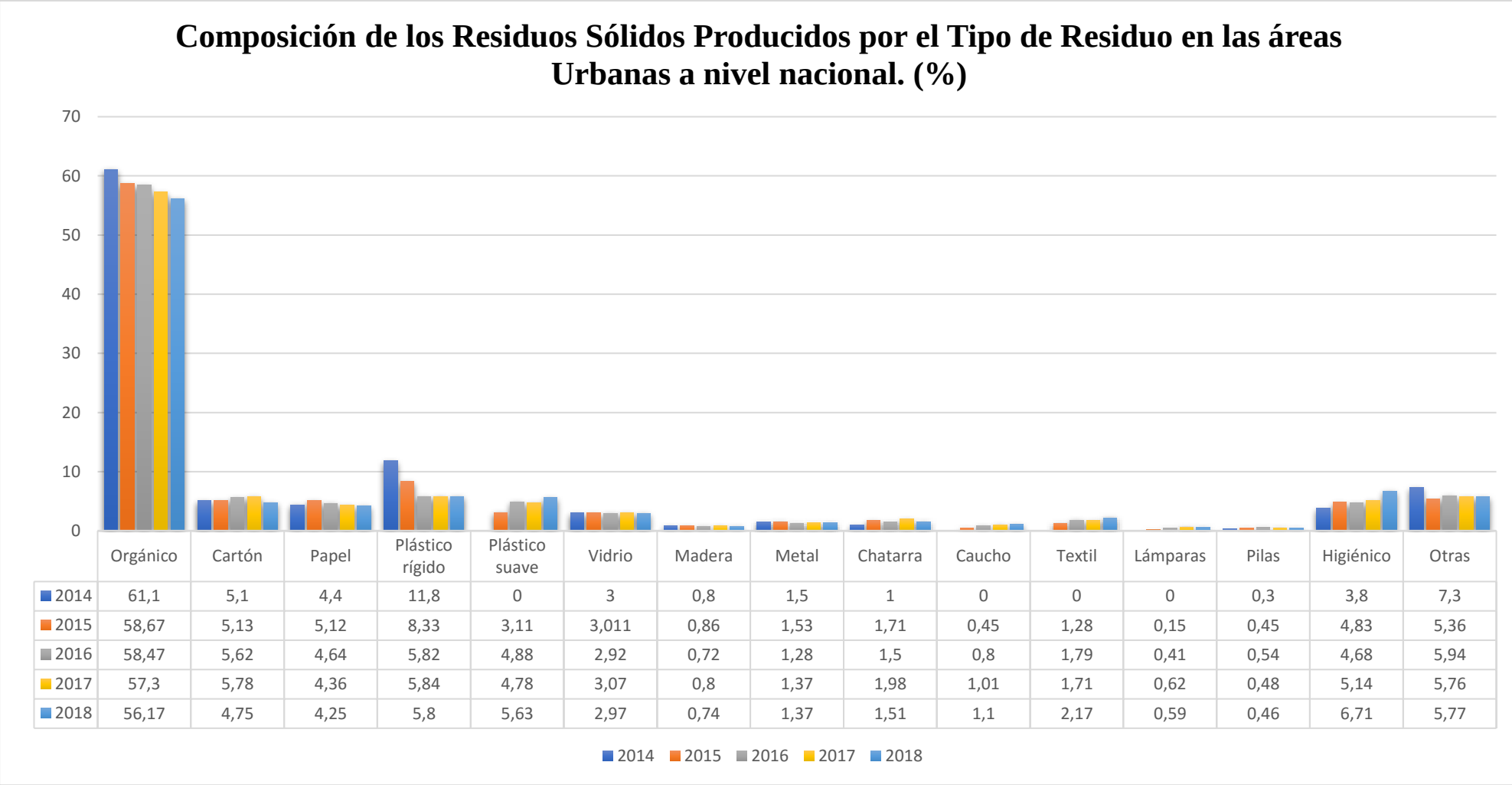
Se puede sustentar (Tabla 13) que el presente estudio constituye una recopilación de datos sectoriales disponibles sobre el estado de la gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Como resultado se presenta una breve descripción de los datos más sobresalientes del documento:

- El promedio regional de generación per cápita de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) fue de 0.9 kg/hab/día, respectivamente (BID, 2015). El promedio regional de cobertura de recolección de RSU fue de 89.9% (medido como porcentaje de la población). Comparado con el promedio mundial de 73.6%, América Latina y El Caribe (ALC) tuvo un alto nivel de cobertura, que reflejó la prioridad que le ha dado la región a este servicio (ISWA, 2015). Por ende según (AME-INEC, 2018) Ecuador generó 0.859 kg/hab/día de RSU correspondiente al año 2018, a diferencia del año 2015 que se generó 0.576 kg/hab/día de RSU (AME-INEC, 2015), por tal motivo se obtuvo un incremento de 0.283 de PPC en el país, mientras que en los países vecinos de Colombia y Perú notablemente se evidenciaron cantidades de 0.69 y 0.75 kg/hab/día de RSU respectivamente en el año 2015 (BID, 2015).
- ALC tiene un nivel de cobertura mayor al promedio de África (46%), sur de Asia (65%) y Medio Oriente y Norte de África (aproximadamente 85%) (Hoornweng y Bhada-Tata, 2012). Argentina, Chile, Colombia, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela contaron con niveles de recolección de RSU cercanos al 100% (cobertura universal), mientras que Ecuador para el año 2018 obtuvo 84.7% de cobertura de recolección encaminándose por el mismo nivel que los países que se acercaron al porcentaje total de recolección (AME-INEC, 2018).

- La cobertura del servicio de disposición final adecuada (en rellenos sanitarios) de RSU fue aproximadamente del 55% (medido como porcentaje de la población), lo cual implica que aún existe en ALC una alta proporción de residuos que no se dispone y/o trata adecuadamente (45%) (BID, 2015). Desde luego en Ecuador se realiza en un 80% la disposición final de manera adecuada por la implementación de rellenos sanitarios y celdas emergentes que permitieron un mejor manejo correspondiente al año 2018, por otra parte existe todavía un 20% de residuos que no se tratan adecuadamente dentro del país (AME-INEC, 2018). Cabe destacar que cada año el porcentaje del manejo adecuado de residuos aumenta tenemos el caso del año 2014 donde los valores pasaron de un 49.5% de disposición de botaderos a cielo abierto a un 20.7% en el 2018, mientras que el uso de rellenos sanitarios en el 2014 era de un 38.6% pasando a un 44.7% en el año 2018 (AME-INEC, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018).
- Los costos unitarios promedio de recolección se estimaron en USD $34.2 por tonelada recolectada, con una alta variabilidad de costo entre países. El costo en Argentina, por ejemplo, fue de USD $54 en Ecuador fue de USD $65.83, mientras que en Paraguay fue de USD $6.6 (USD $47 de diferencia con Argentina y USD $59 de diferencia con Ecuador). Estas variaciones reflejaron generalmente diferencias asociadas a la (mayor-menor) calidad del servicio (BID, 2015).
- El costo promedio de disposición final en América Latina y El Caribe fue de USD $20.4 por tonelada dispuesta (BID, 2015). Los niveles de costo se distribuyeron en un primer grupo de países con costos de disposición cercanos a USD $10 (con un costo mínimo de USD $5.88 en Paraguay del y de USD $11.4 en Chile), cabe mencionar que Ecuador en el año 2015 tenía el costo mínimo a nivel regional con USD $5.61 y que para el 2018 pasó a pagar USD $6.33 notando así un incremento nada significado del valor a pagar a los que se dedican a la actividad del reciclaje, en un segundo grupo con costos alrededor de los USD $20 (con un costo de USD $18.8 en Costa Rica y de USD $23.3 en Colombia), y finalmente Brasil, que tuvo un costo considerablemente mayor comparado a los demás países de la región (USD $31.5) (BID, 2015).
- En materia de reciclaje, se estimó que en ALC únicamente el 2.2% de los RSU se recicla dentro de esquemas formales (Tello Espinoza, Martínez Arce, Daza, Soulier Faure, y Terraza, 2010). Muy pocos países cuentan con infraestructura formal para la clasificación de RSU y su reciclaje. En ALC la recuperación de materiales reciclables es realizada mayormente por el sector informal, a través de recuperadores/recicladores

urbanos, que se estiman en unos 4 millones. La mayoría de los países de la región no dispone de datos oficiales sobre tasas de reciclaje (Rondón Toro, Szantó Narea, Pacheco, Contreras, y Gálvez, 2016). Sólo algunos países que han empezado a implementar metas de reciclaje, como Brasil, tienen cuantificados estos índices para materiales específicos. Para 2012, Brasil reportó índices de reciclaje de aluminio de 97.9%; de reciclaje de papel de 45.7%; y de reciclaje de plástico (PET) de 58.9% (respecto a la producción industrial) (Abrelpe, 2013). Los anteriores son índices elevados, que han sido fomentados por un marco de política nacional y provincial que ha proporcionado incentivos para la actividad y para la inclusión de recicladores informales (o catadores) en los sistemas de gestión de RSU (BID, 2015). En Ecuador se ha alcanzó un porcentaje de recuperación del 109% para botellas PET (IRR, 2015), derivado del incentivo tributario directo conocido como el impuesto redimible de botellas PET (SRI, 2011).

A continuación (Figura 2), se observa la Composición de los Residuos Sólidos Producidos por el Tipo de Residuo en las áreas Urbanas a nivel nacional. Estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) y la Asociación de Municipios Ecuatorianos (AME) desde el año 2014 hasta el 2018.



	Orgánico	Cartón	Papel	Plástico rígido	Plástico suave	Vidrio	Madera	Metal	Chatarra	Caucho	Textil	Lámparas	Pilas	Higiénico	Otras
2014	61,1	5,1	4,4	11,8	0	3	0,8	1,5	1	0	0	0	0,3	3,8	7,3
2015	58,67	5,13	5,12	8,33	3,11	3,011	0,86	1,53	1,71	0,45	1,28	0,15	0,45	4,83	5,36
2016	58,47	5,62	4,64	5,82	4,88	2,92	0,72	1,28	1,5	0,8	1,79	0,41	0,54	4,68	5,94
2017	57,3	5,78	4,36	5,84	4,78	3,07	0,8	1,37	1,98	1,01	1,71	0,62	0,48	5,14	5,76
2018	56,17	4,75	4,25	5,8	5,63	2,97	0,74	1,37	1,51	1,1	2,17	0,59	0,46	6,71	5,77

Figura 2. Composición de los Residuos Sólidos Producidos por el Tipo de Residuo en las áreas Urbanas a nivel nacional. (%). Adaptado de (AME-INEC, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

Como se puede observar en el estudio realizado por INEC y AME en la composición de residuos sólidos producidos por el tipo de residuo en las áreas urbanas entre los años 2014 hasta 2018, a nivel nacional se puede visualizar una clasificación en orgánico, cartón, papel, plástico, vidrio, madera, metal, chatarra, caucho, textil, entre otras. En primer lugar, se destacó la cantidad de residuos orgánicos generados en el 2014 con un 61.1% observándose para los otros casos en donde su generación ha reducido su porcentaje (AME-INEC, 2014). Para el caso de materiales susceptibles de aprovechamiento como el cartón los valores reportados son similares en los años analizados notándose un incremento minucioso en el porcentaje de generación. Mientras que para el plástico en la zona de estudio fueron presentando promedios de 11.8% para plásticos rígidos en 2014 y 5.63% para plásticos suaves en el año 2018, 1.53% para metales en 2015, 3.01 para vidrios en 2015 y 6.71% para residuos higiénicos en 2018. Entre los subproductos también hubo coincidencias en porcentajes como madera, pilas, lámparas, chatarra, caucho y textil. Por último, en otros para el año 2014 se generaron 7.3% de residuos en comparación con los años restantes.

4.2 Principios de la economía circular y su aplicación en el sector de residuos sólidos mediante una búsqueda bibliográfica de estudios realizados en otros países y regiones.

En el sector de residuos sólidos, son varias las medidas que en la literatura se consideran necesarias para la gestión sostenible de residuos. En los últimos años diversos autores han propuesto unir esfuerzos a nivel mundial para convertir a los sistemas de gestión mucho más sostenibles. Una de las principales críticas ha sido hacia el concepto de "fin de la vida" y los modelos de economía lineal, basados fuertemente en la producción y eliminación de residuos. En este sentido, los diseños de estándares industriales deberían enfocarse mejor en los conceptos de reutilización, reparación y renovación de materiales y energía (Peralta, 2012).

El Artículo 226, del Código orgánico del ambiente en su principio de jerarquización sostiene como opciones más deseables en orden de: la prevención; minimización de la generación en la fuente; aprovechamiento o valorización; eliminación y disposición final, este último a aquellos desechos que no se puedan aprovechar, tratar, valorizar o eliminar en condiciones ambientalmente adecuadas y tecnológicamente factibles. Además, agrega como, la Autoridad Ambiental Nacional, así como los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos, promoverán y fomentarán en la ciudadanía en el marco de sus competencias la clasificación, reciclaje, y en general la gestión de residuos y desechos bajo este principio. Por lo tanto, desde la perspectiva de avanzar hacia una economía sostenible, es necesario que los residuos se reutilicen de alguna manera, de acuerdo con sus características y especificidades,

es decir, su reinserción en los procesos de producción o su reutilización en otras empresas o empresas de servicios públicos.

Desde esta perspectiva, la gestión de residuos desempeña un papel crucial en la economía circular, ya que implementa la jerarquía de residuos mediante la determinación de un orden de prioridad, desde la prevención, hasta la preparación para la reutilización, el reciclaje y la recuperación de energía, hasta el descarte como es el caso de eliminación de vertederos (EC, 2015). Una correcta gestión de los RSU contribuye con la transición hacia la economía circular, permite recuperar los residuos como materias primas, reduce los desechos generados y minimiza el impacto ambiental. De esta forma se ahorra energía, se reducen los costos para productores y consumidores, aliviando la presión antrópica frente a los recursos naturales. Adicionalmente, puede fomentarse la innovación tecnológica, la creatividad y competitividad y crearse nuevos ejemplos y sectores en la economía (Graziani, 2018).

En el año 2014, la Unión Europea, aprobó un plan de acción para el establecimiento de una economía circular (plan de acción de la UE para la economía circular: progreso hasta ahora), con el objetivo de implementar un programa para poner fin al desperdicio en Europa. Estas medidas hacia la economía circular en la Unión Europea incluyen las principales propuestas legislativas sobre residuos, reciclaje/reutilización y un cronograma para el desarrollo y la adopción de una política estratégica destinada a acabar con los residuos en Europa. Las acciones propuestas en este plan de acción se centraron en las medidas necesarias para implementar la economía circular, en términos de diseño de producción, consumo, gestión de residuos, materias primas secundarias, plásticos y alimentos, materias primas críticas, residuos de construcción y demolición, biomasa y biomateriales. (materiales basados en recursos biológicos, como madera, cultivos o fibras), innovación e inversión, además de otras medidas horizontales para monitorear y desarrollar una estructura en abordar la economía circular (Cosenza, Andrade, y Assunção, 2020; EC, 2015). Varios países de Latinoamérica han comenzado en los últimos años a revisar las potencialidades de aplicaciones de estos indicadores de acción en el contexto regional, por ejemplo Brasil (Cosenza, Andrade, y Assunção, 2020) y Colombia (Rúa-Restrepo, Echeverri, y Colorado, 2019).

En Ecuador, como parte del Acuerdo Nacional, se promovió la firma del Pacto de la Economía Circular que se constituyó en un hito para avanzar en la ruta hacia la transformación del modelo de desarrollo económico en el país. Este año 2020, se concluyó la primera fase del Libro Blanco de la Economía Circular, donde se “logró la definición de indicadores generales, la vinculación con la Agenda 2030 y con el Plan de Desarrollo, se determinaron sectores económicos priorizados y establecieron mecanismos de industrialización de residuos. Siendo, el objetivo

llegar a una estrategia nacional como un mecanismo de articulación interinstitucional basada en cuatro pilares fundamentales: producción sostenible, consumo responsable, gestión de residuos sólidos y sistema de financiamiento de proyectos (G. Ecuador, 2020; V. d. l. R. d. Ecuador, 2020) .

Este proceso se basa en nuevos enfoques para la gestión de residuos, pero aún necesita avanzar más, ya que la economía circular, como se propone, va mucho más allá del «Principio 3R» (reducir, reutilizar y reciclar). En esencia, este concepto comprende al menos teóricamente la adecuación del modelo sostenible con el ritmo tecnológico y comercial del mundo actual; es decir, es una idea que busca repensar las prácticas económicas, con el objetivo de mantener en circulación los productos, componentes y materiales, aprovechando el máximo valor y utilidad entre los ciclos técnicos y biológicos (Peralta, 2012).

Por esa razón, existe una necesidad urgente de diseñar un nuevo modelo económico circular y sostenible que permita generar menor cantidad de residuos desde el proceso de producción hasta la disposición final de los mismos. En consecuencia, existe una creciente necesidad de crear una referencia estratégica para el crecimiento y la inversión basada en el uso racional de la producción, con la apreciación de los recursos naturales y la minimización de los impactos ambientales. Por otra parte, los indicadores existentes no están bien organizados o unificados para medir de manera efectiva sistemas que aplican este concepto dado que no existe un patrón que se deba seguir a nivel mundial sin embargo la unión europea al ser pionera en Economía Circular sirve de ejemplo a la hora de implementar este modelo económico.

La propuesta de la UE presenta diez indicadores, pero seis de ellos también tienen los llamados 'subindicadores'. En total, la propuesta utiliza veinticuatro guías de medición. Los indicadores se basan en la información existente de Eurostat, el cuadro de indicadores de materias primas y el cuadro de indicadores de eficiencia de recursos (EC, 2018). En el marco de monitoreo de la economía circular propuesto recientemente por la UE, se dividen los indicadores en cuatro temas: producción y consumo, gestión de residuos, materias primas secundarias y competitividad e innovación (EC, 2018). Esos están estrechamente relacionados con las áreas prioritarias del Plan de acción de la EC en Europa: plásticos, desperdicio de alimentos, materias primas críticas, construcción y demolición, y biomasa y productos de origen biológico (EC, 2018).

En este estudio se consideran solamente los indicadores directos y se identifican otros dentro de la literatura, que puedan ser considerados y evaluados con la información de la gestión de residuos sólidos que actualmente se recopila en Ecuador.

Tabla 14.
Clasificación de los indicadores directos o indirectos propuestos por la Comisión Europea para medir el desarrollo de la Economía Circular.

