UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

EVALUACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES Y MITIGACIÓN AMBIENTAL DEL CANTÓN LORETO PROVINCIA DE ORELLANA

AUTOR:

Selena Geraldine Sanmartín Yaguana

DOCENTE - TUTOR:

M.Sc. Juan Elías González Rivera

Puyo - Pastaza – Ecuador

2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	Cumple con los criterios
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	Cumple con los criterios
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	Cumple con los criterios
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	Cumple con los criterios
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	Cumple con los criterios

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	25/25	Cumple con los criterios
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Cumple con los criterios
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	Cumple con los criterios
VALORACIÓN TOTAL	100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	100

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
LUIS RAMON BRAVO

Luis Ramón Bravo Sánchez

Dado en la ciudad de Puyo, a los 08 días del mes de agosto de 2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.

Criterios	Puntaje	Argumentos de la calificación
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	El título es claro y representa la idea principal del escrito.
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	4/5	Información clara y precisa fácil de identificar de qué se trata la investigación y su relevancia.
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	17/20	Describe correctamente la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Sin embargo, falta aumentar un poco más.
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	12/15	Entrega correctamente conceptos de términos que son empleados en el estudio, pero falta imágenes relacionadas a la investigación.
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	12/15	Describe el tipo de investigación a desarrollar, sin embargo, falta aumentar criterios de análisis con que se abordó la información.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	23/25	resultados de manera organizada a partir del problema planteado.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	7/10	Conclusiones muy cortas, debería aumentar, sobre los resultados obtenidos.
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	Correcta aplicación de las normas APA en las citas, fuentes y referencias.
VALORACIÓN TOTAL	85	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	85

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
LUIS ALBERTO UVIDIA

Ing. Luis Alberto Uvidia Armijo

Dado en la ciudad de Puyo, a los 08 días del mes de agosto de 2022

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL

Puyo, 1 de Agosto del 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Sanmartín Yaguana Selena Geraldine, con C.I.1500850431, con el Tema: "Evaluación de los residuos sólidos municipales y mitigación ambiental del cantón Loreto provincia de Orellana", de la carrera de Ing. Ambiental. Docente-director del Trabajo de Integración Curricular, MSC. Juan Elías González, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 1 %, Informe generado con fecha 1 de agosto del 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
JUAN ELIAS GONZALEZ RIVERA

MSC. Juan Elías González Rivera

Docente-director del Trabajo de Integración Curricular

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA INGENIERIAAMBIENTAL

Ouriginal by Turnitin

Document Information

AnalyzedDocument	Evaluación delos residuossólidos municipales y mitigaciónambiental del cantón Loreto provincia dc Orellana.cocx (D142593189)
Submitted	2022-08-02 03:21:00
Submitted by	JUAN GONZALEZ
Submitter email	jgonzalez@uea.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	juan.gonzalez.uea@analysis.urkund.com

Sources included in thereport

W URL: https://www.oefa.gob.pe/wp-content/uploads/2016/04/Tema-2.-Problematica-de-Residuos-Solidos-en-Ucayali.pdf 1

W URL: https://www.clubensayos.com/Acontecimientos-Sociales/Residuos-S%C3%B3lidos-Municipales/74096.html
Fetched: 2021-12-01 23:43:54 1

Evaluación de los residuos sólidos municipales y mitigación ambiental del cantón Loreto provincia de Orellana

Selena Geraldine Sanmartín Yaguana[1]
amb2017197@uea.edu.ec

Juan Elías González Rivera[1]
M.Sc
jgonzalez@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida, Carrera de Ingeniería Ambiental