Indicador	Subindicador	Descripción	Unidad de medida	Tipo de medida	Estudios en países en vías de desarrollo que lo emplearon
1. Autosuficiencia de materias primas	-	Proporción de abastecimiento de materias primas.	%	EC Indirecta	
2. Contratación pública ecológica	-	Proporción de procedimientos de contratación pública por encima de los umbrales de la UE	N°, %	-	
	Generación de residuos municipales per cápita.	Cantidad de residuos urbanos generados.	kg per cápita	EC directo	(Cosenza, Andrade, y Assunção, 2020; Ferronato *et al.*, 2019)
3. Generación de residuos.	Generación de residuos por PIB.	Todos los residuos generados en un país, por unidad de PIB.	kg por euro	EC directo	(Ferronato *et al.*, 2019)
	Generación de residuos por consumo interno de material	Eficiencia del consumo de material de la UE comparando las toneladas de residuos generados con el consumo de material doméstico.	%	EC directo	
4. Desperdicio de comida	-	Cantidad de desperdicio de alimentos generado por año.	Ton	-	(Ortiz *et al.*, 2020; Vega-Quezada, Blanco, y Romero, 2017)
5. Tasas de reciclaje	Tasa de reciclaje de residuos municipales.	Proporción de residuos urbanos reciclados en la generación total de residuos municipales	%	EC directo	(Cosenza, Andrade, y Assunção, 2020; Ferronato *et al.*, 2019)

6. Reciclaje / recuperación de flujos de residuos específicos.	Tasa de reciclaje de todos los residuos.	Proporción de residuos que se reciclan dividida por todos los residuos tratados en un país.	%	EC directo	(Burneo, Cansino, y Yñiguez, 2020; Cosenza, Andrade, y Assunção, 2020; Ferronato *et al.*, 2019)
	Tasa de reciclaje de envases generales	Todos los materiales de desecho de envases de productos utilizados.	%	EC directo	(Burneo, Cansino, y Yñiguez, 2020; Cosenza, Andrade, y Assunção, 2020)
	Tasa de reciclaje de residuos de envases por tipo	Cantidad total de residuos de envases de plástico reciclados en los residuos de envases de plástico generados.	%	EC directo	(de Oliveira, Luna, y Campos, 2019; Guarnieri, Cerqueira-Streit, y Batista, 2020; Valerio, Muthuraj, y Codou, 2020)
	Tasa de reciclaje de envases de madera	Cantidad total de residuos de envases de madera reciclados dividida por la cantidad total de residuos de envases de madera generados.	%	EC directo	
	Tasa de reciclaje de residuos electrónicos	Tasa de recolección' establecida, por la tasa de reutilización y reciclaje.	%	EC directo	(Cosenza, Andrade, y Assunção, 2020; Xavier, Giese, Ribeiro-Duthie, y Lins, 2019)

	Reciclaje de residuos biológicos	Relación entre los residuos municipales compostados / digeridos (en kg) sobre la población total.	kg per cápita	EC directo	(Ortiz *et al.*, 2020; Vega-Quezada, Blanco, y Romero, 2017)
	Tasa de recuperación de residuos de Construcción y demolición.	Proporción de residuos de construcción y demolición que se preparan para su reutilización, dividida por los residuos de construcción y demolición recogidos y tratados.	%	EC directo	
7. Contribución de los materiales reciclados a la demanda de materias primas.	Tasas de entrada de reciclaje al final de su vida útil	Cantidad de material total introducido en el sistema de producción que proviene del reciclaje de "chatarra vieja".	%	EC directo	
	Tasa de uso de material circular	Relación entre la cantidad de materias primas secundarias (U) y el consumo total de material (DMC + U)	%	EC directo	
	Importaciones de países no pertenecientes a la UE		Miles de euro	EC indirecto	
8. Comercio de materias primas reciclables.	Exportaciones a países no pertenecientes a la UE.		Miles de euro	EC indirecto	
	Importaciones de países de la UE		Miles de euro	EC indirecto	
	Exportaciones a países de la UE		Miles de euro	EC indirecto	

	Inversión bruta en bienes tangibles	Inversión bruta en bienes tangibles en el sector del reciclaje; sector reparación y reutilización.	Millones de euros, % GDP	EC indirecto
9. Inversiones privadas, empleos y valor agregado bruto.	Número de personas empleadas	Número total de personas que trabajan en la empresa o que son pagadas por ella.	Número, % de empleados	EC indirecto
	Valor agregado al costo del factor	Ingrueso bruto de las actividades operativas después de ajustar por subsidios operativos e impuestos indirectos.	Millones de euros, % GDP	EC indirecto
10. Patentes relacionadas con el reciclaje y las materias primas secundarias.	Patentes de reciclaje y materiales secundarios.	Número de familias de patentes normalizadas.	Número, % mundial	EC indirecto

Fuente: Tomado de EC (2018), Moraga *et al.* (2019).

En la Tabla 14, se observa que los indicadores 1, 8, 9 y 10 son indicadores indirectos es decir se centran principalmente en materiales o aspectos de materiales, estos indicadores miden aspectos auxiliares de CE, mostrando conciencia de áreas relevantes pero no necesariamente abarcando la circularidad motivo por el cual no se analizó en el estudio (McDowall *et al.*, 2017). Los indicadores 3, 5, 6, y 7 son parte de los indicadores directos mismo que se centran en la medición de materiales y producción de residuo (Moraga *et al.*, 2019), logrando así proporcionar información sobre la posible conservación y aprovechamiento de materiales, estos utilizan unidades de medida como %, kg por mil euros y kg per cápita.

Como bien sabemos en el marco de monitoreo de la economía circular propuesto recientemente por la UE, se dividen los 10 indicadores en cuatro áreas, la primera conocida como Producción y Consumo que resulta fundamental para comprender el progreso hacia la economía circular, en ella podemos encontrar cuatro indicadores: la Autosuficiencia de materias primas que se encarga de proporcionar información sobre las diferentes materias primas para las cuales la UE es más autosuficiente y para cuales no; la Contratación pública ecológica que en la economía proporciona

una indicación útil de cuánto contribuyen los fondos públicos a la economía circular; así también tenemos a la Generación de residuos este indicador se centra en los residuos urbanos que son recolectados en nombre de las autoridades municipales y eliminados a través de su sistema de gestión; y por ultimo tenemos a los Desperdicio de comida siendo esta la cantidad de desperdicio de alimentos generado por año (EC, 2018).

Por otra parte, tenemos el área de Gestión de Residuos que se centra en la proporción de residuos que se reciclan, ya que este es el tratamiento mediante el cual los materiales de desecho se devuelven realmente al ciclo económico y pueden seguir creando valor (EC, 2018). Consta de dos indicadores la Tasas de reciclaje y la Recuperación de flujos de residuos específicos, estos a su vez se dividen en dos y seis subindicadores respectivamente, mismos que se encargan de monitorear los lazos de materiales midiendo la cantidad de reciclaje y materiales secundarios (Moraga *et al.*, 2019).

El área de materias primas secundarias permite entender que, para cerrar los circuitos de la economía circular, los materiales y productos deben, en última instancia, reinyectarse en la economía. Uno de los indicadores más importantes para la economía circular es cómo los materiales reciclados reemplazan la extracción de recursos naturales y cuanto de los materiales de desecho en realidad se reincorporan a la economía (EC, 2018). Este es el propósito de la tasa de uso de material circular y las tasas de reciclaje al final de su vida útil, el primero para la economía general y el segundo para materiales importantes específicos. Además, para tener una participación cada vez mayor de las materias primas secundarias en la economía, es importante establecer mercados estables para ellas, por lo tanto, otro indicador relevante está relacionado con el comercio de materias primas reciclables entre los estados miembros de la UE y con el resto del mundo (EC, 2018).

Por último, tenemos el área de Competitividad e innovación la cual defiende que una economía más circular aumentará la vida útil de los productos mediante la mejora del diseño para circularidad y aumento de la reutilización, separabilidad, durabilidad y capacidad de actualización, promoviendo procesos industriales innovadores y apoyando formas innovadoras de consumo como la economía colaborativa. Se incluyen dos indicadores para monitorear los desarrollos en esta área: uno sobre la economía de los sectores de la economía circular (el reciclaje, la reparación y la reutilización) en términos de empleos, inversiones y valor agregado bruto, y otro sobre patentes relacionados con el reciclaje y las materias primas secundarias como proxy de la innovación (EC, 2018).

Los indicadores más frecuentes y a considerar son la generación de residuos, la tasa de reciclaje, el reciclaje/ recuperación de flujos de residuos específicos y la contribución de los materiales

reciclados a la demanda de materias primas, debido a que nos permiten conocer el total de residuos generados, la cantidad de residuos que están siendo recuperados y volviendo a las cadenas de producción, así como la cantidad de materia prima secundaria que está siendo utilizada y la relación existente entre la generación y el PIB. Estos indicadores nos permiten comprender el grado de circularidad que están teniendo los residuos y por ende los avances hacia una economía circular y todo lo que esto implica.

Mientras que otros indicadores como los relacionados con: la contribución de los materiales reciclados a la demanda de materias primas, comercio de materias primas reciclables, inversiones privadas, empleos y valor agregado bruto y las patentes relacionadas con el reciclaje y las materias primas secundarias, no han sido tratados en los estudios regionales, dado por la carencia de información en muchos países sobre esta temática, o porque en los sistemas de gestión e información no se contemplan estas actividades.

Basado en ello, en la Tabla 15 se abordan los indicadores de economía circular directos, que han podido ser evaluados a partir de la base de datos estadísticos de la gestión integral de RSU en Ecuador (2014-2018), y de otras fuentes consultadas afín de conocer la situación a nivel nacional del sector residuos sólidos con los principios de la economía circular.

Entre el año 2014 y 2018 el Ecuador generó una media de 251.631 kg/hab/año de residuos municipales. Por otra parte, la generación de residuos municipales varía desde 207.32 kg per cápita en 2014 hasta 314.256 kg per cápita en 2017 esto podría deberse no solo al crecimiento poblacional sino también a la cantidad de información que logra obtener INEC-AME, dado que no todos los GAD´s municipales disponen de una fuente de datos completa. No olvidemos que el dar seguimiento a la gestión de los residuos municipales nos permite conocer y evaluar los cambios que se presentan en los patrones de consumo a lo largo de los años, así como identificar donde la acción y participación de la sociedad es más relevante (EC, 2018).

Tabla 15.

Clasificación de los indicadores directos propuestos en Ecuador para medir el desarrollo de la Economía Circular entre los años 2014 al 2018.

Indicador	Subindicador	Unidad de medida	Años analizados				
			2014	2015	2016	2017	2018
3. Generación de residuos.	Generación de residuos municipales per cápita.	Kg per cápita	207.32	210.24	212.795	314.265	313.535
	Generación de residuos por PIB.	kg por mil USD	$3.24x10^{-2}$	$3.43x10^{-2}$	$3.41x10^{-2}$	$5.05x10^{-2}$	$4.94x10^{-2}$
	Generación de residuos por consumo interno de material.	%	-	-	-	-	-
5. Tasas de reciclaje	Tasa de reciclaje de residuos municipales.	%	1.29	1.67	1.20	1.47	0.88
	Tasa de reciclaje de todos los residuos.	%	-	-	-	-	-
6. Reciclaje / recuperación de flujos de residuos específicos.	Tasa de reciclaje de envases generales	%	-	-	-	-	2
	Tasa de reciclaje de envases de plástico.	%	-	-	-	-	80
	Tasa de reciclaje de envases de madera	%	-	-	-	-	-
	Tasa de reciclaje de residuos electrónicos	%	-	-	-	-	-
	Reciclaje de residuos biológicos	kg per cápita	2.3	2.6	1.8	1.7	2
	Tasa de recuperación de residuos de Construcción y demolición.	%	-	-	-	-	-
	Recuperación de residuos inorgánicos al año	%	0.36	0.76	0.63	0.62	0.15

Fuente: Elaboración propia. AME-INEC. (IRR, 2015).

Las tasas de reciclaje de residuos municipales que se han presentado en Ecuador entre los años 2014 y 2018 mostraron que la calidad del sistema de gestión de residuos es deficiente dado que no se logró reciclar ni el 3% del total de residuos generados en el país, esto se refleja en los aumentos y disminuciones de la tasa de reciclaje a lo largo de los cinco años, manteniéndose este patrón de forma permanente. Pese a que las tasas de reciclaje fueron bastante bajas, es en el año 2018 en el que alcanzó tan solo el 0.88% siendo este el valor más bajo de los cinco años. El INEC-AME no proporciona información suficiente sobre el reciclaje de flujos de residuos específicos en el Ecuador motivo por el cual no se puede realizar un análisis de todos los subindicadores que lo conforman. Sin embargo, se obtuvo información acerca del reciclaje de residuos biológicos mostrando que cada ciudadano de Ecuador reciclo una media de 2.08 kg de biorresiduos municipales a lo largo de los cinco años (EC, 2018). El reciclaje de los biorresiduos no presentó grandes variaciones sin embargo en los años 2016 y 2017 no se alcanzaron los 2 kg per cápita como en los otros años que mostraron valores de 2.3 kg, 2.6 kg y 2 kg siendo este último el valor que se obtuvo en el 2018. Estos valores bajos se deben a una inadecuada separación en la fuente y a la falta de recolección selectiva de residuos municipales. Por otra parte, el Ecuador en el año 2018 presento una tasa de reciclaje del 2% de los residuos de envases generales y una tasa de reciclaje del 80% de envases de plástico, este último dejaría en evidencia la balanza comercial que tienen los plásticos en Ecuador.

Al considerar que los residuos de envases abarcan todos los materiales de desecho de envases de productos utilizados para la contención, protección, manipulación, entrega y presentación de mercancías, desde materias primas hasta productos procesados entenderemos que incrementar el reciclaje de este tipo de residuos es esencial para la transición a una economía circular (EC, 2018), evitando la contaminación que estos representarían en el caso de no ser recuperado o aprovechados, y la que causan al ser fabricados desde cero. Es motivador conocer que, según datos del Ministerio del Ambiente, el Ecuador cuenta con una balanza comercial de residuos sólidos, principalmente enmarcados en: chatarra, plástico y caucho, papel y cartón (IRR, 2015), mismo que en gran medida forman parte de envases motivando de esta forma el reciclaje de estos materiales.

Los residuos inorgánicos representan menos del 50% del total de residuos generados en el Ecuador, y son los que mayor preocupación generan a la hora de tratarlos pues a diferencia de los orgánicos que son de rápido descomposición estos tardan meses e incluso años. Cabe destacar que un punto a su favor es el hecho de que estos se reciclan no solo dentro de los rellenos sanitarios o botaderos de basura sino también en las calles mucho antes de que pasen los camiones recolectores, siendo esto posible gracias a los recicladores tanto formales como

infórmales. Sin embargo, según datos de INEC-AME entre los años 2014 y 2018 estos no superaron el 1% así como tampoco presentaron cambios significativos y en el año 2018 tan solo se recuperó el 0.15% del total de RSU, lo que resulta preocupante y un tanto contradictorio dado que son los más explotados por los recicladores, lo que da a entender que la actividad de reciclaje informal altera las cifras de la recuperación de los residuos inorgánicos pues esta no presenta registros, lo cual debería corregirse para alcanzar una economía circular a través del reciclaje inclusivo siendo conscientes que esto no solo mejorará el manejo de datos de la gestión de residuos sino también la vida de los recicladores.

Dentro de este contexto, en los últimos años el Ecuador ha experimentado avances en la formulación de políticas públicas para garantizar la adecuada gestión integral de residuos sólidos (GIRS) y reciclaje inclusivo. Tal es de la creación del PNGIDS, en el año 2010 bajo la jurisdicción del Ministerio del Ambiente con el fin de coordinar acciones entre gobierno central, gobiernos locales, empresas públicas y privadas, entidades de la economía popular y solidaria, organizaciones sociales y de la sociedad civil. Logrando de esta forma incentivar el reciclaje de residuos sólidos inorgánicos, sin embargo, no se cuenta con una ley de forma específica para el reciclaje, y reciclaje inclusivo con reconocimiento de los recicladores de base (IRR, 2015).

Uno de los indicadores claves para la economía circular es la contribución de los materiales reciclados a la demanda de materias primas, dado que este mide la contribución del reciclaje a la demanda de materiales por tipo de material para un subconjunto seleccionado de materiales y la contribución de los materiales reciclados a la demanda general de materiales, siendo relevante para medir la circularidad de la Economía (EC, 2018). Pero lamentablemente este indicador no pudo ser evaluado por el déficit de información en la base de datos de INEC-AME y así como la falta de estudios realizados dentro del país y en América Latina. Algunos de los subindicadores de la generación de residuos, las tasas de reciclaje y la recuperación de flujos de residuos específicos, tampoco se pudieron analizar por el mismo motivo.

La Tabla 16, muestra la comparación de los indicadores asociados con los residuos municipales obtenidos para Ecuador con otros países en vías de desarrollo. En este caso, se tomaron 2 países de AL y 4 países de EU-28. Los países seleccionados se encuentran dentro de los países de medianos ingresos, al igual que Ecuador.

Como se puede apreciar, aparecen los resultados de algunos países de la región, y otros países que son de la Unión Europea. En este caso, estos países de la Unión Europea se consideraron pues como las directrices de la economía circular consideradas son derivadas propiamente de Europa, existe gran cúmulo de información sobre estos indicadores en las estadísticas, y para ello se seleccionaron los 4 países de la Unión Europea que tienen los valores de PIB per cápita

más inferiores, además que son países en vías de desarrollo y de medianos ingresos como Ecuador. En este caso, Rumania, Croacia, Bulgaria y Polonia.

La cantidad total de residuos municipales producidos por años en Ecuador es de 46,497.735 de toneladas. Como se puede apreciar, los residuos urbanos generados per cápita al año son de 313.535 kg en Ecuador, siendo este superior a Perú y otros países considerados, excepto Bulgaria, que presenta el valor más elevado de los países que se muestran en la Tabla 16. Estos valores son comparables en función del PIB, aunque el PIB per cápita de Ecuador es inferior al de los países pertenecientes a la Unión Europea, este resulta mayor al de Colombia y Perú. Este indicador refleja la intensidad del desperdicio de la economía, y proporciona según plantea Luttenberger (2020) una medida de "ecoeficiencia", o del nivel de disociación de la generación de desechos del crecimiento del PIB, donde a nivel mundial sobresale Noruega que alcanza el valor más bajo de UE, que es de 24 kg por cada mil euros según estadísticas de la Unión Europea (EUROSTAT, 2020). Ecuador por su parte representa tan solo $4.94x10^{-2}$ kg por cada mil dólares siendo este un valor bastante bajo a considerar.

La tasa de reciclaje de residuos municipales es significativamente más baja para Ecuador que para otros países, lo que denota que aún queda mucho por hacer para reforzar el reciclaje hacia la economía circular, siendo este un buen indicador de la calidad del sistema general de gestión de residuos. A nivel mundial sobresalen países como Alemania que según estadísticas de EUROSTAT (2020), tiene la tasa de reciclaje más alta de Europa con 67.3%. De los países comparados en la Tabla 16, Polonia es el que muestra los mejores resultados (34.3%).

En cuanto al reciclaje de residuos de envases en general, tenemos que Ecuador se recicla tan solo el 2% de estos, lo que resultan prácticamente nada en comparación con los países europeos que superan el 50% siendo Bulgaria el que muestra mejores resultados (65.6%). Por su parte Colombia y Perú carece de información lo que dificulta realizar la comparación con los países que reportan estos datos. A nivel mundial como plantea Luttenberger (2020) Bélgica es considerado uno de los países con tasas más elevadas (83.8%), valores que distan mucho de reportes en países en vías de desarrollo, donde apenas se alcanza el 40%. En lo que respecta, al reciclaje de residuos de envases de plástico los valores más representativos se encuentran en los países europeos puesto que Bulgaria presenta un valor de 64.8% y Polonia 47.2% en comparación con Ecuador que solo presenta una tasa de reciclaje del 8%, siendo es un valor inferior no solo para los países europeos que están siendo comparados sino también para la media de los países de Europa que es de $UE\text{-}28_{+2}$ que para el año 2016 fue de 40.8% (PlasticsEurope, 2019).

Tabla 16.

Comparación de los indicadores de economía circular asociados a los residuos urbanos en Ecuador, con otros países de medianos ingresos.

Indicador	Subindicador	Unidad de medida	Ecuador	Colombia[a]	Perú[a]	Bulgaria	Croacia[b]	Rumania	Polonia
			2018	2015	2015	2017	2017	2017	2017
	PIB-per cápita	USD per cápita	6344	6175	6229	8680	13330	11500	13780
Generación de residuos.	Generación de residuos municipales per cápita.	Kg per cápita	313.535	252.58	273.78	397.04	273.03	207.40	251.12
	Generación de residuos por PIB.	kg por mil USD	$4.94x10^{-2}$			45.74	20.48	18.04	18.22
Tasas de reciclaje	Tasa de reciclaje de residuos municipales.	%	0.88	17.2	14.7	31.5	25.3	11.1	34.3
Reciclaje / recuperación de flujos de residuos específicos.	Tasa de reciclaje de los envases generales	%	2			65.6	53.3	60.4	56.7
	Tasa de reciclaje de envases de plástico.	%	8			64.8	37.3	34.6	47.6
	Tasa de reciclaje de envases de madera	%	-			31.9	2.9	30	32.4
	Tasa de reciclaje de residuos electrónicos	%	-			68.8	81.3	25	36.1
	Reciclaje de residuos biológicos	kg per cápita	2			7	12	9	27
	Tasa de recuperación de residuos de Construcción y demolición.	%	-			90	76	85	91

Fuente: a (BID, 2015), b (EUROSTAT, 2020), c (IRR, 2015).

A pesar de que en Ecuador las tasas de desechos orgánicos sean superiores al 60%, el reciclaje de residuos biológicos per cápita en 2018 fue solo del 2 kg per cápita, siendo el menor valor de los países en comparación y un valor inferior a la media de los países de Europa que es de UE-28, es de 83 kg per cápita. Este indicador de reciclaje per cápita de residuos biológicos reciclados, es muy relevante para la economía circular, pues indica las cantidades de residuos de cocina y jardinería que son reciclados anualmente. Para el incremento de estas tasas, se requiere de aumentar los procesos de separación en la fuente, recogida selectiva y de posteriores tratamientos o valorización, dígase principalmente procesos de compostaje o digestión anaeróbica, que son los más empleados para incrementar las tasas de reciclaje de residuos municipales. Otro aspecto importante en las acciones hacia la valorización de orgánicos reside en que el aumento de este indicador incide directamente en disminuir las fracciones de orgánicos que van hacia los rellenos sanitarios, por ende, aumenta la vida útil de los sitios de disposición final. Además, la materia orgánica en el relleno sanitario termina degradándose anaeróbicamente y produciendo cantidades considerables de metano, por lo que contribuye significativamente al cambio climático, puesto que, en Ecuador, apenas se recuperan los gases de los rellenos "El Inga" y "Pichacay", en Quito y Cuenca, los cuales tienen sistemas de captación de biogás, para aprovechar el potencial energético del biogás generado. Adicionalmente, en los pequeños y medianos rellenos sanitarios en funcionamiento a nivel nacional, no se realiza la quema o flameo de biogás, por lo que las emisiones de metano van directamente al aire.

4.2.1. Estudios que se han realizado sobre economía circular y su relación con los residuos sólidos

Según el estudio de (Ferronato *et al.*, 2019) establecen las condiciones para la gestión de residuos dentro de los principios de la economía circular aplicados a los países en desarrollo, considerando Rumania y Bolivia. En este documento se muestra que, a pesar del nivel económico, Rumania y Bolivia se enfrentan a muchos problemas de gestión de residuos sólidos, aunque en diferente magnitud. Para el estudio de caso rumano, es visible cómo no puede alcanzar los objetivos europeos para el año 2020, debido a la necesidad de cambiar el comportamiento del reciclaje público. Bolivia en cambio representa el caso donde se requieren ayudas internacionales y nuevas inversiones, considerando al sector informal en el sistema de gestión formal como una oportunidad real para mejorar la tasa de reciclaje local.

En la investigación de Rúa-Restrepo, Echeverri, y Colorado (2019) se analiza críticamente la situación histórica, las tendencias actuales y potenciales de los principales desechos sólidos en Colombia, no solo desde un punto de vista detallado e interno, sino también en los países de América Latina. En el cual se establece que, para implementar la economía circular, uno de los

principales desafíos en muchos países es la cuantificación, por lo tanto, datos confiables y verificables para los desechos, por lo que es uno de los principales objetivos de la investigación actual en Colombia, particularmente enfocado en los principales desechos sólidos.

Según el estudio de Burneo, Cansino, y Yñiguez (2020) realizado en la ciudad de Cuenca sobre los impactos ambientales y socioeconómicos del reciclaje de residuos urbanos como parte de la economía circular, calcula la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes de la sustitución de materia prima virgen en el proceso de producción mediante el uso de residuos urbanos reciclados y realiza un análisis socioeconómico de los trabajadores involucrados en el sector de los residuos urbanos. Además de proponer un modelo teórico para la gestión de residuos sólidos, aplicado a la ciudad, siguiendo los principios de la economía circular, dicho modelo se presenta en el siguiente gráfico.

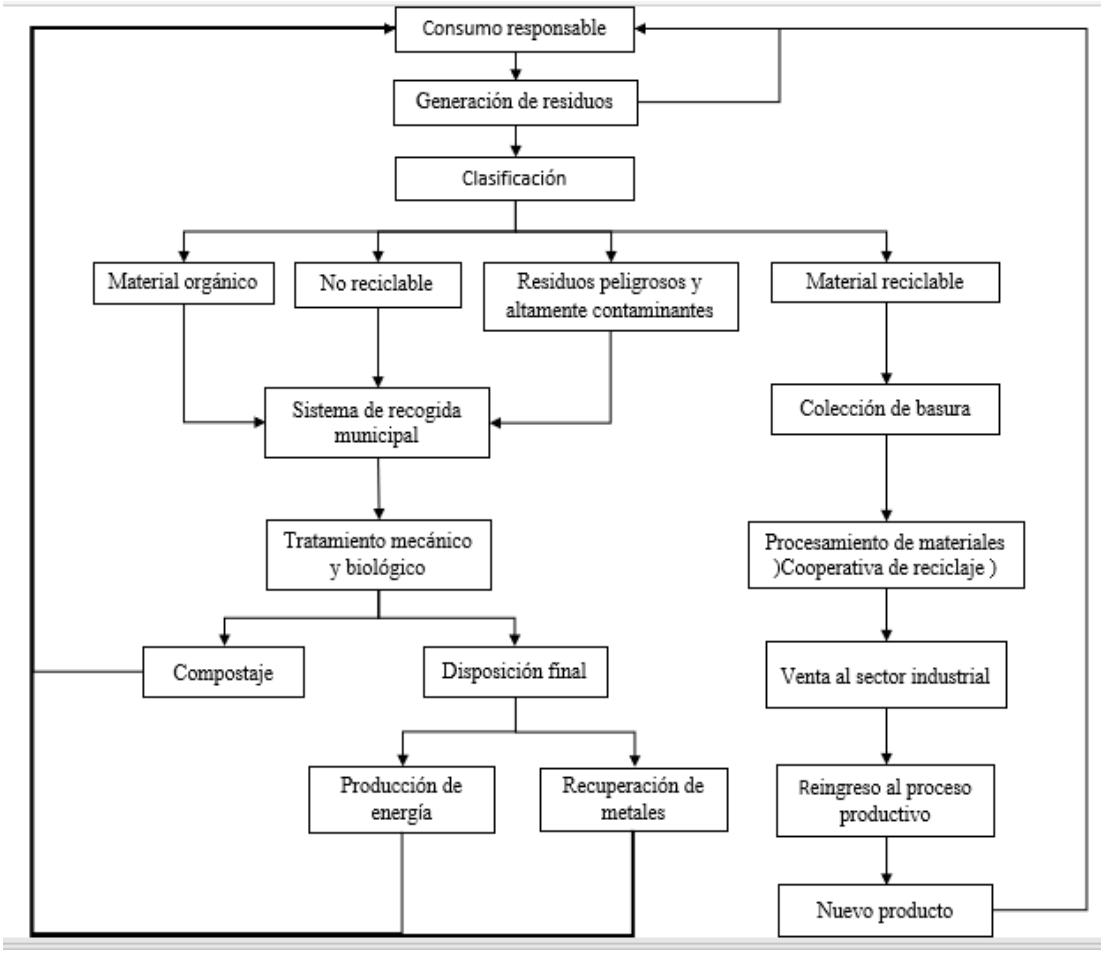


Figura 3. Modelo teórico para la gestión de residuos sólidos, aplicado a la ciudad, siguiendo los principios de la economía circular. Fuente: Tomado de (Burneo et al., 2020).

El esquema mostrado, emite un modelo de gestión eficiente basado netamente en la recirculación de la mayoría de los desechos, dando otra perspectiva de vida útil a los residuos sólidos y mirándolos en sí como materia prima. Ahora para poder cumplir lo contenido en este esquema debemos tener otra visión que va desde una Gobernanza basada en políticas públicas

adecuadas y estrategias que garantice la ejecución de programas o proyectos que vinculen a la sociedad de manera conjunta logrando ingresos que benefician a todos en aspectos económicos, sociales, culturales y ambientales, desarrollando un modelo de Economía Circular y logrando cumplir en gran parte los tan anhelados Objetivos de Desarrollo Sostenible. Estos aspectos se deberán valorar a través de indicadores como: Tasas de reciclaje (%), Total de RSU generados al año (ton), cantidad de residuos generados por tipo (ton, %), cantidad de residuos aprovechados/recuperados por tipo (ton, %), Producción Per-Cápita (kg/hab/día) y otras que la autoridad a cargo considere pertinente. Estos indicadores no solo controlarán la gestión de los residuos sólidos, sino que al tiempo servirán para medir el desarrollo de la Economía Circular.

Uno de los motivos para avanzar hacia una economía circular es el aumento de la demanda de materias primas y la escasez de recursos. Varias materias primas cruciales son finitas y, como la población mundial crece, la demanda también aumenta. Otra de las razones es la dependencia de otros países: algunos países de la UE dependen de otros países para sus materias primas. La economía circular es un modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido y de esta forma, el ciclo de vida de los productos se extiende (PE, 2018).

Botello-Álvarez, Rivas-García, Fausto-Castro, Estrada-Baltazar, y Gomez-Gonzalez (2018) señalan que el reciclaje basado en la recolección informal de residuos no puede considerarse parte de la producción limpia. El primer paso sería la formalización del reciclador; es considerado como, el reconocimiento legal de quienes realizan esta actividad por parte de la administración pública, y que como plantean Wilson, Araba, Chinwah, y Cheeseman (2009) puede conllevar a obtener beneficios económicos y sociales. El apoyo institucional puede canalizarse a través de subsidios y beneficios fiscales. Ser parte de un sector formalizado implica la adquisición de derechos y obligaciones. Los mineros urbanos se unen dentro de un sistema de recolección planificado que establece horarios y puntos de recolección para lograr una cobertura completa y organizada. El vínculo entre el coleccionista y la ciudadanía es de fundamental importancia. Los mineros deben usar un uniforme distintivo, equipo de protección personal y recibir capacitación en medidas de seguridad. Además, el comercio local puede ser estimulado mediante el reconocimiento a través de certificaciones de responsabilidad social y ambiental para las industrias que incorporan materiales reciclados en sus procesos (Burneo, Cansino, y Yñiguez, 2020).

Los ciudadanos están directamente involucrados a través del consumo responsable de acuerdo con la 3R. El sector público puede desarrollar campañas de concientización, vigilancia continua, instalación de depósitos de residuos debidamente clasificados en la ciudad e incentivos ciudadanos para promover una cultura ambiental. El fortalecimiento de un modelo cooperativo brinda confianza a sus miembros, garantiza sus derechos, remunera a los miembros por igual y actúa como una institución representativa entre los recicladores y quienes utilizan su actividad (Aparcana, 2017; Gutberlet, 2015).

4.2.2. Algunas de las principales razones para el desempeño deficiente de los sistemas de gestión de residuos sólidos residen en:

Un marco regulatorio deficiente, la usencia de un sistema avanzado para el manejo de residuos alimentarios, una falta de voluntad dentro de las empresas de servicios públicos para involucrar y llevar a cabo procesos de aprovechamiento de residuos, una ineficiencia de costos en la gestión. Esto sucede a pesar de que existe en la mayoría de los municipios a nivel nacional un sistema de cobro de tarifas (principalmente a la recolección), y debido a que las cantidades son insuficientes para una gestión adecuada (PE, 2018). Por otra parte, los municipios empleen grandes sumas de dinero para financiar los sistemas de gestión de RSU y por último tenemos que gran parte del esfuerzo se centra en la construcción de la infraestructura necesaria para la gestión de residuos (principalmente, el PNGIDS, ha pretendido en los últimos años como meta, aumentar los porcentajes de sitios de disposición final como rellenos sanitarios). Mientras, que el tema de concienciación se ha invertido muy poco, a pesar de ser indispensable para lograr una eficiencia determinada de las infraestructuras de gestión (Jara-Samaniego *et al.*, 2017).

4.2.3. El desempeño inadecuado del sector de gestión de residuos a nivel nacional incluye posibles acciones para solucionar algunas de las dificultades encontradas:

El reciclaje inclusivo presenta grandes retos que se podrían mejorar al certificar a los recicladores de base, incluir procesos de separación en la fuente y recolección diferenciada, así como incluir de manera formal a los recicladores de base a sistemas de gestión integral de residuos sólidos; y diseñar e implementar una política de pago por prestación de servicios de reciclaje a recicladores de base. Por su parte, el mercado de materias primas reciclables es deficiente, dado que muchos de los recicladores o asociaciones de recicladores realizan la venta a intermediarios y solo una minoría vende los materiales de forma directa a las fábricas de reciclaje, generando estos últimos mayores ingresos. Una solución para esto sería el trabajo en conjunto con los Municipios que son los encargados de la gestión integral de los residuos sólidos (Economist Intelligence Unit, 2017).

La GIRS presenta dificultades con la eliminación de la fracción biodegradable de desechos, así

como, la necesidad de recolectar de manera selectiva este tipo de residuos, evitando así la contaminación de esta fracción de residuos al mezclarse con residuos no biodegradables. Al reforzar la educación ambiental en los hogares, no solo se logrará una correcta separación por fracciones si no también se generara un realce del reciclaje, así como un adecuado acopio de residuos especiales. Por otra parte, tenemos los limitados presupuestos para inversión y operación de infraestructuras de valorización, mismas que podrían mejorar si se logra generar financiamiento hacia la industria de economía circular, viendo los residuos como un recurso y no como basura.

Déficit en la presentación de la información de RSU: Las estadísticas nacionales se basan en agrupar porcentaje de municipios que tienen implementados procesos de separación en la fuente y recolección diferenciada, no tanto a las cantidades que se recuperan y se valorizan, por lo que se dificulta obtener información clara de las tasas de reciclaje por cada fracción a nivel nacional, en otras fuentes como las encuestas nacionales de INEC, se revisó para conocer el estado del reciclaje de los envases, pero la información se refiere a hogares que realizan la separación, no a las cifras de las cantidades recuperadas de envases o embalajes, de plástico, papel, madera, entre otros que involucran los indicadores de la economía circular. De similar manera se presentan estas mismas limitaciones en lo relativo a los desechos especiales, específicamente a los Residuos de aparatos y equipos electrónicos (RAEE), que no se dispone de informaciones exactas de las tasas de recuperación (Jara-Samaniego *et al.*, 2017).

4.3 Desafíos y oportunidades para la gestión de residuos sólidos en Ecuador en el contexto de la economía circular.

Dentro de este marco se abordaron los ítems que están incluidos sobre los desafíos y oportunidades existentes en el estado actual de la gestión integral de residuos sólidos en el Ecuador, fomentando su capacidad para acceder a una sostenibilidad ambiental para aumentar la eficiencia del uso de recursos de una manera responsable a través de la implementación de la economía circular. En otras palabras, los ejes considerados son:

- Análisis del Marco Normativo.
- La gestión de residuos sólidos urbanos en Ecuador.
- Dificultades en las etapas de la gestión integral de residuos sólidos.
- Residuos sólidos y Especiales.
- Barreras que obstaculizan la implementación de la EC en el país.
- Reciclaje inclusivo.
- Costos dentro del sistema de GIRS.

- Solución a los problemas encontrados en el sistema de GIRS
- Recomendaciones para un correcto manejo de los RSU con la ayuda de la EC.

4.3.1. Análisis del Marco Normativo.

Generalmente la Constitución del Ecuador (2008) reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado (*Sumak Kawsay*) en los artículos 14 y 15, declarando de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados, para lo cual deberá promover en el sector público y privado el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. Desde luego, la prestación de servicios públicos de manejo de RSU es competencia exclusiva de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADs), como se expresa en el artículo 264 de la Constitución, y en los artículos 55 y 137 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD). Sin embargo, En Latinoamérica y el Caribe, un 51.9% de Municipios maneja los residuos a través de un plan de gestión integral, Ecuador no lo hace a pesar de que la normativa es rigurosa y explícita (MAE, 2015b; Tello Espinoza, Martínez Arce, Daza, Soulier Faure, y Terraza, 2010). Es por ello que en ciertas provincias de las regiones del país los hogares no realizan la correcta gestión de los residuos ocasionando que las instituciones encargadas no puedan llevar a cabo las actividades correspondientes para el adecuado manejo de los RSU en las distintas fases de la gestión integral de residuos como la minimización, generación, separación en la fuente, almacenamiento, recolección, aprovechamiento o tratamiento, y disposición final (MAE, 2015b), siendo preocupante las cifras expuestas entre los años 2014 al 2018, por tal motivo es una situación que necesita un cambio de raíz, debido a que este problema se origina desde la generación sin lograr una correcta clasificación de los residuos en los diferentes hogares, por el cual no se ha optado por una educación ambiental que ayudaría mucho a los diferentes GAD's en la gestión integral de RSU.