Resumen

La producción de residuos sólidos municipales se está incrementando de forma exponencial en todo el mundo y el Ecuador no es la excepción. Una mala gestión podría generar la saturación de los sistemas de recolección y tratamiento de desechos. La bibliografía muestra que no se han hecho estudios sobre esta temática en la Amazonía ecuatoriana. Por ello, en este artículo se efectuó la evaluación de estos residuos y se propone un plan de mitigación en el cantón Loreto, provincia de Orellana. La metodología utilizada se basó en la estructura estadística de la información ambiental y económica del GADM; a través de un enfoque mixto. Aquí se muestran los indicadores que todos los municipios deben generar de forma mensual y anual, lo cual permite conocer su situación en relación a otros lugares. La recolección de los datos se efectuó mediante la observación directa y con el uso de los formularios dispuestos por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Con esto se calculó: (i) el subsidio de la gestión de residuos sólidos, (ii) la proporción de residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos) recuperados y (iii) la producción per cápita de residuos sólidos. Los resultados muestran que se realiza un subsidio del 83,9% en cuanto a la gestión integral de residuos y que se recupera el 0,097% de los residuos inorgánicos recolectados al mes. Diariamente se genera un promedio 0,738 kg por persona dando un total de 5450 kg de residuos sólidos. Por esta razón se propone el plan de mitigación con temas de capacitación para la comunidad y pautas para el tratamiento y recuperación de los residuos sólidos, que permitirá mejorar la calidad de vida y salud de las personas del cantón Loreto. De esta manera convertirse en un referente para futuras investigaciones similares en la región y el país.

***Palabras Clave**:* Gestión de residuos, mitigación ambiental, residuos sólidos municipales.

Abstract

The production of municipal solid waste is increasing exponentially worldwide, and Ecuador is no exception. Poor management could lead to saturation of the waste collection and treatment systems. The bibliography shows that no studies have been done on this subject in the Ecuadorian Amazon. Therefore, this article evaluates these wastes and proposes a

mitigation plan in the canton of Loreto, province of Orellana. The methodology used was based on the statistical structure of environmental and economic information of the GADM; through a mixed approach. This shows the indicators that all municipalities must generate monthly and annually, which allows us to know their situation concerning other places. Data collection was done through direct observation and using the National Institute of Statistics and Census forms. This was used to calculate: (i) the subsidy for solid waste management, (ii) the proportion of solid waste (organic and inorganic) recovered, and (iii) the per capita production of solid waste. The results show an 83.9% subsidy for integrated waste management and that 0.097% of the inorganic waste collected per month is recovered. An average of 0.738 kg per person is generated daily for 5450 kg solid waste. For this reason, the mitigation plan is proposed with training for the community and guidelines for the treatment and recovery of solid waste, improving the quality of life and health of the people of Loreto. In this way, it will become a reference for future similar research in the region and the country.

***Keywords**:* Waste management, environmental mitigation, municipal solid waste.

1. INTRODUCCIÓN

Más de la mitad de la población mundial vive en ciudades y comunidades urbanas (Lahariya, 2008). En estas zonas se produce la mayor cantidad de desechos sólidos, que hasta la actualidad han generado importantes problemas ambientales (Islam, 2018; Segura et al., 2020; Yánez-Naranjo & Hidalgo-Almeida, 2021). De forma específica, los residuos sólidos urbanos (RSU) o también llamados municipales (RSM) deben recibir un tratamiento especial, considerando que hay un incremento en comparación a las décadas pasadas (Dos Santos et al., 2019; Yazdani et al., 2021). En América Latina en el 2010 generaron más de 400 mil toneladas de residuos sólidos urbanos al año, según datos presentados en el informe de la Organización Panamericana de la Salud (Organización Panamericana de la Salud, 2015). Los datos aproximados de los residuos peligrosos de hospitales y centros médicos suman una producción diaria de más de 500 toneladas. En este informe también se demuestra que existe una deficiencia en su recolección, sobre todo en los suburbios y sectores denominados marginales. Asimismo, se estima que al menos la mitad de estos residuos aún se están manejando de forma inoportuna.