Por otra parte, en el artículo 9 del Código Orgánico del Ambiente (COA) en su Título II de los Derechos, Deberes y Principios Ambientales expone que "los principios ambientales deberán ser reconocidos e incorporados en toda manifestación de la Administración pública". En relación con la gestión de residuos, se reconoce el principio de responsabilidad integral, es decir, para toda actividad que genere o pueda generar impactos ambientales, en todas las fases de la actividad, esto es desde su generación hasta su disposición final. Se incluye la aplicación del principio ambiental "de la cuna a la tumba" y "el que contamina paga", mediante la

incorporación en los costos de producción de todas las medidas ambientales necesarias (ya sea para: prevenir, evitar o reducir) a fin de precautelar cualquier tipo de contaminación en el medio ambiente. El COA en su artículo 233 sobre la Aplicación de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) a la gestión de residuos y desechos no peligrosos, peligrosos y especiales, menciona que "los productores tienen la responsabilidad de la gestión del producto en todo el ciclo de vida de este. Esta responsabilidad incluye los impactos inherentes a la selección de los materiales, del proceso de producción y el uso del producto, así como lo relativo al tratamiento o disposición final del mismo cuando se convierte en residuo o desecho luego de su vida útil o por otras circunstancias". Para el cumplimiento de la REP (que también puede referirse como responsabilidad ampliada del productor), la Autoridad Ambiental Nacional a través de normativas deberá determinar los productos sujetos a la política de REP, así como las metas y los lineamientos para la presentación del programa de gestión integral (PGI) de los residuos y desechos originados a partir del uso o consumo de los productos regulados.

Sobre la REP, el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), en su libro VI aprobado mediante Acuerdo Ministerial 061 (emitido en mayo de 2015), artículo 50 establece que "los productores o importadores, según sea el caso, individual y colectivamente, tienen la responsabilidad de la gestión del producto a través de todo el ciclo de vida del mismo, incluyendo los impactos inherentes a la selección de los materiales, del proceso de producción de los mismos, así como los relativos al uso y disposición final de estos luego de su vida útil". La REP se aplica en la gestión de desechos plásticos de uso agrícola (Acuerdo Ministerial 021), gestión de aparatos eléctricos y electrónicos (Acuerdo Ministerial 190) y la gestión de neumáticos usados (Acuerdo Ministerial 129).

Ahora bien, el Artículo 232, del reciclaje inclusivo establece que: 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 (CODA, 2019). Así mismo el Artículo 561, principios, informa sobre el ejercicio de la gestión integral de residuos y desechos, además se regirá de acuerdo al literal d) De la cuna a la cuna: Procurar la calidad, ecodiseño y fabricación de productos con características que favorezcan el aprovechamiento y minimización de la generación de residuos y desechos, contribuyendo al desarrollo de una economía circular (CODA, 2019). Después en el Artículo 562 se refiere a las políticas generales de la gestión integral de los residuos y desechos, en el literal c) con respecto

a la promoción de la incorporación transversal del reciclaje inclusivo en los distintos niveles de gobierno.

4.3.2. La gestión de residuos sólidos urbanos en Ecuador.

La gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) en Ecuador ha ido evolucionando a la par de lo que ha ido exigiendo el crecimiento demográfico, la densificación en zonas urbanas, el desarrollo del sector industrial y empresarial y el cambio en los patrones de consumo, entre otros factores. El incremento en la generación de RSU ha dificultado su gestión al demandar una alta inversión económica, tanto por parte de las administraciones como por parte de empresas privadas (Jara-Samaniego *et al.*, 2017), resultando hasta el momento en sistemas de gestión insuficientes. En tal sentido, en Ecuador el manejo de los desechos sólidos se ha constituido en una problemática social, económica y sobre todo ambiental para los gobiernos municipales, que son responsables directos de su gestión (Ruiz Guajala, Luzuriaga Jaramillo, y Rodríguez Peña, 2015). Esta situación favorece las prácticas inadecuadas de manejo de RSU, como el vertido en arroyos y ríos, que producen graves problemas de contaminación en el suelo y las aguas superficiales (Jara-Samaniego *et al.*, 2017). Como resultado de ello se presentan afecciones a la salud humana y al medio ambiente en todos los países en vías desarrollo (Maas, Rudin Valverde, y Abarca Guerrero, 2017; Triassi *et al.*, 2015), incluido Ecuador (Jara-Samaniego *et al.*, 2017).

4.3.3. Dificultades en las etapas de la gestión integral de residuos sólidos.

La recolección de residuos sólidos domiciliarios, comerciales e industriales mezclados en una zona urbana es una tarea difícil y compleja, ya que éstos tienen múltiples formas de generarse y cada actividad humana es un punto de generación, ya sean las propiedades privadas, los espacios públicos e incluso las zonas deshabitadas (Sillanpää y Ncibi, 2019). Los residuos generados por los grupos humanos siempre existieron, pero su presencia, en tanto problema ambiental, es un fenómeno reciente. La razón de los residuos sólidos urbanos se refiere explícitamente a dos fenómenos íntimamente relacionados: 1) la expansión humana que se expresa en la ocupación, explotación y predominio de la especie en prácticamente todos los ecosistemas y rincones del planeta y 2) la lógica de producción-consumo industrial-capitalista (Calva-Alejo y Rojas-Caldelas, 2014).

El manejo de los residuos sin control trae problemas para la salud y el ambiente, lo que causa riesgos importantes. Incluso en un contexto global, existen residuos que pueden viajar grandes distancias, aumentando la contaminación del planeta. Además, los residuos sólidos urbanos han adquirido características fisicoquímicas que hacen más difícil su degradación natural (Sillanpää y Ncibi, 2019). Esto, en conjunto con la escasa cultura ambiental de la población y los cambios

en los hábitos de consumo, han hecho que la recolección de los residuos se convierta en una tarea de grandes dimensiones que requiere un importante gasto de recursos (Couto y Hernández, 2012). La educación al público tiende a lograr una ciudadanía más informada que pueda participar activamente en la resolución de los problemas que enfrenta la comunidad en el área del medio ambiente en general, y de los residuos sólidos en particular (Rondón Toro, Szantó Narea, Pacheco, Contreras, y Gálvez, 2016).

Esta recolección ha crecido de manera importante en los últimos años, al tiempo que las nuevas tecnologías para convertir los residuos en recursos constituyen un desafío a resolver. Donde los residuos pueden convertirse en dinero, el problema de los residuos cobra vida y el escalamiento de este potencial vital genera posibilidades comerciales para fabricantes, comerciantes, ingenieros industriales y autoridades encargadas por ley de asegurar la disposición segura de la materia de desecho generada en su jurisdicción. La industria también parece ofrecer una posibilidad de redención a las problemáticas consecuencias del creciente nivel de consumo, tomado con frecuencia como indicativo de estándares de vida que sostienen la noción del crecimiento económico como bien social absoluto (Harvey, 2012).

En el Ecuador, bajo este contexto, el Gobierno Central a través de del Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (MAE, 2014b), se impulsa la gestión de los residuos sólidos en los municipios del Ecuador, con un enfoque integral y sostenible; con la finalidad de disminuir la contaminación ambiental, mejorar la calidad de vida de los ciudadanos e impulsando la conservación de los ecosistemas; a través de estrategias, planes y actividades de capacitación, sensibilización y estímulo a los diferentes actores relacionados (Alcocer, Cevallos, y González, 2019).

4.3.4. Residuos sólidos y Especiales.

Los marcos regulatorios nacionales han intentado incorporar principios y estrategia para la recuperación de residuos en la industria o minimizar la generación de residuos peligrosos/especiales, por ejemplo:

- **Aceites lubricantes**: El aceite lubricante usado (ALU) es considerado un residuo peligroso por su contenido elevado de metales pesados como: plomo, cadmio, cromo, solventes clorados entre otros contaminantes, y por su persistencia y capacidad de extenderse en grandes áreas de suelo y agua, tomando en cuenta que un litro de aceite contamina 1000 litros de agua (MAE, 2019). En Ecuador, ha tenido un notable incremento en el parque automotor, en el último censo determinó que en el 2016 el parque automotor fue de 2.056.213 vehículos matriculados, debido a las facilidades de adquisición de nuevos vehículos, haciendo que los talleres mecánicos, lavadoras

automotrices, servicio de cambio de aceite automotriz, concesionarios de vehículos y la industria en general, es donde se concentra el almacenamiento de los aceites residuales, la mayor concentración y así mismo las autoridades han planificado y controlado los desechos de aceites residuales en Quito, Ibarra, Cuenca, las demás ciudades están planificando estrategias para optimizar el manejo de este elemento contaminante (INEC, 2016a). Al mismo tiempo, en Ecuador existe una normativa que se involucra al adecuado tratamiento que los aceites lubricantes deben recibir luego de ser desechados, en base al A.M. N°042 se expide el instructivo para la aplicación de la responsabilidad extendida en la gestión integral de aceites lubricantes usados y de envases vacíos (MAE, 2019). El art. 8, Título V del A.M. N°042, menciona sobre la eliminación de los aceites lubricantes usados y envases vacíos, los cuales se realizará bajo el principio de jerarquización a través de los siguientes procesos mismo que deberán contar con la autorización administrativa:

Para aceites lubricantes usados

1. Reúso.
2. Regeneración (recuperación de materiales).
3. Coprocesamiento (valoración energética).

Para envases metálicos vacíos

1. Reúso.
2. Reciclaje.

Para envases vacíos plásticos

1. Reúso.
2. Reciclaje.
3. Coprocesamiento.
4. Incineración.

Cabe destacar, que el crecimiento de la población, al igual que el parque automotor y por ende la comercialización de los aceites usados para los mantenimientos de estos vehículos está generando una problemática a la sociedad debido a la contaminación ambiental, la irresponsabilidad de la eliminación de desechos generados en estos vehículos y especialmente el no tener una normativa de reutilización de estos desechos que se cumpla a cabalidad por toda la ciudadanía consumidora de los mismos, contribuyen a que se genere esta problemática (Neira, 2017).

- **Lámparas y luminarias:** Ecuador por muchos años no ha contado con una cultura que se preocupe en la preservación del medio ambiente, es por ello, que en el tema del uso

de lámparas y luminarias es habitual ver que los ciudadanos echen a la basura todo tipo de focos entre ellos ahorradores (Telégrafo, 2014). En el 2014, la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL) con el programa de cambiar las bombillas que cumplieron su función por bombillas nuevas, entregó alrededor de 800000 bombillas para incentivar el ahorro de energía en la población. Menor consumo de energía y mayor durabilidad son dos de las ventajas principales que llevaron a diversos países, incluido Ecuador, a cambiar los focos incandescentes por los ahorradores. Los programas de la empresa eléctrica hacia la recolección, acopio y tratamiento de estos se enfocan en deshacerse de forma responsable de las bombillas de luz blanca cuando ya pierden su máxima utilidad, para luego ser reemplazadas por focos nuevos, este proyecto involucra a cada ciudadano, logrando así un reciclaje correcto del material para que puedan recibir el tratamiento adecuado y que el mercurio de dichos focos puedan ser extraídos para la producción de productos o el confinamiento para evitar su expansión al ambiente (Telégrafo, 2014).

- **Baterías comunes y baterías eléctricas:** En este aspecto, desde el principio de la responsabilidad extendida, el A.M. No. 022, menciona que los fabricantes e importadores de productos que tienen baterías deben informar a los consumidores sobre cómo retirar estos productos después de su uso, y socializar sobre los posibles destinos de los dispositivos. De similar manera, involucra estrategias hacia los establecimientos que comercializan baterías, donde deben contener puntos de recogida adecuados, para los mismos.
- **Residuos peligrosos no recuperables:** El tratamiento de residuos peligrosos no recuperables es de gran importancia dentro de las acciones de la economía circular, pues las iniciativas que promuevan la mejor aplicación de la legislación en la recolección selectiva y en el aumento de conciencia ambiental a nivel nacional, reduciendo así los problemas ambientales. Esto servirá para crear un mejor vínculo entre la legislación sobre residuos y acciones más amplias en apoyo de la EC en el futuro (Sillanpää y Ncibi, 2019).
- **Aceites de transformadores eléctricos:** Los aceites de transformadores bajo el convenio de Estocolmo de los compuestos orgánicos persistentes, el MAE y el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, lanzaron el programa el para la gestión integral y ambientalmente adecuada de Bifenilos Policlorados (PCBs) en el Ecuador, en el 2014. Donde se pudo observar la problemática que se encuentra en establecer la cantidad de transformadores que posiblemente contienen aceite dieléctrico contaminado

con PCBs, puesto que están en todo el país del sistema eléctrico ecuatoriano, para poder establecer un proceso de gestión ambientalmente adecuado para los mismos, posteriormente es necesario trabajar en los lugares donde están almacenados los transformadores que contiene aceite dieléctrico contaminado con PBCs y realizar la gestión de sitios contaminados (MAE, 2017a). Sin embargo, como punto de partida se podría establecer a las provincias donde las Empresas Eléctricas tiene mayor número de transformadores que distribuyen la energía eléctrica. El Inventario Preliminar del 2003 mostró como resultado la existencia de 382,452.64 galones de aceite contaminado con PCBs, sin embargo, este no permite identificar, a nivel nacional, la concentración por equipo, así como la ubicación y de esta forma priorizar las acciones de eliminación ambientalmente adecuada en función de la concentración y ubicación para reducción de riesgos (MAE, 2017a). Siendo que este es el mayor problema del país relacionado con los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), se debe trabajar directamente con las autoridades del sector eléctrico para ajustar el inventario con el detalle requerido en el Convenio de Estocolmo. Se requiere identificar equipos en uso, almacenados, abandonados, almacenamiento de aceites contaminados, definición de sitios contaminados (MAE, 2017a).

La ausencia legislativa formal o reglamento para los PCB es una barrera importante para la implementación de un sistema de gestión ambiental racional de los PCB. La Constitución y el Plan Nacional para el Buen Vivir direccionan hacia la necesidad de reducir y eliminar la existencia de COPs, pero hay una necesidad de contar con una reglamentación especial independiente para la aplicación de la gestión ambiental racional de los PCB acompañado por directrices técnicas y capacitación para el correcto cumplimiento (MAE, 2017a). En este momento no existe una norma específica para almacenamiento de desechos peligrosos, para ello se tiene que cumplir con los lineamientos establecidos en el Reglamento para la Prevención y control de la Contaminación por Desechos Peligrosos del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente MAE. Por tanto, como una de las actividades del proyecto se establece realizar normas y estándares para la gestión ambientalmente de los COP en general, y la formulación de un reglamento para los PCB en particular (MAE, 2017a).

- **Neumáticos:** El Ecuador desecha anualmente millones de neumáticos, un porcentaje de ellos son reutilizados para el reencauchado, pero la gran mayoría es incinerada o depositada en basureros al aire libre, lo que representa una amenaza contra el ambiente

(MAE, 2013). Como respuesta a esta problemática, el Ministerio del Ambiente (MAE) expidió mediante el Acuerdo Ministerial No. 098, el Plan de Gestión Integral de los Neumáticos Usados con el objetivo de establecer los requisitos, procedimientos y especificaciones ambientales para la elaboración, aplicación y control del plan para la recuperación y tratamiento de las llantas. El AM-098, contempla la prevención de la degradación ambiental causada por neumáticos inutilizables y su destino ambientalmente apropiado, estableciendo la presencia obligatoria de puntos de recolección en municipios (MAE, 2015a). El documento describe el correcto proceso que deben cumplir los importadores y productores, en cuanto a la cadena de comercialización, mecanismos de comunicación, recolección, devolución, acopio, transporte, tratamiento, disposición final y exportación en los casos que aplique, con la finalidad de garantizar un manejo ambientalmente seguro de los desechos (MAE, 2015a). El MAE, con este acuerdo, pretende cumplir con metas graduales de recolección, con una meta mínima del 20% del total del tipo de neumáticos puestos en el mercado y con un incremento anual de un 10% hasta alcanzar un desarrollo total del plan, como mínimo de un 85% de los neumáticos ingresados en el mercado (MAE, 2013). De igual forma, la recolección para la provincia de Galápagos es del 100% de los neumáticos puestos en el mercado, debido a que estos son importados al continente para que conjuntamente con el trabajo del gobierno nacional y de empresas involucradas en el reciclaje se realice el tratamiento adecuado para los neumáticos en unión con el PNGIDS.

El Plan de Neumáticos Usados es parte del principio de Responsabilidad Extendida de productores e importadores, establecido en el reglamento para prevención y control de la contaminación de productos químicos peligrosos esto surgió en demanda a los sistemas de tratamiento y disposición final de los desechos susceptibles a ser reciclados (MAE, 2013). Actualmente, los importadores tienen la responsabilidad de prever la disposición final de los desechos, a través de un plan de gestión integral, que deben presentar a la Autoridad Ambiental para su aprobación. Tienen que constar los mecanismos de elaboración y disposición final del desecho, una vez que el producto cumplió con su tiempo de vida útil. El MAE, como Autoridad Ambiental Nacional, tiene la responsabilidad y obligación de fomentar la coordinación institucional para la gestión integral de neumáticos usados, con el propósito de optimizar e integrar esfuerzos y recursos; controlar y vigilar el cumplimiento de las medidas establecidas en esta normativa (MAE, 2013).

- **Residuos orgánicos:** En el caso de los residuos orgánicos, el enfoque de la gestión de residuos orgánicos a través de los principios de la economía circular (CE) han sido analizados por Paes, Bezerra, Deus, Jugend, y Battistelle (2019), las principales dificultades residen en los elevados costos logísticos de la gestión de la cadena de suministro; la falta de normas y reglamentaciones técnicas, así como la disponibilidad y falta de homogeneización de los residuos orgánicos, mientras que como beneficios se aprecia la posibilidad de convertir los flujos de desechos en recursos valiosos, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero la estimulación de proyectos cooperativos y producción de bioquímicos y energía. Por otra parte, los desechos orgánicos, desde el enfoque de las tecnologías de digestión aeróbica y anaeróbica ha sido tratado por Wainaina *et al.* (2020), estos tratamientos aplicables apoyan a una economía sostenible, la conservación del ecosistema y reduzcan la dependencia de los recursos naturales finitos, lo que va acompañado de los principios de la economía circular de base biológica que involucra a los desechos y residuos orgánicos como recursos potenciales que pueden utilizarse para suministrar productos químicos, nutrientes y combustibles necesarios para las actividades humanas. Por ejemplo, las rutas desarrolladas dentro del dominio de la digestión anaeróbica permiten obtener biogás y otros químicos de alto valor (ácidos grasos volátiles), adicionalmente, estas fracciones tienen un potencial para recuperar nutrientes importantes, como el nitrógeno a través de procesos de compostaje (Kumar, 2020).

  Recientemente Yaashikaa, Kumar, Saravanan, Varjani, y Ramamurthy (2020), identificaron el procesamiento anaeróbico de RSU para la generación de metano y biogás como la opción más atractiva en comparación otras tecnologías aplicables para el tratamiento de los RSU, pues factores como los aspectos económicos, el ahorro de energía y las ventajas ecológicas de la producción de energía sostenible. La producción de energía en el sector de residuos sólidos urbanos ha sido analizada para tecnologías de conversión de residuos en energía por vías bioquímicas y termoquímicas para la ciudad de Quito. Este estudio mostró que existen considerables potenciales energéticos calculados a través de rutas fueron 5970 kWh / tonelada de RSU (termoquímicos) y 62 kWh / tonelada de RSU (bioquímico) respectivamente. Asimismo, los potenciales de generación de energía se estimaron en 0.78 y 0,07 MW / tonelada de RSU para procesos bioquímicos y termoquímicos, respectivamente. Así, este estudio ilustra que los RSU de Quito tienen un alto potencial para producir energía (Moya, Aldás, Jaramillo, Játiva, y Kaparaju, 2017), de igual forma, el aprovechamiento de fracciones lignocelulósicas

de los residuos pueden incrementar el uso de biomasa en la matriz energética nacional (Arteaga-Pérez, Segura, y Santana, 2016). A pesar de ello, la producción de energía de la biomasa y el biogás apenas representan el 1.32% y 0.13% respectivamente, de la producción primaria de energía a nivel nacional (ARCONEL, 2020). Esto muestra que el uso aún es muy limitado, y dado las cantidades de residuos orgánicos sin valorizar, existe un potencial de aprovechamiento de estas fracciones a nivel nacional.

- Del mismo modo, las actividades de minería urbana son muy feminizadas (el 74% de los recicladores son mujeres) y de edad madura (55 años, como promedio). La mayoría de ellos han consolidado el reciclaje como parte de su actividad laboral. En promedio, han estado trabajando como recicladores durante casi 10 años. Sin embargo, esta actividad no los satisface lo suficiente. Esta actividad laboral no cubre una satisfacción total, la mayoría de los recicladores expresan que sus vidas van empeorando cada año (Burneo, Cansino, y Yñiguez, 2020). La participación de las microempresas privadas en la recolección y transporte de residuos sólidos han ido en aumento, principalmente porque en apariencia, generan ahorros a las municipalidades y/o empresas de aseo, ya que en general, sus costos consideran básicamente la mano de obra y los combustibles, sin tomar en cuenta, los que corresponden al mantenimiento y depreciación. Es por esto que sus costos y tarifas de cobro son inferiores a los que incurre la municipalidad y/o las empresas privadas, muchas veces en detrimento de la calidad esperada del servicio (CNC, 2019). Otros actores en la recogida de los residuos sólidos son los Gestores Informales denominados minadores o recicladores a pie de vereda. Este numeroso grupo de actores tienen características socioeconómicas vulnerables. Normalmente trabajan en grupos familiares y dividen sus zonas de trabajo por territorios. Realizan la tarea de separación de los residuos de las fundas de basura que han sido previamente puestas en contenedores o aceras por los generadores antes de la recolección formal. También se incluyen en esta tarea la recolección de material orgánico de restaurantes, recolección de chatarra o al detal (CNC, 2019). Varias ONG se han estado vinculando al sector, promoviendo el mejoramiento social y económico de los grupos vulnerables, especialmente minadores (CNC, 2019).

4.3.5. Barreras que impiden la implementación de la EC

Existen numerosas dificultades que restringen o impiden la posibilidad de implementar la economía circular en el país, ya que todavía es un movimiento con poca visibilidad y representatividad en los segmentos que podría promover su incorporación en las mejores prácticas comerciales y políticas vigentes en la actualidad. La adopción de la economía circular

generalmente surge de la necesidad de profundos cambios culturales en las empresas, los gobiernos y los ciudadanos, por lo que requiere la participación de muchos sectores.

- **Producción y consumo:** Para avanzar, el movimiento para incorporar la economía circular en la producción y el consumo necesita superar diferentes barreras y desafíos, con énfasis en:
  - **Segregación en la fuente:** El porcentaje de GADs que reportan procesos de separación en la fuente son 31.8%, pero, aun así, en muchos de ellos, están definidos, pero no son efectivos, pues los residuos siguen partiendo mezclados desde los hogares, y la recolección diferenciada muchas veces es un plan, ordenanza o planificación que abarca, barrios pilotos, o sectores poblacionales del cantón. Lo que denota que las cantidades de procesos de separación de residuos domésticos en hogares es insuficiente. Este proceso inicial, tiene repercusiones en el reciclaje, pues los materiales mezclados se contaminan, y en muchos casos fracciones (por ejemplo, el papel) se dañan y no puede revalorizarse o el proceso es mucho más difícil y costoso (Kumar, 2020).
  - **Reciclaje:** Según las estadísticas realizadas por INEC, en el país se producen aproximadamente 4 millones de toneladas de desechos al año. De acuerdo a los datos que presenta INEC, a través de ENEMDU 2017, tan solo el 47.47% de los hogares realizan la práctica de clasificar sus residuos en la fuente (plásticos, orgánicos, papel, cartón y vidrio).
  - **Normativa vs realidad:**

    A pesar de que el marco normativo ambiental en Ecuador, defina que los GADs deben fomentar estrategias que involucren a los recicladores en la gestión integral de residuos sólidos, es un tema complejo, por ejemplo, en el estudio de 12 ciudades de AL, una de las dificultades de los recicladores de Quito, la capital de Ecuador, estaban relacionados con el acceso a material reciclable; pues la ciudad se incluía dentro de las ciudades de: Asunción, Belice, Quito, San José, Santa Cruz y Santiago, debido a que no cuentan con una herramienta legal que contemple la posibilidad de contratar directamente a organizaciones de recicladores para servicios de recolección. (Economist Intelligence Unit, 2017). Aun así, en Ecuador, existen proyectos municipales como “Mi barrio recicla” en Latacunga, “Pastaza recicla” en Pastaza, o “Quito a Reciclar”, en la capital del país, que están basados en la recolección diferenciada puerta a puerta que incluyen a recicladores, lo que facilita el acceso a estas fracciones por parte de este grupo.

- **Mercado y otras limitaciones**

  El criterio de mercado fue el punto más crítico de los recicladores en el estudio de 12 ciudades de América Latina y el Caribe, que abarco la ciudad de Quito, pues los recicladores tienen dificultades con los productos en los mercados de reciclaje. Una de las preocupaciones expresadas en este reporte es que la mayoría de los procesos se realizan de forma manual, sin camión, sin prensa y sin picadora, por ende, los intermediarios terminan agregando valor al material, lo que hace que el ingreso de los recicladores sea menor, donde, por ejemplo: en las ciudades Quito, Guayaquil, Cuenca y Manta abarcan el 48% de los residuos sólidos y en ellas se concentra la mayor cantidad de empresas recicladoras (Kumar, 2020). La distribución de recicladores de base tiene un gran número en las ciudades más pobladas del país como Guayaquil y Quito, donde laboran el 50% y 39% de los recicladores, mientras que el 6.75% se distribuyen en la ciudad de Cuenca y un 4.25% en la ciudad de Manta (IRR, 2015). Otro aspecto importante son las condiciones de trabajo, donde muchas veces enfrentan la actividad sin materiales ni infraestructuras en muchos de los casos, a lo que se adiciona que no existen mecanismos de pago periódico fijo para los recicladores de base por servicios prestados; la remuneración que reciben está ligada a la venta del material, pero no al servicio que prestan (Kumar, 2020).
- **Poca aceptación de los productos reciclados por parte de los consumidores y las empresas:** Se puede identificar un cierto grado de desconfianza con respecto a la calidad de los productos que usan materiales reciclados, restaurados, usados o reutilizados (IRR., 2015). En cuanto a la empresa, existen dudas acerca de garantizar el suministro de material reciclado en volumen, calidad y plazo adecuados. En cuanto al consumidor, se sabe que algunos están dispuestos a pagar por productos ecológicos. Son ecológicos, pero a la mayoría no parece importarles mucho (IRR., 2015).
- **Falta de inversión e incentivos políticos:** en el segmento de reciclaje, por regla general, las empresas son pequeñas o medianas, algunas son cooperativas y muchas operan de manera informal. Hasta la fecha no existen registros de inversores interesados en proyectos de recuperación de residuos sólidos; esto puede estar asociado a las tecnologías disponibles en la actualidad que con residuos mezclados son difíciles de operar, y por lo tanto no pueden resolver todos los problemas del sector, además, el retorno de la inversión puede ser más lento que en otras empresas (IRR., 2015).

- Así mismo existen otras barreras que impiden la implementación de la EC como la transferencia de conocimiento y la necesidad de inversiones para la adopción de nuevas tecnologías, principalmente para el sector agrícola, también pueden obstaculizar la implementación de la EC. También se identifican barreras relacionadas con la necesidad de compartir activos, la distribución de subproductos a pequeños productores y las dificultades en el financiamiento público y privado. Los gobiernos deben fomentar la integración de la economía circular y el pensamiento sistémico en los programas de educación en los niveles fundamental, medio y superior (Ellen MacArthur, 2015). Es necesario un profundo cambio cultural, comenzando con la educación ambiental, combinado con un buen proceso de sensibilización y comunicación social.

4.3.6. Reciclaje inclusivo.

En la región de América Latina y el Caribe existe un aproximado de cuatro millones de hombres y mujeres que basan su sustento económico en la recuperación de residuos sólidos potencialmente reciclables, como papel, cartón, plástico y metal. La Iniciativa Regional para el Reciclaje Inclusivo (IRR) fue creada en mayo de 2011 con el objetivo de integrar a las y los recicladores de base de América Latina y el Caribe en los mercados formales de reciclaje. Este programa cuenta como socios estratégicos con el Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN) y la División de Agua y Saneamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Coca Cola América Latina, Fundación Avina, la Red Latinoamericana de Recicladores (Red-LACRE) y PepsiCo Latinoamérica (IRR, 2015). De igual forma con el propósito de conseguir cambios positivos en la inclusión de los recicladores de residuos sólidos de América Latina, fomentar la coordinación entre gobiernos nacionales, gobiernos locales, y promover la participación del sector empresarial para lograr una mayor inclusión de los recicladores en la cadena de valor (CNC, 2019). Las entidades responsables de la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) están constituidos por el MAE, MSP, MIDUVI, GAD's Municipales, AME, entre otros. Adicional en el proceso de los residuos sólidos se incluye actores formales denominados Gestores Ambientales quienes cuentan con licencia ambiental para gestionar residuos (recoger y/o transportar y/o transformar y/o disponer), los cuales entablan sociedades o nexos comerciales con grandes y medianos generadores para gestionar los residuos especiales con el fin de reciclaje (CNC, 2019).

Dentro de este contexto, en los últimos años el Ecuador ha experimentado avances significativos en la generación de políticas públicas para garantizar la adecuada gestión integral de residuos sólidos (GIRS) y reciclaje inclusivo. Por primera ocasión en marzo de 2015 se formalizó el impulso de la cadena de Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) dentro del

programa de la Nueva Matriz Productiva del Ecuador. Mientras, la iniciativa Regional del Reciclaje construyó una plataforma de alianzas estratégicas y multisectoriales entre distintos actores del sector de reciclaje como un espacio de diálogo y acción entre estos actores para poder ganar escala e impacto con iniciativas específicas de difusión de buenas prácticas y modelos efectivos de inclusión económica de los recicladores (IRR, 2015). Cabe destacar que a pesar de que existe una normativa que involucra el reciclaje inclusivo, la realidad es otra pues las tasas de reciclaje son bien bajas, y los recicladores cuentan con pocas condiciones para la actividad, dichas actividades impactan en el medio ambiente al ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) una acción muy importante en el medio natural.

4.3.7. Costos dentro del sistema de GIRS.

El principio 16 de la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en 1992 en Río de Janeiro, establece que "las autoridades nacionales deberían procurar fomentar la internalización de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos, teniendo en cuenta el criterio de que el que contamina paga, es decir, cargar con los costos de la contaminación, teniendo debidamente en cuenta el interés público y sin distorsionar el comercio ni las inversiones internacionales" .

La industria del reciclaje en Ecuador y en la región ha tenido un importante repunte en los últimos años, motivada, por un lado, por el aumento de residuos sólidos generados por la sociedad de consumo, así como por el alza en los precios de las materias primas importadas para la producción de bienes y servicios; y por el otro, ha emprendido en un proceso de inversiones y desarrollo de infraestructura productiva, lo que ha activado importantes circuitos de recuperación, acopio, clasificación y comercialización de materiales reciclables para su aprovechamiento y transformación de los residuos en nuevos insumos y productos que retornan al mercado. En este sentido los recicladores de base que no logran acumular gran cantidad de volumen y que se encuentran alejados de las plantas de reciclaje ubicadas en su gran mayoría en la ciudad de Guayaquil, son los más vulnerables en los procesos de comercialización y, por ende, en los ingresos percibidos por la venta del material (IRR, 2015).

En base a los resultados de estudios realizados anteriormente, el precio de comercialización más alto por tonelada métrica se situó en USD 120 y el más bajo en USD 90 (IRR., 2015). Las industrias por su parte buscan fidelidad en sus proveedores, por lo que existen programas de beneficios, incentivos y mejoras en condiciones de negociación conforme el reciclador de base o el intermediario crezca y sea fiel a una industria. Estos beneficios e incentivos incluyen adelantos de capital, pequeñas inversiones en equipamiento, capacitación y dotación de uniformes, principalmente, con el objetivo de mejorar la eficiencia de recuperación de material

y las condiciones laborales de las organizaciones de recicladores de base. Las industrias, así mismo, buscan generar alianzas con organizaciones sociales de recicladores, así como también con centros de acopio con el fin de garantizar la mayor cantidad de materia prima y minimizar la variación y especulación en precios de comercialización (IRR, 2015).

Respecto a los precios de comercialización en el año 2014, el precio de los márgenes para el agente intermediario aproximado osciló entre USD 85 y USD 90. En esta industria, el volumen y la clasificación del material son factores esenciales para la fijación del precio. Las empresas consultadas coincidieron en que sus políticas son a mayor volumen y mejor clasificación, mayor precio y mayores beneficios. Es importante mencionar que el sector público y privado han aunado esfuerzos para la creación de una herramienta normativa que permita el reciclaje de PET para uso alimenticio (R-PET), y así lograr la incorporación del porcentaje de material reciclado PET para la elaboración de botellas para bebidas. Respecto a los precios del PET, en el periodo analizado fue de USD 700 a USD 800 por tonelada, dependiendo la variación a diversos factores como volumen, calidad y tipo de material, así como la distancia y transporte de este. Los márgenes para intermediación fueron de USD 50 a USD 100 por tonelada, los recicladores recibieron un valor de USD 650 por tonelada, es decir, USD 50 menos que el valor del impuesto, lo que generó dicho margen en la intermediación (IRR, 2015).

El precio de comercialización de residuos potencialmente reciclables varía de acuerdo con factores como volumen, calidad, distancia y transporte hacia las plantas de reciclaje, factores que son fundamentales a ser considerados en el fortalecimiento del reciclaje inclusivo. Según estudios realizados en cuatro ciudades del país, tenemos estadísticas de ingresos y egresos de los recicladores presentes en las ciudades de Quito, Guayaquil, Cuenca y Manta. De los miembros del hogar que colaboran en el trabajo del reciclaje y reciben remuneración por ello, Por ejemplo, se destacó la ciudad de Manta con un 76%, seguida por la ciudad de Cuenca con un total del 49%. Del mismo modo se registró que la gran mayoría, 90%, de recicladores de base no son afiliados al Seguro Social Ecuatoriano (IESS). Del total de las personas que se dedican a esta actividad, se registró que un 78% de personas realizan otras actividades que aparte del reciclaje generan ingresos dentro del hogar, de las cuales, el 26% señaló que realiza actividades a “cuenta propia”, es decir, sin relación de dependencia, 23% realizó actividades de crianza de animales y agricultura, 9% relacionadas con construcción y 7% relacionadas con comercio, entre las más representativas. En relación a los gastos mensuales por parte de recicladores de base, se destacan los gastos relacionados a vivienda y alimentación representado el 68% de los gastos mensuales (IRR, 2015). El cual es un gasto muy elevado dentro del hogar ya que el sueldo establecido para los recicladores no puede cubrir el total de gastos que se

necesita en sus hogares, logrando que exista pérdidas económicas y dificultades para llevar una vida plena.

4.3.8. Soluciones propuestas para el sistema de GIRS

Se constata que es notable el avance en materia de Gestión Integral de Residuos Sólidos en Ecuador, tanto en la normativa nacional como en su aplicación, sin embargo, a pesar que los GADs Municipales han desarrollado mecanismos para realizar una gestión diferenciada, los avances en el territorio no han sido todos los necesarios (Chacón *et al.*, 2018). La sociedad demanda una gestión de residuos que, además de ser segura, sea sustentable para la conservación de recursos y la prevención de la contaminación del ambiente (Chandrappa, 2012). Por ello se plantea el concepto de un sistema de gestión integral, el cual procura minimizar el impacto, dar solución a los problemas en las distintas fases de manejo y cumplir la normativa. Además, puede ser controlado y monitoreado, a fin de obtener información para la toma de decisiones y establecer medidas regulatorias (Chandrappa, 2012).

4.3.9. Recomendaciones para un correcto manejo de los RSU con la ayuda de la EC.

No obstante, para poder implementar un sistema de EC en Ecuador es necesario que los sistemas de depósito, devolución y retorno (SDDR) tengan la capacidad de impulsar el aprovechamiento de los recursos, debido a la alta captación de materiales (y de alta calidad) que obtienen si son correctamente diseñados. Bajo este contexto podría tener sentido su implementación en Ecuador a fin de cumplir con el principio de economía circular reconocido dentro de las políticas para el logro del objetivo cuatro del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 (SENPLADES, 2017). El primer paso sería la formalización del reciclador; en otras palabras, el reconocimiento legal de quienes realizan esta actividad por parte de la administración pública. Esto implica beneficios económicos y sociales (Wilson, Araba, Chinwah, y Cheeseman, 2009). El revalorizar el trabajo del reciclaje con la creación de incentivos, aumentar ciertamente el importe del depósito, organizar toda la operativa de recogida orientada especialmente a consumidores y comercios y habilitar mecanismos para minimizar el impacto sobre los pequeños recolectores que se ganan la vida con el sistema actual (Chacón *et al.*, 2018). Mediante un impuesto generalizado sobre los mismos, podría aprovechar la estructura ya existente del impuesto redimible, debidamente ampliada, se debe crear nuevas normativas técnicas bajo el principio de la REP, estableciendo una política de post-consumo (Chacón *et al.*, 2018). Como otras medidas para estimular el reciclaje se podrían incluir diversas modalidades de subsidio, ya sean pagados por la recolección de materiales para reciclaje, pagados a empresas de reprocesamiento o a usuarios de materiales reciclados. También la inversión pública directa en instalaciones de tratamiento o en equipos de recogida selectiva

(contenedores, camiones, campañas, etc.) (IRR., 2015).