En el 2022 la población alcanzó los 600 millones de habitantes en estas regiones, según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Mientras que la cifra de generación de residuos incrementó a más de 200 millones de toneladas (Latinoamérica y el Caribe) en el 2016 (Correal & Rihm, 2022). Esto se traduce en una producción per cápita (PPC) promedio de 1 kg por habitante diariamente. Según los datos del Ministerio del Ambiente, en el Ecuador, las estadísticas son similares, donde cada individuo genera 0,75 kilos de RSU al día. Cuando esto se multiplica por el número de habitantes, se obtienen más de 4 millones de toneladas por año (Ministerio del Ambiente, 2015).

De acuerdo al último informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe realizado en el 2010, ningún municipio del Ecuador

contaba con un plan de manejo de residuos sólidos (Martínez Arce et al., 2010). Además, el 74,8% de los municipios gestionan directamente la recolección de los residuos, mientras que el restante lo realizan mediante empresas privadas. Esto motivó cambios urgentes en la normativa local, como la creación del Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (MAE-PNGIDS), con el objetivo de disminuir la contaminación. También se presentó el Código Orgánico del Ambiente (Ministerio del Ambiente, 2017a), cuyo título V está relacionado con la gestión integral de residuos y desechos y el tratamiento de los residuos sólidos peligrosos y especiales (Código Orgánico Del Ambiente, 2018). Esto se respalda en la constitución del Ecuador que indica en los art. 264 y 415, que la competencia la tienen los gobiernos autónomos descentralizados municipales (GADM), quienes serán los encargados de realizar una administración eficiente de desechos, residuos y recursos naturales (Constitución de la Républica del Ecuador, 2021).

Como se muestra mediante algoritmos matemáticos, existe una relación directa entre la generación de RSM y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que contaminan al medio ambiente (Magazzino et al., 2020). Razón por la cual los organismos de control, en todo el mundo buscan minimizar los (GEI) que estos desechos generan para el planeta; promoviendo el desarrollo de numerosas investigaciones relacionadas con esta temática. En el artículo de (Wang et al., 2020) se realiza la evaluación cuantitativa del rendimiento económico y ambiental de un centro integrado de tratamiento de RSM en la ciudad de Horqin Left Rear Banner, China. Mientras que, en (Yılmaz & Abdulvahitoğlu, 2019), describen un modelo teórico para valorizar energéticamente estos residuos en Turquía y proponer posibles soluciones para la mitigación del carbono. Los rellenos sanitarios son otra fuente de problemas ambientales, que requieren una evaluación y mantenimiento constante como se realiza en (Santiago & Barrera, 2018). Además, la contaminación del agua con residuos sólidos impacta negativamente en la salud de las personas y en su convivencia como se muestra en el trabajo de (Bau-Satula et al., 2017).

Dado el problema de la eliminación de residuos sólidos urbanos se puede optar por otras prácticas como la generación de energía limpia (Tan et al., 2014). También evaluar el potencial de los residuos sólidos urbanos como fuente de energía y los beneficios económicos y ambientales que pueden producir (Ayodele et al., 2018). También se puede optar por la implementación de planes de manejo de los desechos como presentan (Tsai & Kuo, 2010). Mientras que, (Jantz & Ruggerio, 2021) diseñan una planta de generación de energía eléctrica usando únicamente RSM, en Taiwán. Esta estrategia podría reducir el impacto ambiental y por ende incrementar la vida del planeta. En el Ecuador también existen estudios sobre planes de mitigación de residuos sólidos como lo plantean (Blum Alvarado & Litardo Campos, 2022) y (Salazar Moreno & Narváez García, 2020).

Los RSM tienen una influencia directa en la contaminación del medio ambiente y eso se pudo corroborar con la bibliografía presentada (Jia et al., 2018). Esto ha motivado este estudio que tiene como objetivo evaluar de los residuos sólidos municipales y la obtención

de los indicadores pertinentes. Así se podrá ejercer un mayor control y realizar una retribución ambiental del GADM de Loreto, provincia de Orellana, a través de un plan de mitigación.