El uso de materiales reciclados también podría ser fomentado por las regulaciones que exigiesen el mínimo contenido de materiales reciclados en ciertos productos, o por impuestos sobre materiales vírgenes. Los mineros deben usar un uniforme distintivo, equipo de protección personal y recibir capacitación en medidas de seguridad. Además, el comercio local puede ser estimulado mediante el reconocimiento a través de certificaciones de responsabilidad social y ambiental para las industrias que incorporan materiales reciclados en sus procesos (Burneo, Cansino, y Yñiguez, 2020). De igual manera, el sector público puede desarrollar campañas de concientización, vigilancia continua, instalación de depósitos de residuos debidamente clasificados en la ciudad e incentivos ciudadanos para promover una cultura ambiental (Burneo, Cansino, y Yñiguez, 2020).

5. CONCLUSIONES

- Se logró recopilar información de mucha importancia sobre la evolución de la GRS a nivel nacional, estos fueron indicadores reportados por los GADs sobre los sistemas de gestión de residuos en el país, obtenidos de INEC/AME. Según el análisis realizado estos indicadores fueron deficientes, pues las cantidades de residuos continúan en aumento y su tasa de aprovechamiento siguen sin presentar cambios significativos de manera que la mayoría de los residuos se siguen considerando basura y llegando a los procesos de disposición final.
- Los principios de la Economía Circular que fueron revisados tanto a nivel Nacional como Internacional muestran aplicaciones en el sector perteneciente a los residuos sólidos, además del aporte que representaría este modelo económico para la gestión de estos y para la conservación de los recursos naturales. La implementación de un modelo económico circular en la gestión de los residuos contribuye con la recuperación y aprovechamiento de la mayoría de los residuos, convertirlos en materia prima, alargar la vida útil de los rellenos sanitarios y evitar la sobre explotación de los recursos naturales.
- En Ecuador existen diversos inconvenientes dentro del sistema de la GIRS, de tal manera se han evidenciado varios desafíos que impiden la correcta gestión de los residuos sólidos en cada una de las ciudades del país. Se logró apreciar que la principal causa es el aumento de las cantidades de residuos generados por los habitantes en sus hogares debido a que no todos realizan la clasificación correspondiente de los residuos desde el momento de la generación de los mismos. Otra causa que evita realizar un trabajo más eficiente dentro de la GIRS es la composición de los residuos, ya que los datos existentes sobre la generación de residuos sólidos de los distintos GAD's Municipales es escasa, debido a que no existen valores concretos de algunas provincias dentro de los años analizados en el trabajo de investigación. Del mismo modo, el peligro para la salud y para el medio ambiente es el desafío con más relevancia que puede llegar a afectar a toda la población, ya que por diversas circunstancias nuestra región puede ser afectada por la despreocupación de sus habitantes con el medio ambiente y por la desvalorización por parte de las autoridades en los trabajadores que se dedican al reciclaje inclusivo.
- Las oportunidades que se encontraron para mejorar la sostenibilidad del país mediante una adecuada GIRS en beneficio del desarrollo económico, social, político y ambiental

fueron muy innovadoras como es el caso del reciclaje de materiales y recuperación de energía a través de diferentes procesos tecnológicos, oportunidades de empleo en todas las ciudades y un cambio en la educación ambiental para la mitigación del cambio climático.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda mejorar las políticas y los planes de gestión de residuos, en la búsqueda de intensificar la reducción, el reúso, la recuperación y aprovechamiento de residuos, de maneral que se maximice el potencial económico de los mismos y contribuyan con el desarrollo no solo económico y social, sino también ambiental. Recordemos que estas políticas deben estar vinculadas de forma directa con la Economía Circular siendo esta el camino a seguir para una gestión responsable de los residuos, realizándose un trabajo en conjunto entre el gobierno y la sociedad, porque de otro modo esta medida estaría condenada al fracaso.
- Además, se recomienda realizar estudios prácticos in situ sobre este tema, con el fin de aportar mayor conocimiento y enriquecer las bases de datos existentes en Ecuador, para que unido a las directrices de Libro Blanco de la EC (en proceso de creación), permitan reforzar las propuestas nacionales en el sector residuos sólidos en miras de las Economía Circular.
- Por último, se recomienda llevar a cabo programas educativos que se relacionen con los residuos sólidos. Estos permitirán conocer la importancia de la GIRS desde su generación hasta su disposición final y para su futura reintroducción al mercado, concientizando así a la ciudadanía en general y cambiar el tipo de cultura mediante la educación ambiental.

7. REFERENCIAS

Abrelpe. (2013). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018/2019*. Sao Paulo, Brasil.Recuperado de https://www.migalhas.com.br/arquivos/2020/1/492DD855EA0272_PanoramaAbrelpe_-2018_2019.pdf

Agamuthu, P., & Masaru, T. (2014). *Municipal solid waste management in Asia and the Pacific Islands: challenges and strategic solutions*. Berlin: Springer.

Alcocer, P., Cevallos, O., & González, J. (2019). Mejoramiento de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en el cantón de Quevedo, Ecuador. *Universidad y Sociedad, 11*(5), 362-367.

AME-INEC. (2014). Registro de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Tabulados e Indicadores. Recuperado 30 julio 2020 https://www.ecuadorencifras.gob.ec/municipios-y-consejos-provinciales-2014/

AME-INEC. (2015). Registro de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Tabulados e Indicadores. Recuperado 30 julio 2020 https://www.ecuadorencifras.gob.ec/municipios-y-consejos-provinciales-2015/

AME-INEC. (2016). Registro de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Tabulados e Indicadores. Recuperado 30 julio 2020 https://www.ecuadorencifras.gob.ec/municipios-y-consejos-provinciales-2016/

AME-INEC. (2017). Registro de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Tabulados e Indicadores. Recuperado 30 julio 2020 https://www.ecuadorencifras.gob.ec/gad-municipales/

AME-INEC. (2018). Registro de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Tabulados e Indicadores. Recuperado 30 julio 2020 https://www.ecuadorencifras.gob.ec/gad-municipales/

Aparcana, S. (2017). Approaches to formalization of the informal waste sector into municipal solid waste management systems in low- and middle-income countries: Review of barriers and success factors. *Waste Management, 61*, 593-607. doi:https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.12.028

ARCONEL. (2020). Balance Nacional de Energía Eléctrica (BNEE), en abril 2020. Recuperado de https://www.regulacionelectrica.gob.ec/balance-nacional/

Arteaga-Pérez, L. E., Segura, C., & Santana, K. D. (2016). Procesos de torrefacción para valorización de residuos lignocelulósicos. Análisis de posibles tecnologías de aplicación

en Sudamérica. *Afinidad*, *73*(573), 60-68.

Ayeleru, O. O., Okonta, F. N., & Ntuli, F. (2018). Municipal solid waste generation and characterization in the City of Johannesburg: A pathway for the implementation of zero waste. *Waste Management, 79*, 87-97. doi:10.1016/j.wasman.2018.07.026

Bastidas, D., & Medina, P. (2010). Estimación de la Densidad Poblacional del Ecuador Continental.

Belda, I. (2018). *Economia Circular un nuevo modelo de produccion y consumo sostenible*. Madrid: Tebar Flores.

Bernardes, C., & Günther, W. M. R. (2014). Generation of Domestic Solid Waste in Rural Areas: Case Study of Remote Communities in the Brazilian Amazon. *Human Ecology, 42*(4), 617-623. doi:10.1007/s10745-014-9679-z

BID. (2015). *Situación de la gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe*. https://publications.iadb.org/es/situacion-de-la-gestion-de-residuos-solidos-en-america-latina-y-el-caribe

BM. (2019). PIB Nominal Per cápita 2019. from Banco Mundial https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.CD?locations=ZJ

Botello-Álvarez, J. E., Rivas-García, P., Fausto-Castro, L., Estrada-Baltazar, A., & Gomez-Gonzalez, R. (2018). Informal collection, recycling and export of valuable waste as transcendent factor in the municipal solid waste management: A Latin-American reality. *Journal of Cleaner Production, 182*, 485-495. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.065

Braungart, M., & McDonough , W. (2005). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. Madrid: Farrar, Straus and Giroux.

Bundhoo, Z. M. (2018). Solid waste management in least developed countries: current status and challenges faced. *Journal of Material Cycles and Waste Management, 20*. doi:10.1007/s10163-018-0728-3

Burneo, D., Cansino, J. M., & Yñiguez, R. (2020). Environmental and Socioeconomic Impacts of Urban Waste Recycling as Part of Circular Economy. The Case of Cuenca (Ecuador). *Sustainability, 12*(8), 3406. doi:https://doi.org/10.3390/su12083406

Calva-Alejo, C. L., & Rojas-Caldelas, R. I. (2014). Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en el Municipio de Mexicali, México: Retos para el Logro de una Planeación Sustentable. *Información tecnológica*, *25*(3), 59-72. doi:10.4067/s0718-07642014000300009

CampusUPCplus. (s.f.). Curso Experto en Economía Circular: principios de la sostenibilidad.

Recuperado de https://www.upcplus.com/catalogo/curso/experto-en-economia-circular-principios-de-la-sostenibilidad

Casma, J. (Producer). (2015). La Nacion 25 años. *América Latina: la región con más agua, la más castigada por la sed*. Recuperado de https://www.lanacion.com.py/2015/05/18/america-latina-la-region-con-mas-agua-la-mas-castigada-por-la-sed/

Catalunya, A. d. R. d. (s.f). Prevención. Recuperado de http://residus.gencat.cat/es/ambits_dactuacio/prevencio/

Çelikler, D., & Harman, G. (2015). The Effect of the SCAMPER Technique in Raising Awareness Regarding the Collection and Utilization of Solid Waste. *Journal of Education and Practice,*, *6*(10), 149-159.

CEPAL (Producer). (2014). CEPAL. *Recursos naturales: situación y tendencias para una agenda de desarrollo regional en América Latina y el Caribe.* . Recuperado de https://www.cepal.org/es/publicaciones/35891-recursos-naturales-situacion-tendencias-agenda-desarrollo-regional-america

CEPAL, & OIT. (2018). Sostenibilidad medioambiental con empleo en América Latina y el Caribe.

Cetrulo, T. B., Marques, R. C., Cetrulo, N. M., Pinto, F. S., Moreira, R. M., Mendizábal-Cortés, A. D., & Malheiros, T. F. (2018). Effectiveness of solid waste policies in developing countries: a case study in Brazil. *J Clean Prod*, *205*. doi:10.1016/j.jclepro.2018.09.094

Chacón, G., Quindi, T., Saquisilí, S., Orellana, N., Delgado, G., Quezada, F., . . . Pinos Flores, J. (2018). Instrumentos EconÓmicos Para La GestiÓn De Residuos De Envases En Ecuador. *Ciencia Digital*, *2*(2), 123-143. doi:10.33262/cienciadigital.v2i2.77

Chandrappa, R. (2012). Solid Waste Management Principles and Practice.

CNC. (2019). *Informe sobre mapeo de actores generadores de información a nivel territorial e identificación de fuentes de información de la competencia de desechos sólidos* (Primera ed.). Quito, Ecuador: Consejo Nacional de Competencias (CNC).

COA. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*. Quito: Editora Nacional.

CODA. (2019). *Reglamento al Código Orgánico del Ambiente*. Quito: Editora Nacional.

Cosenza, J. P., Andrade, E. S. M., & Assunção, G. M. d. (2020). A circular economy as an alternative for BraziŒ s sustainable growth: analysis of the National Solid Waste Policy. *Journal of Environmental Management & Sustainability. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – Geas*, *9*(1), 1-28. doi:https://doi.org/10.5585/geas.v9i1.16147

Cother, G. (2020). Developing the circular economy in Tasmania. *Action Learning: Research*

and Practice, 17(1), 108-124. doi:10.1080/14767333.2020.1712850

Couto, I., & Hernández, A. (2012). Participación y rendimiento de la iniciativa privada en la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en la frontera México-Estados Unidos. *Gestión y Política Pública, XXI*(1), 215-261.

Daskal, S., Ayalon, O., & Shechter, M. (2018). The state of municipal solid waste management in Israel. *Waste Manag Res, 36*. doi:10.1177/0734242X18770248

de Oliveira, C. T., Luna, M. M. M., & Campos, L. M. S. (2019). Understanding the Brazilian expanded polystyrene supply chain and its reverse logistics towards circular economy. *Journal of Cleaner Production, 235*, 562-573. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.319

Diéguez Santana, K., Sarduy-Pereira, L., & De Decker, M. (2020). *Characterization and quantification of municipal solid waste in Fátima, Ecuadorian Amazon parish*. J. Environ. Treat. Tech.

EC. (2015). *Closing the loop–An EU action plan for the Circular Economy. Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic social committee the committee of the regions* 614. Brussels, Belgium.Recuperado de https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2015/EN/1-2015-614-EN-F1-1.PDF

EC. (2018). *Measuring Progress Towards Circular Economy in the European Union − Key Indicators for a Monitoring Framework - SWD(2018) 17 Final*. Strasbourg (2018).Recuperado de https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/monitoring-framework_staff-working-document.pdf

Economist Intelligence Unit, T. (2017). *Avances y desafíos para el reciclaje inclusivo: Evaluación de 12 ciudades de América Latina y el Caribe*. Nueva York, NY.Recuperado de https://reciclajeinclusivo.org/wp-content/uploads/2017/05/EIU_Inclusive-Recycling_report-SPANISH.pdf

Ecuador, G. (2020). Economía Circular se impulsa en Ecuador para garantizar la sostenibilidad y transformar el modelo de desarrollo. Recuperado de https://www.vicepresidencia.gob.ec/economia-circular-se-impulsa-en-ecuador-para-garantizar-la-sostenibilidad-y-transformar-el-modelo-de-desarrollo/

Ecuador, V. d. l. R. d. (2020). Economía Circular se impulsa en Ecuador para garantizar la sostenibilidad y transformar el modelo de desarrollo. Recuperado de https://www.vicepresidencia.gob.ec/economia-circular-se-impulsa-en-ecuador-para-garantizar-la-sostenibilidad-y-transformar-el-modelo-de-desarrollo/

Edjabou, M. E., Møller, J., & Christensen, T. H. (2012). Solid waste characterization in Kétao,

a rural town in Togo, West Africa. *Waste Management and Research, 30*(7), 745-749. doi:10.1177/0734242X12442741

Ellen MacArthur, F. (2015). *Hacia una economía circular: Motivos económicos para una transición acelerada.* https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Executive_summary_SP.pdf

Environment, U. (2018). *Waste Management Outlook for Latin America and the Caribbean*. Panama City, Panama: United Nations Environment Programme. Latin America and the Caribbean Office.

Esmaeilizadeh, S., Shaghaghi, A., & Taghipour, H. (2020a). Key informants' perspectives on the challenges of municipal solid waste management in Iran: a mixed method study. *Journal of Material Cycles and Waste Management*. doi:10.1007/s10163-020-01005-6

Esmaeilizadeh, S., Shaghaghi, A., & Taghipour, H. (2020b). Key informants' perspectives on the challenges of municipal solid waste management in Iran: a mixed method study. *Journal of Material Cycles and Waste Management, 22*(4), 1284-1298. doi:10.1007/s10163-020-01005-6

Espaliat Canu, M. (2017). *Economia circular y sostenibilidad: Nuevos enfoques para la creacion de Valor* (Primera ed.): CreateSpace Independent Publishing Platform.

EUROSTAT. (2020). Waste. Waste generation and treatment. Waste streams. Recuperado de https://ec.europa.eu/eurostat/web/waste/data/main-tables

FAO. (2003). *Norma para la gestión ambiental deresiduos sólidos no peligros*. República Dominicana.Recuperado de http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/dom60810.pdf

Ferronato, N., Rada, E. C., Gorritty Portillo, M. A., Cioca, L. I., Ragazzi, M., & Torretta, V. (2019). Introduction of the circular economy within developing regions: A comparative analysis of advantages and opportunities for waste valorization. *Journal of Environmental Management, 230*, 366-378. doi:https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.09.095

Graziani, P. (2018). *Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos. Oportunidades en América Latina*: CAF Development Bank Of Latinomérica.

Gregson, N., Crang, M., Fuller, S., & Holmes, H. (2015). Interrogating the circular economy: the moral economy of resource recovery in the EU. *Economy and Society, 44*(2), 218-243. doi:10.1080/03085147.2015.1013353

Guananga, X. (2015). *La gestión de los desechos sólidos inciden en el buen vivir de los habitantes del sector Terranova del barrio Quitumbe parroquia las cuadras de la*

ciudad de Quito. (Ciencias de la educación mención ecologia y medio ambiente Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito). Recuperado de http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/15645.

Guarnieri, P., Cerqueira-Streit, J. A., & Batista, L. C. (2020). Reverse logistics and the sectoral agreement of packaging industry in Brazil towards a transition to circular economy. *Resources, Conservation and Recycling, 153*, 104541. doi:https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104541

Guerrero, L. A., Maas, G., & Hogland, W. (2013). Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Manag, 33*. doi:10.1016/j.wasman.2012.09.008

Gutberlet, J. (2015). Cooperative urban mining in Brazil: Collective practices in selective household waste collection and recycling. *Waste Management, 45*, 22-31. doi:https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.06.023

Han, Z., Liu, Y., Zhong, M., Shi, G., Li, Q., Zeng, D., . . . Xie, Y. (2018). Influencing factors of domestic waste characteristics in rural areas of developing countries. *Waste Management, 72*, 45-54. doi:10.1016/j.wasman.2017.11.039

Han, Z., Ye, C., Zhang, Y., Dan, Z., Zou, Z., Liu, D., & Shi, G. (2019). Characteristics and management modes of domestic waste in rural areas of developing countries: a case study of China. *Environmental Science and Pollution Research, 26*(9), 8485-8501. doi:10.1007/s11356-019-04289-w

Harvey, P. (2012). Políticas de la materia y residuos sólidos: descentralización y sistemas integrados. *Anthropologica Del Departamento De Ciencias Sociales, 30*(30), 133-150.

He, P.-J. (2012). Municipal solid waste in rural areas of developing country: Do we need special treatment mode? *Waste Management, 32*(7), 1289-1290. doi:10.1016/j.wasman.2012.03.023

Hiramatsu, A., Hara, Y., Sekiyama, M., Honda, R., & Chiemchaisri, C. (2009). Municipal solid waste flow and waste generation characteristics in an urban—rural fringe area in Thailand. *27*(10), 951-960. doi:10.1177/0734242x09103819

Hoornweng, D., & Bhada-Tata, P. (2012). WHAT A WASTE: A Global Review of Solid Waste Management.