2. METODOLOGÍA

2.1 Localización

Esta investigación fue realizada con el apoyo del GADM de Loreto, ubicado en la provincia de Orellana, en la región amazónica del Ecuador. Fue fundado el 7 de agosto de 1992, con una extensión de 2150,6 km^2. Limita al norte con el Chaco (Napo) y Francisco de Orellana; al este también con Orellana; al sur con el Tena (Napo) y al oeste con Quijos, Tena y Archidona (Napo). Posee un rango altitudinal que está entre los 320 a 3732 metros sobre el nivel del mar, en la cumbre del volcán Sumaco (GAD Municipal Loreto, 2019). En la Figura 1 (a) se muestran las parroquias del cantón y en la Figura 1 (b) su vista panorámica.

Figura 1. Mapa geográfico del cantón Loreto (a). Vista aérea (b).



(a) **(b)**

Fuente: (GAD Municipal Loreto, 2019)

2.2 Método

La evaluación de residuos sólidos en este cantón se efectuó mediante la metodología propuesta por los organismos de regulación ecuatoriana y en base a la normativa vigente. El uso del documento metodológico de la estadística de información ambiental económica en GADM permitió definir la cantidad de RSM que se están generando al día, mes y año. Esto se identifica como un problema ambiental que es la base para proponer un plan de mitigación ambiental, enfocado en políticas públicas. Por lo tanto, esta investigación está definida a través del método de investigación inductivo y deductivo.

2.3 Tipo de Investigación

Los tipos de investigación que se derivan del estudio, buscan cubrir el objetivo planteado, es decir, desarrollar un plan de mitigación ambiental. Para esto se estructura una investigación aplicada y descriptiva, que permite solucionar los problemas ambientales que se derivan de la generación de residuos en el cantón Loreto. También se exponen ciertas características económicas y financieras ambientales. Según la ruta o enfoque, el estudio es mixto, porque posee información tanto cualitativa, como cuantitativa. El análisis y evaluación se realizó mediante el planteamiento de técnicas matemáticas y estadísticas, a través de la recolección de información desde fuentes oficiales del GADM de Loreto.

2.4 Muestra

En este cantón viven alrededor de 24966 habitantes según las proyecciones para el año 2022 del Instituto Nacional De Estadísticas y Censo (INEC) [1]. Estos están distribuidos en cinco parroquias rurales y una urbana, lo cual representa la población total o universo de este estudio. La cabecera cantonal es el sector más poblado, donde se concentra la mayor parte de infraestructura urbana y recolectan la mayoría de los RSM. Es por esto que se establece una muestra no probabilística a conveniencia, que la conforma únicamente la población urbana. La muestra elegida es del 29,581% del total, lo que se traduce en 7385 individuos. También se identifica el número de viviendas que corresponden a la zona urbana y que realizan el pago del servicio de agua potable y por ende recolección de residuos que son 3117.

2.5 Recolección de datos

Esta investigación adopta una perspectiva básica sobre el sistema de manejo de residuos sólidos urbanos existente en Loreto. Mediante una revisión de campo in situ, se consolidan datos primarios y secundarios, para conocer los problemas ambientales relacionados con la temática y proponer medidas generales de mitigación.

El gobierno ecuatoriano, a través del Censo de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados, otorga herramientas como encuestas y formularios; para generar información ambiental y a su vez implementar políticas públicas. A través de la ficha de levantamiento de información de la prestación de servicios de manejo de desechos sólidos, dirigida a las autoridades medioambientales del cantón. Este cuestionario está disponible en el software de hojas de cálculo, Microsoft Excel del INEC.