INEC. (2015). Información Ambiental en hogares. 2014. Recuperado de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Hogares_2014/Modulo_ECV/Resultados%20Principales%20ECV%20Ambiental.pdf

INEC. (2016a). *Anuario de estadística de transporte 2016*. Quito, Ecuador.Recuperado de

https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/2016/2016_AnuarioTransportes_Resumen%20Metodol%C3%B3gico.pdf

INEC. (2016b). Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales 2015. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Recuperado de https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/639

INEC. (2017). Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales Gestión de Residuos Sólidos, 2016. Recuperado de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Gestion_Integral_de_Residuos_Solidos/2016/Presentacion%20Residuos%20Solidos%202016%20F.pdf

INEC. (2020). Estimaciones de proyecciones de población 2010 INEC.

INEN. (2019, 2019-02-04). Ecuador proyecta una producción sostenible a través de una Norma Técnica basada en Economía Circular. Recuperado de https://www.normalizacion.gob.ec/ecuador-proyecta-una-produccion-sostenible-a-traves-de-una-norma-tecnica-basada-en-economia-circular/

IRR. (2015). Reciclaje inclusivo y recicladores de base en el Ecuador.

IRR. (2015). Reciclaje inclusivo y recicladores de base en el Ecuador.

ISWA. (2015). *Waste Atlas 2013 Report*. https://www.iswa.org/fileadmin/galleries/News/WASTE_ATLAS_2013_REPORT.pdf

Jara-Samaniego, J., Pérez-Murcia, M. D., Bustamante, M. A., Pérez-Espinosa, A., Paredes, C., López, M., . . . Moral, R. (2017). Composting as sustainable strategy for municipal solid waste management in the Chimborazo Region, Ecuador: Suitability of the obtained composts for seedling production. *Journal of Cleaner Production, 141*, 1349-1358. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.178

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling, 127*, 221-232. doi:https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005

Kumar, S. (2020). Circular Economy: Global Perspective.

Lehman, L. (Producer). (2018). Ciudadania Metropolitana. *Economía Circular, el cambio cultural*. Recuperado de http://ciudadaniametropolitana.org.ar/2019/08/economia-circular-el-cambio-cultural/

Luttenberger, L. R. (2020). Waste management challenges in transition to circular economy –

Case of Croatia. *Journal of Cleaner Production, 256*, 120495. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120495

Ma, J., & Hipel, K. W. (2016). Exploring social dimensions of municipal solid waste management around the globe—a systematic literature review. *Waste Manag, 56*. doi:10.1016/j.wasman.2016.06.041

Maas, G., Rudin Valverde, V., & Abarca Guerrero, L. (2017). Waste Management Systems' Impact on Health and Environment in Developing Countries. *Linnaeus Eco-Tech*. doi:10.15626/Eco-Tech.2012.019

MAE. (2013). La Gestión Integral de Neumáticos Usados optimiza recursos para el manejo seguro de desechos. Recuperado de https://www.ambiente.gob.ec/la-gestion-integral-de-neumaticos-usados-optimiza-recursos-para-el-manejo-seguro-de-desechos/

MAE. (2014a). 66 toneladas de residuos inorgánicos aprovechables fueron retirados de las Islas Galápagos. Recuperado de https://www.ambiente.gob.ec/66-toneladas-de-residuos-inorganicos-aprovechables-fueron-retirados-de-las-islas-galapagos/#:~:text=Es%20por%20tal%20motivo%20que,de%20las%20islas%20Santa%20Cruz

MAE. (2014b). Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos. Programa 'PNGIDS' Ecuador. Recuperado de https://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/

MAE. (2015a). Acuerdo Ministerial 098.

Ministerio del Ambiente. Acuerdo Ministerial 061. Reforma Texto Unificado Legislacion Secundaria, Medio Ambiente, Libro VI, Registro Oficial Edición Especial 316 de 04-may.-2015. § Registro Oficial Edición Especial 316 de 04-may.-2015 (2015b).

MAE. (2017a). *Gestión integral y ambientalmente adecuada de bifenilos policlorados (PCBs) en el Ecuador* Proyecto: K016 MAE. Quito, Ecuador.Recuperado de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PCBS-SEPTIEMBRE-2017.pdf

MAE. (2017b, 20 de enero de 2017). MAE socializó tres normativas técnicas bajo el principio de Responsabilidad Extendida del Productor. Recuperado de https://www.ambiente.gob.ec/mae-socializo-tres-normativas-tecnicas-bajo-el-principio-de-responsabilidad-extendida-del-productor/

MAE. (2019). Por primera vez Ecuador reciclará el 100% de lubricantes usados. Recuperado de https://www.ambiente.gob.ec/por-primera-vez-ecuador-reciclara-el-100-de-lubricantes-usados/

Malinauskaite, J., Jouhara, H., Czajczyńska, D., Stanchev, P., Katsou, E., Rostkowski, P., . . . Al-Mansour, F. (2017). Municipal solid waste management and waste-to-energy in the context of a circular economy and energy recycling in Europe. *Energy, 141*. doi:10.1016/j.energy.2017.11.128

Mata Salas, A. E. (2019). La Economía Circular como modelo para la Mejora Económico-Productiva en el Sector Manufacturero de la Zona 2 Y 9 del Ecuador, Priorizando Procesos Ecológicos y Uso Eficiente de Recursos.

McDowall, W., Geng, Y., Huang, B., Barteková, E., Bleischwitz, R., Türkeli, S., . . . Doménech, T. (2017). Circular Economy Policies in China and Europe. *Journal of Industrial Ecology, 21*(3), 651-661. doi:10.1111/jiec.12597

Milios, L. (2018). Advancing to a Circular Economy: three essential ingredients for a comprehensive policy mix. *Sustain Sci, 13*(3), 861-878. doi:10.1007/s11625-017-0502-9

Mohammadi, M., Jämsä-Jounela, S. L., & Harjunkoski, I. (2019). Optimal planning of municipal solid waste management systems in an integrated supply chain network. *Comput Chem Eng, 123*. doi:10.1016/j.compchemeng.2018.12.022

Mohee, R., Mauthoor, S., Bundhoo, Z. M., Somaroo, G., Soobhany, N., & Gunasee, S. (2015). Current status of solid waste management in small island developing states: a review. *Waste Manag, 43*. doi:10.1016/j.wasman.2015.06.012

Moncayo, C. (2020, Enero 10). América Latina y el Caribe ante la economía circular. *Incp Instituto Nacional De Contadores Públicos Colombia.* Recuperado de https://www.incp.org.co/america-latina-caribe-ante-la-economia-circular/

Moraga, G., Huysveld, S., Mathieux, F., Blengini, G. A., Alaerts, L., Van Acker, K., . . . Dewulf, J. (2019). Circular economy indicators: What do they measure? *Resources, Conservation and Recycling, 146*, 452-461. doi:https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.045

Moya, D., Aldás, C., Jaramillo, D., Játiva, E., & Kaparaju, P. (2017). Waste-To-Energy Technologies: an opportunity of energy recovery from Municipal Solid Waste, using Quito - Ecuador as case study. *Energy Procedia, 134*, 327-336. doi:https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.537

Nations, U. (2020). Datos de población. https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/

Neira, L. (2017). *El impuesto verde y la reducción del parque automotor en la provincia de Chimborazo, durante el periodo 2016.* (Ingeniero en contabilidad y auditoría, C.P.A,

Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador). Recuperado de http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4410/1/UNACH-EC-FCP-CPA-2017-0070.pdf.

OEFA. (2014). *Fiscalización ambiental de residuos sólidos de gestión municipal provincial*. Lima, Perú: OEFA.

Ortiz, D. L., Batuecas, E., Orrego, C. E., Rodríguez, L. J., Camelin, E., & Fino, D. (2020). Sustainable management of peel waste in the small-scale orange juice industries: A Colombian case study. *Journal of Cleaner Production, 265*, 121587. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121587

Ostojic, P. (Producer). (2016, Noviembre 3). M medium. *M medium*. Recuperado de https://medium.com/@petarostojic/am%C3%A9rica-latina-y-la-econom%C3%ADa-circular-8101c6e178b4

Paes, L. A. B., Bezerra, B. S., Deus, R. M., Jugend, D., & Battistelle, R. A. G. (2019). Organic solid waste management in a circular economy perspective – A systematic review and SWOT analysis. *Journal of Cleaner Production, 239*, 118086. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118086

PE. (2018). Economía circular: definición, importancia y beneficios. Recuperado de https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios

Peinado, E. (Producer). (2017). Foming.org. *Más allá del reciclaje: Un modelo de Economía Circular para America Latina y el Caribe*. Recuperado de www.foming.org

Peláez, P., Del Granado , S., Lambrecht , N., & Navas , R. (Producer). (2019, Diciembre 23). BID Mejorando Vidas *BID Mejrando Vidas* Recuperado de https://blogs.iadb.org/bidinvest/es/liberando-la-economia-circular-en-america-latina-y-el-caribe/

Peralta, C. (2012). Propuesta para la Sensibilización Ambiental en el Manejo de Residuos Sólidos en los Cantones Girón y Santa Isabel en el Periodo 2010-2012.

PlasticsEurope. (2019). *Plásticos – Situación en 2018. Análisis de los datos sobre la producción, la demanda y los residuos de plásticos en Europa*. Bruselas, Bélgica.Recuperado de https://www.plasticseurope.org/es/resources/publications/1240-plasticos-situacion-en-2018

Quishpe, N., & Tipantuña, D. (2016). *Eficiencia de la gestión integral de residuos sólidos en la zona céntrica del cantón Cayambe.* (Ingeniería Civil, Universidad Central del

Ecuador, Quito, Ecuador). Recuperado de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7357/1/T-UCE-0011-245.pdf.

Rivera, N. (2009). *Propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos en la plaza de mercado de Cerete – Cordoba.* (Maestria en gestión ambiental, Universidad Pontificia Javeriana, Bogotá, Colombia). Recuperado de https://javeriana.edu.co/biblos/tesis/eambientales/tesis64.pdf.

Robayo, L. (2016). Propuesta para el manejo del reciclaje de desechos sólidos en el Distrito Metropolitano de Quito.

Rodríguez-Jiménez, J. J. (2008). *Hacia un uso sostenible de los recursos naturales*. Sevilla, España: Universidad Internacional de Andalucía.

Rodríguez Chueca, J., Molina García, A., García Aranda, C., Pérez, J., & Rodríguez, E. (2019). Understanding sustainability and the circular economy through flipped classroom and challenge-based learning: an innovative experience in engineering education in Spain. *Environmental Education Research*, *26*(2), 238-252. doi:10.1080/13504622.2019.1705965

Rondón Toro, E., Szantó Narea, M., Pacheco, J. F., Contreras, E., & Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Santiago de Chile: CEPAL.

Rúa-Restrepo, J. J., Echeverri, G. I., & Colorado, H. A. (2019). Toward a Solid Waste Economy in Colombia: An Analysis with Respect to Other Leading Economies and Latin America. In *Rewas 2019* (pp. 337-354).

Ruiz Guajala, M. E., Luzuriaga Jaramillo, H. A., & Rodríguez Peña, Á. C. (2015). El comportamiento del consumidor y la cultura de reciclaje de residuos sólidos: caso mancomunidad patate-pelileo.

SENPLADES. (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida.

Sillanpää, M., & Ncibi, C. (2019). *The Circular Economy: Case Studies about the Transition from the Linear Economy* (1st ed.): Academic Press.

Solórzano, G. (2018). Economía Circular. In *Gestión integral de residuos sólidos urbanos* (pp. 172). México: Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental – AIDIS.

Servicio de Rentas Internas. Ley fomento ambiental y optimizacion ingresos del estado verde, § Registro Oficial Suplemento 583 de 24-nov-2011 (2011).

Taghipour, H., Amjad, Z., Aslani, H., Armanfar, F., & Dehghanzadeh, R. (2015). Characterizing and quantifying solid waste of rural communities. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 1-8. doi:10.1007/s10163-015-0365-z

Telégrafo, E. (2014, 28 de abril de 2014). Desecho responsable de los focos ahorradores, un

reto. Recuperado de https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/desecho-responsable-de-los-focos-ahorradores-un-reto-video

Tello Espinoza, P., Martínez Arce, E., Daza, D., Soulier Faure, M., & Terraza, H. (2010). Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe 2010.

Triassi, M., Alfano, R., Illario, M., Nardone, A., Caporale, O., & Montuori, P. (2015). Environmental pollution from illegal waste disposal and health effects: a review on the "triangle of death". *Int J Environ Res Public Health, 12*(2), 1216-1236. doi:10.3390/ijerph120201216

UNESCO. (2014). Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2014: Agua y energía. Recuperado de http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/2014-water-and-energy/

Valerio, O., Muthuraj, R., & Codou, A. (2020). Strategies for polymer to polymer recycling from waste: current trends and opportunities for improving the circular economy of polymers in South America. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 100381. doi:https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2020.100381

Valizadeh, S., & Hakimian, H. (2019). Evaluation of waste management options using rapid impact assessment matrix and Iranian Leopold matrix in Birjand. *Iran. Int J Environ Sci Technol, 16*. doi:10.1007/s13762-018-1713-z

Vega-Quezada, C., Blanco, M., & Romero, H. (2017). Synergies between agriculture and bioenergy in Latin American countries: A circular economy strategy for bioenergy production in Ecuador. *New Biotechnology, 39*, 81-89. doi:https://doi.org/10.1016/j.nbt.2016.06.730

Verma, R., Borongan, G., & Memon, M. (2016). Municipal solid waste management in Ho Chi Minh City, Vietnam, current practices and future recommendation. *Procedia Environ Sci, 35*. doi:10.1016/j.proenv.2016.07.059

Vij, D. (2012). Urbanization and solid waste management in India: present practices and future challenges. *Procedia-Soc Behav Sci, 37*. doi:10.1016/j.sbspro.2012.03.309

Wainaina, S., Awasthi, M. K., Sarsaiya, S., Chen, H., Singh, E., Kumar, A., . . . Taherzadeh, M. J. (2020). Resource recovery and circular economy from organic solid waste using aerobic and anaerobic digestion technologies. *Bioresource Technology, 301*, 122778. doi:https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122778

Wilson, D. C., Araba, A. O., Chinwah, K., & Cheeseman, C. R. (2009). Building recycling rates through the informal sector. *Waste Manag, 29*(2), 629-635.

doi:10.1016/j.wasman.2008.06.016

WWF, & Toyota. (2010). *Plan de manejo de desechos para las islas Galápagos.* Puerto Ayora, Galápagos.: WWF.

Xavier, L. H., Giese, E. C., Ribeiro-Duthie, A. C., & Lins, F. A. F. (2019). Sustainability and the circular economy: A theoretical approach focused on e-waste urban mining. *Resources Policy*, 101467. doi:https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101467

Yaashikaa, P. R., Kumar, P. S., Saravanan, A., Varjani, S., & Ramamurthy, R. (2020). Bioconversion of municipal solid waste into bio-based products: A review on valorisation and sustainable approach for circular bioeconomy. *Science of The Total Environment, 748*, 141312. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141312

Zeng, C., Niu, D., Li, H., Zhou, T., & Zhao, Y. (2016). Public perceptions and economic values of source-separated collection of rural solid waste: A pilot study in China. *Resources, Conservation and Recycling, 107*, 166-173. doi:10.1016/j.resconrec.2015.12.010

APÉNDICES O ANEXOS

ANEXO I

Anexo 1. Producción Per Cápita en la Zona Urbana (kg/hab/día) en el periodo 2014-2018, de cada provincia del Ecuador.

	Producción Per Cápita en la Zona Urbana (kg/hab/día)				
PROVINCIA	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Azuay	0.508	0.460	0.453	0.540	0.543
Bolívar	0.523	0.543	0.574	0.655	0.666
Cañar	0.617	0.636	0.614	0.639	0.613
Carchi	0.632	0.632	0.617	0.694	0.720
Cotopaxi	0.484	0.499	0.466	0.428	0.429
Chimborazo	0.534	0.490	0.564	0.597	0.597
El Oro	0.467	0.554	0.627	0.834	0.801
Esmeraldas	0.647	0.623	0.634	0.675	0.681
Guayas	0.560	0.562	0.570	1.113	1.104
Imbabura	0.598	0.665	0.693	0.698	0.684
Loja	0.541	0.559	0.554	0.689	0.678
Los Rios	0.636	0.613	0.637	0.758	0.897
Manabí	0.628	0.600	0.621	0.710	0.674
Morona Santiago	0.502	0.523	0.518	0.532	0.570
Napo	0.452	0.582	0.572	0.751	0.510
Pastaza	0.540	0.565	0.565	0.918	0.551
Pichincha	0.691	0.710	0.647	0.857	0.863
Tungurahua	0.504	0.540	0.496	0.597	0.592
Zamora Chinchipe	0.528	0.528	0.544	0.541	0.599
Galápagos	0.723	0.723	0.730	0.729	0.742
Sucumbíos	0.597	0.649	0.601	0.728	0.673
Orellana	0.690	0.690	0.745	0.805	0.708
Santo Domingo	0.780	0.780	0.700	0.744	0.797
Santa Elena	0.660	0.660	0.680	0.646	0.645

Fuente: Adaptado de: (AME-INEC, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

ANEXO II

Anexo 2. Indicador de la proporción de GADs municipales por provincia, que han iniciado o mantienen procesos de separación en la fuente (Periodo 2014-2018).

PROVINCIA	2014	2015	2016	2017	2018
Azuay	33.33%	40%	46.7%	33.3%	50.0%
Bolívar	42.86%	28.57%	28.6%	14.3%	-
Cañar	57.14%	71.43%	71.4%	71.4%	71.4%
Carchi	83.33%	50%	50.0%	66.7%	50.0%
Cotopaxi	14.29%	28.57%	28.6%	28.6%	14.3%
Chimborazo	30.00%	40%	30.0%	30.0%	30.0%
El Oro	21.43%	35.71%	28.6%	28.6%	14.3%
Esmeraldas	14.29%	14.29%	14.3%	14.3%	-
Guayas	8.33%	8%	12.0%	8.0%	4.0%
Imbabura	83.33%	83.33%	83.3%	83.3%	83.3%
Loja	62.50%	68.75%	81.3%	68.8%	56.3%
Los Rios	7.69%	7.69%	-	-	-
Manabí	9.09%	4.55%	-	-	-
Morona Santiago	58.33%	75%	75.0%	83.3%	60.0%
Napo	40.00%	40%	20.0%	40.0%	20.0%
Pastaza	50.00%	50%	25.0%	25.0%	50.0%
Pichincha	75.00%	87.50%	87.5%	87.5%	100.0%
Tungurahua	22.22%	11.11%	22.2%	22.2%	33.3%
Zamora Chinchipe	88.89%	66.67%	77.8%	87.5%	66.7%
Galápagos	100.00%	100%	100.0%	100.0%	100.0%
Sucumbíos	71.43%	71.43%	57.1%	57.1%	57.1%
Orellana	25.00%	-	-	25.0%	-
Santo Domingo	0.00%	-	-	50.0%	50.0%
Santa Elena	0.00%	-	-	-	-

Fuente: Adaptado de: (AME-INEC, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

ANEXO III

Anexo 3. Indicador cantidades de residuos sólidos recolectados al día (ton/día) a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018).

Provincia	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Azuay	617.34	555.13	416.6	500.2	511.5
Bolívar	66.5	68.52	71.8	70.1	71.0
Cañar	131.14	127.53	124.4	123.8	123.0
Carchi	83.07	95.24	95.5	92.7	95.4
Cotopaxi	219.16	192.68	195.4	192.3	194.5
Chimborazo	165.816	200.91	203.2	211.5	207.1
El Oro	508.18	555.60	545.0	564.7	589.4
Esmeraldas	461.39	467.10	446.7	455.5	461.0
Guayas	3433.2	4,890.02	5037.0	4358.8	4350.9
Imbabura	222.4	265.68	266.3	259.7	266.8
Loja	233.581	206.86	235.6	240.4	252.2
Los Ríos	485.6	471.36	482.0	512.1	583.0
Manabí	1091.853	1,175.53	1157.3	1070.7	1067.3
Morona Santiago	71.77	65.42	67.3	53.9	25.5
Napo	58.75	68.50	70.4	67.3	69.4
Pastaza	38.77	40.52	49.1	52.2	57.8
Pichincha	2166.08	2,151.38	2176.0	2231.2	2504.5
Tungurahua	328	370.00	352.7	387.5	386.4
Zamora Chinchipe	32.619	38.81	40.8	35.6	38.3
Galápagos	24.2	24.20	29.6	24.0	31.9
Sucumbíos	106	124.81	105.8	106.5	108.2
Orellana	96.4	112.19	107.5	108.8	98.9
Santo Domingo	311.72	311.72	330.0	346.0	346.0
Santa Elena	249.7	249.70	292.0	272.0	299.0

Fuente: Adaptado de: (AME-INEC, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

ANEXO IV

Anexo 4. Indicador cantidades de residuos sólidos diferenciados recolectados al día (ton/día) por provincias (Periodo 2014-2018).

	2014		2015		2016		2017		2018	
PROVINCIA	**Cantidad**	**% del total diario**	**Cantidad**	**% del total diario**	**Cantidad**	**% del total diario**	**Cantidad**	**% del total diario**	**Cantidad**	**% del total diario**
Azuay	123.89	20.1%	361.96	65.20%	60.3	14.5%	467.1	93.4%	487.9	95.4%
Bolívar	11.2	16.8%	22.00	32.11%	20.8	29.0%	16.1	23.0%	37.1	52.3%
Cañar	50.93	38.8%	52.77	41.38%	76.0	61.1%	73.9	59.7%	74.0	60.2%
Carchi	27.43	33.0%	35.26	37.02%	15.0	15.7%	15.3	16.5%	36.9	38.7%
Cotopaxi	29	13.2%	29.00	15.05%	23.0	11.8%	5.9	3.1%	6.1	3.1%
Chimborazo	10.99	6.6%	11.71	5.83%	12.2	6.0%	12.2	5.8%	13.2	6.4%
El Oro	69.74	13.7%	36.00	6.48%	20.4	3.7%	24.6	4.4%	6.6	1.1%
Esmeraldas	96	20.8%	97.00	20.77%	106.0	23.7%	106.0	23.3%	-	-
Guayas	44.8	1.3%	44.80	0.92%	63.0	1.3%	31.0	0.7%	142.9	3.3%
Imbabura	217.34	97.7%	257.60	96.96%	256.3	96.3%	253.2	97.5%	260.8	97.8%
Loja	170.891	73.2%	185.88	89.86%	225.3	95.6%	223.4	92.9%	196.7	78.0%
Los Ríos	0	0.0%	-	-	40.1	8.3%	-	-	-	-
Manabí	27.563	2.5%	34.00	2.89%	-	-	-	-	-	-
Morona Santiago	50.87	70.9%	39.43	60.27%	42.7	63.5%	48.1	89.2%	16.9	66.2%
Napo	2.45	4.2%	11.90	17.37%	1.4	2.0%	15.0	22.4%	9.4	13.5%
Pastaza	1	2.6%	1.80	4.44%	35.5	72.3%	37.7	72.2%	42.3	73.2%
Pichincha	97.661	4.5%	158.91	7.39%	154.8	7.1%	190.4	8.5%	194.5	7.8%
Tungurahua	39.5	12.0%	6.00	1.62%	34.8	9.9%	35.3	9.1%	33.2	8.6%
Zamora Chinchipe	27.709	84.9%	19.46	50.14%	33.8	83.0%	35.6	100.0%	30.4	79.4%
Galápagos	20.15	83.3%	20.15	83.26%	23.0	77.5%	24.0	100.0%	31.9	100.0%
Sucumbíos	15.5	14.6%	17.56	14.07%	11.0	10.4%	12.5	11.7%	13.2	12.2%
Orellana	0.48	0.5%	0.60	0.53%	0.6	0.6%	0.8	0.7%	-	-
Santo Domingo	0	0.0%	-	-	-	-	314.0	90.8%	314.0	90.8%
Santa Elena	0	0.0%	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Adaptado de: (AME-INEC, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

ANEXO V

Anexo 5. Indicador sobre el costo de la Gestión Integral de Residuos Sólidos (USD/ton) por provincias (Periodo 2014-2018).

Provincia	2014	2015	2016	2017	2018
Azuay	130.20	127.56	144.03	76.74	72.57
Bolívar	109.56	98.18	75.77	65.27	77.69
Cañar	105.96	111.45	114.00	98.04	160.56
Carchi	47.97	44.85	90.92	72.59	126.61
Cotopaxi	180.00	50.28	86.73	55.01	106.38
Chimborazo	67.71	56.77	75.99	66.24	68.49
El Oro	50.52	70.13	105.42	88.81	68.59
Esmeraldas	63.08	32.16	37.45	57.11	66.16
Guayas	70.44	34.00	32.08	32.37	44.48
Imbabura	57.97	81.01	67.25	63.33	54.91
Loja	66.59	89.98	82.68	95.65	75.35
Los Rios	42.34	50.73	56.17	53.92	45.20
Manabí	69.01	46.78	52.32	52.58	65.08
Morona Santiago	175.76	102.01	109.34	139.68	236.79
Napo	64.54	73.89	75.99	86.92	91.15
Pastaza	278.29	301.11	195.15	79.87	77.31
Pichincha	574.61	57.51	56.12	120.57	101.22
Tungurahua	69.83	71.65	73.38	67.20	60.89
Zamora Chinchipe	139.15	133.91	128.63	180.89	177.54
Galápagos	244.53	244.53	233.58	199.64	166.06
Sucumbíos	90.97	103.29	93.26	90.79	92.08
Orellana	77.25	80.58	63.11	52.05	98.28
Santo Domingo	35.39	32.42	54.08	49.16	52.71
Santa Elena	36.53	35.81	39.41	58.97	45.43

Fuente: Adaptado de: (AME-INEC, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

ANEXO VI

Anexo 6. Costo Total por Gestión Integral de Residuos Sólidos recolectados (USD/mes) a nivel nacional por provincias (Periodo 2014-2018).

Provincia	2014	2015	2016	2017	2018
	16963609.74	14,404,643.75	20,622,843.2	25651180.4	27569375.7
Azuay	1259056.07	280,568.53	1,804,741.6	1937918.8	1892830.0
Bolívar	188984.43	144,916.20	164,427.0	136729.7	164958.3
Cañar	379856.51	431,192.26	243,331.9	370436.4	569568.9
Carchi	79946.13	120,696.06	267,466.2	225694.9	368477.5
Cotopaxi	968833.08	319,754.73	498,590.5	535806.9	626373.8
Chimborazo	328865.06	304,711.09	451,152.7	429497.2	433359.8
El Oro	635981.53	1,035,120.21	1,723,785.6	1402832.3	1235819.0
Esmeraldas	751525.21	601,033.00	420,464.6	776359.4	914029.1
Guayas	1335465.51	1,477,369.70	4,837,151.4	4952549.5	7045814.0
Imbabura	380591.78	596,925.37	519,679.6	501697.2	426674.2
Loja	448485.94	490,305.44	542,903.7	701006.9	585165.1
Los Rios	551967.69	452,487.63	641,310.2	655970.1	580661.8
Manabí	2202359.58	1,616,062.51	1,747,809.3	1686152.5	2267901.9
Morona Santiago	204712.36	212,832.59	220,563.2	228425.4	179950.7
Napo	101927.42	150,428.57	160,366.9	175056.5	190425.6
Pastaza	325230.25	339,410.00	293,426.6	128366.5	132452.4
Pichincha	4704901.32	3,610,861.15	3,576,498.2	8240021.5	7219626.5
Tungurahua	697766.64	810,700.15	764,353.5	779310.1	698269.0
Zamora Chinchipe	159400.64	169,124.19	158,160.7	190474.2	215938.0
Galápagos	169310.99	169,310.99	204,149.3	113234.5	159085.1
Sucumbíos	276043.16	314,516.34	293,251.5	289554.0	306916.2
Orellana	226987.78	216,717.04	205,461.3	169985.9	348611.2
Santo Domingo	326666.66	321,000.00	538,598.0	511098.2	556665.7
Santa Elena	258744.00	218,600.00	345,200.0	513002.0	449801.8

Fuente: Adaptado de: (AME-INEC, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

ANEXO VII

Anexo 7. Subsidio de la Gestión Integral de Residuos Sólidos recolectados (USD/mes) a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018).

	2014		2015		2016		2017		2018	
Provincia	Valor Subsidiado USD/mes	% de Subsidiado	Valor Subsidiado USD/mes	% de Subsidiado	Valor Subsidiado USD/mes	% de Subsidiado	Valor Subsidiado USD/mes	% de Subsidiado	Valor Subsidiado USD/mes	% de Subsidiado
NACIONAL	8240937.12	48.58%	7,324,194.84	50.85%	11,558,935.8	56.0%	11258047.1	43.9%	11517889.6	41.8%
Azuay	-87332.28	-6.94%	242,017.53	86.26%	284,750.6	15.8%	297459.1	15.3%	287778.9	15.2%
Bolívar	107441.42	56.85%	115,278.99	79.55%	134,303.8	81.7%	106365.3	77.8%	131074.8	79.5%
Cañar	313530.43	82.54%	342,455.83	79.42%	208,645.4	85.7%	199933.7	54.0%	331437.3	58.2%
Carchi	45457.38	56.86%	76,270.85	63.19%	221,642.8	82.9%	174571.1	77.3%	337287.3	91.5%
Cotopaxi	789204.24	81.46%	143,709.83	44.94%	323,359.9	64.9%	219315.6	40.9%	167044.4	26.7%
Chimborazo	218094.51	66.32%	153,464.44	50.36%	291,355.2	64.6%	302670.6	70.5%	303771.3	70.1%
El Oro	178838.78	28.12%	333,825.84	32.25%	950,778.2	55.2%	1030077.8	73.4%	287900.7	23.3%
Esmeraldas	579575.25	77.12%	380,184.97	63.26%	266,621.6	63.4%	487532.3	62.8%	636797.0	69.7%
Guayas	747277.96	55.96%	879,301.91	59.52%	4,119,442.5	85.2%	4286761.3	86.6%	3028366.4	43.0%
Imbabura	154598.12	40.62%	340,431.64	57.03%	271,877.8	52.3%	234341.7	46.7%	168401.5	39.5%
Loja	372433.83	83.04%	409,483.40	83.52%	373,103.4	68.7%	582803.7	83.1%	454779.8	77.7%
Los Rios	336980.97	61.05%	386,765.32	85.48%	484,596.3	75.6%	506824.6	77.3%	375745.0	64.7%
Manabí	1575046.20	71.52%	928,360.06	57.45%	904,394.4	51.7%	843923.3	50.1%	1261630.0	55.6%
Morona Santiago	173568.89	84.79%	174,456.90	81.97%	175,253.1	79.5%	184513.6	80.8%	141631.8	78.7%
Napo	80730.26	79.20%	123,665.07	82.21%	120,007.9	74.8%	146241.5	83.5%	160557.3	84.3%
Pastaza	306695.20	94.30%	320,875.	94.54%	274,242.5	93.5%	102725.1	80.0%	107712.1	81.3%

			00							
Pichincha	1017758.32	21.63%	747,035.23	20.69%	622,371.6	17.4%	183660.5	2.2%	1866437.7	25.9%
Tungurahua	377367.55	54.08%	399,467.86	49.27%	445,293.6	58.3%	430443.2	55.2%	250778.3	35.9%
Zamora Chinchipe	145257.93	91.13%	149,109.59	88.17%	137,922.7	87.2%	166027.1	87.2%	177105.5	82.0%
Galápagos	87210.99	51.51%	87,210.99	51.51%	88,337.7	43.3%	40234.5	35.5%	50882.6	32.0%
Sucumbíos	214206.14	77.60%	221,232.34	70.34%	210,158.3	71.7%	211316.3	73.0%	201277.9	65.6%
Orellana	190629.62	83.98%	166,391.25	76.78%	155,105.2	75.5%	100671.7	59.2%	290748.6	83.4%
Santo Domingo	132842.24	40.67%	104,000.00	32.40%	353,471.3	65.6%	287763.2	56.3%	333330.7	59.9%
Santa Elena	183523.17	70.93%	99,200.00	45.38%	141,900.0	41.1%	131870.5	25.7%	165412.8	36.8%

Fuente: Adaptado de: (AME-INEC, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

ANEXO VIII

Anexo 8. Tabla del indicador disposición final de los residuos sólidos a nivel nacional y por regiones (Periodo 2014-2018).

	2014			2015			2016			2017			2018		
PROVINCIA	Botadero	Celda emergente	Relleno sanitario	Botadero	Celda emergente	Relleno sanitario	Botadero	Celda emergente	Relleno sanitario	Botadero	Celda emergente	Relleno sanitario	Botadero	Celda emergente	Relleno sanitario
NACIONAL	49.5%	11.8%	38.6%	40.72%	17.19%	42.08%	35.7%	20.8%	43.4%	25.6%	28.8%	45.7%	20.7%	34.6%	44.7%
Azuay	0.0%	6.7%	93.3%	13.33%	6.67%	80.00%	13.3%	6.7%	80.0%	6.7%	6.7%	86.7%	7.1%	7.1%	85.7%
Bolívar	42.9%	57.1%	0.0%	42.86%	57.14%	-	42.9%	57.1%	0.0%	42.9%	57.1%	-	14.3%	85.7%	-
Cañar	42.9%	0.0%	57.1%	14.29%	-	85.71%	14.3%	57.1%	28.6%	-	71.4%	28.6%	-	71.4%	28.6%
Carchi	16.7%	0.0%	83.3%	0.00%	-	100%	0.0%	0.0%	100.0%	-	-	100.0%	-	-	100.0%
Cotopaxi	71.4%	0.0%	28.6%	42.86%	28.57%	28.57%	14.3%	57.1%	28.6%	-	71.4%	28.6%	-	71.4%	28.6%
Chimborazo	60.0%	10.0%	30.0%	40.00%	30%	30%	40.0%	30.0%	30.0%	30.0%	40.0%	30.0%	10.0%	60.0%	30.0%
El Oro	35.7%	35.7%	28.6%	21.43%	28.57%	50%	28.6%	21.4%	50.0%	28.6%	14.3%	57.1%	21.4%	28.6%	50.0%
Esmeraldas	85.7%	0.0%	14.3%	57.14%	14.29%	28.57%	57.1%	14.3%	28.6%	57.1%	14.3%	28.6%	57.1%	14.3%	28.6%
Guayas	75.0%	4.2%	20.8%	68.00%	8%	24%	56.0%	12.0%	32.0%	52.0%	24.0%	24.0%	40.0%	36.0%	24.0%
Imbabura	16.7%	0.0%	83.3%	16.67%	-	83.33%	0.0%	0.0%	100.0%	-	16.7%	83.3%	-	-	100.0%

Loja	43.8%	12.5%	43.8%	31.25%	25%	43.75%	25.0%	37.5%	37.5%	12.5%	37.5%	50.0%	18.8%	37.5%	43.8%
Los Rios	84.6%	7.7%	7.7%	92.31%	7.69%	-	84.6%	15.4%	0.0%	46.2%	46.2%	7.7%	38.5%	61.5%	-
Manabí	63.6%	27.3%	9.1%	63.64%	31.82%	4.55%	54.5%	31.8%	13.6%	36.4%	45.5%	18.2%	31.8%	45.5%	22.7%
Morona Santiago	25.0%	8.3%	66.7%	33.33%	-	66.67%	8.3%	8.3%	83.3%	16.7%	8.3%	75.0%	20.0%	-	80.0%
Napo	60.0%	0.0%	40.0%	40.00%	-	60%	40.0%	0.0%	60.0%	-	20.0%	80.0%	-	40.0%	60.0%
Pastaza	0.0%	25.0%	75.0%	0.00%	25%	75%	0.0%	0.0%	100.0%	-	-	100.0%	-	-	100.0%
Pichincha	62.5%	0.0%	37.5%	0.00%	37.50%	62.50%	25.0%	25.0%	50.0%	12.5%	25.0%	62.5%	-	25.0%	75.0%
Tungurahua	66.7%	11.1%	22.2%	44.44%	11.11%	44.44%	33.3%	22.2%	44.4%	11.1%	44.4%	44.4%	11.1%	44.4%	44.4%
Zamora Chinchipe	22.2%	0.0%	77.8%	22.22%	11.11%	66.67%	33.3%	0.0%	66.7%	12.5%	-	87.5%	-	22.2%	77.8%
Galápagos	66.7%	0.0%	33.3%	66.67%	-	33.33%	33.3%	33.3%	33.3%	0.0%	50.0%	50.0%	-	50.0%	50.0%
Sucumbíos	28.6%	14.3%	57.1%	14.29%	28.57%	57.14%	14.3%	14.3%	71.4%	14.3%	28.6%	57.1%	14.3%	28.6%	57.1%
Orellana	75.0%	0.0%	25.0%	75.00%	-	25%	75.0%	0.0%	25.0%	75.0%	-	25.0%	75.0%	-	25.0%
Santo Domingo	0.0%	50.0%	50.0%	0.00%	50%	50%	0.0%	50.0%	50.0%	-	50.0%	50.0%	-	50.0%	50.0%
Santa Elena	100.0%	0.0%	0.0%	100.00%	-	-	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%	-	-	100.0%	-	-

Fuente: Adaptado de: (AME-INEC, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018).