[1] https://sni.gob.ec/proyecciones-y-estudios-demograficos

2.6 Procedimiento y Técnicas de análisis de datos

Se inició con la identificación del tipo, cantidad y composición de los desechos sólidos que se originan en el cantón, mediante el proceso de observación; así como el tamaño y capacidad de la unidad que recibe desechos sólidos. Utilizando la ficha que se mencionó anteriormente, se registró la información ambiental económica del GADM. En la Sección 1 del formulario, consta la información institucional, y también el modelo de gestión que ha implementado el municipio. A continuación, en la Sección 2, se presentan los indicadores económicos y financieros, donde constan los costos por fases de la prestación del servicio de manejo de desechos sólidos. También, la cantidad de desechos sólidos recolectados al mes. En la siguiente sección, se presentan indicadores técnicos y operativos; considerando la limpieza en los espacios públicos, separación en la fuente, aprovechamiento de residuos orgánicos, sistema de recolección y la disposición final de los mismos.

Con el documento metodológico de la Estadística de Información Ambiental Económica en GADM (INEC et al., 2020) y los indicadores recolectados en el formulario, se identificó el porcentaje subsidiado de la gestión integral de desechos sólidos por parte de los municipios, así como la proporción de residuos sólidos recuperados y producción per cápita de RSU. Esto permite realizar la discusión según los valores obtenidos de las estadísticas nacionales que permite evidenciar el tratamiento de residuos sólidos municipales.

2.7 Fórmulas matemáticas para la evaluación de los RSM

Los indicadores utilizados son parte de la documentación que debe presentar de forma anual cada municipio en el Ecuador. En este enlace (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2020) se pueden encontrar los formularios necesarios, fórmulas y también los indicadores del 2020 que permitirán posteriormente hacer una comparación cuantitativa.

2.7.1 Subsidio de la gestión de residuos sólidos

Es la representación porcentual de la ayuda económica que el GADM les da a los habitantes para cubrir los costos que demandan las actividades de gestión de residuos sólidos y se presenta en la ecuación (1).

$$\text{MSGRS} = \left(1 - \frac{\sum X(t)}{\sum Y(t)}\right) \times 100\% \quad (1)$$

Donde:

$\sum X(t)$ = Suma del total de ingresos por tasa o tarifa de residuos sólidos en el periodo (t).

$\sum Y(t)$ = Suma del total de los costos (gastos) por la gestión integral de residuos sólidos en el periodo (t).

2.7.2 Proporción de Residuos Sólidos Recuperados

Es una medida de la eficiencia del tratamiento de RSU, analizando la cantidad de residuos sólidos recuperados en función de los recolectados y se calcula usando la ecuación (2).

$$\text{PRSR} = \left(\frac{\sum X(t)}{Y(t)}\right) \times 100\% \quad (2)$$

Donde:

∑X(t)= Suma de residuos sólidos recuperados, en un periodo (t).

Si:

i=1, Es Orgánico.

i=2, Es Inorgánico.

Y(t) = Toneladas de residuos j recolectados, en el periodo (t).

2.7.3 Producción per cápita de residuos sólidos urbanos

Es la estimación de las cantidades generadas de RSU por una persona por día y que se calcula mediante la ecuación (3).

$$\text{PPC}_{\text{RS}} = Xi(t)/Yi(t) \quad (3)$$

Donde:

Xi(t) = Total de residuos sólidos producidos diariamente en el GADM, para el área (i), en el periodo t.

Yi(t) = Total de la población urbana en el cantón, para el área (i), en el periodo t.

Mediante la observación y los valores obtenidos en cada uno de los indicadores (ecuaciones (1), (2) y (3)) se determinan los niveles de producción y recolección de RSM en el cantón. Estos datos son reales y son parte del promedio de la provincia, donde se puede inferir que los procedimientos fueron llevados a cabo correctamente. Motivo que llevó a proponer un plan de mitigación acorde a las necesidades identificadas. Con esto se pretende una identificación del impacto cualitativo y cuantitativo, incluido, entre otros: reducción de residuos, reutilización y recuperación de materiales. Este plan contiene propuestas a mediano y largo plazo. Con esto se busca robustecer el trabajo mancomunado del municipio y la ciudadanía, con relación a la educación, recolección y tratamiento de los desechos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Gestión de residuos sólidos del cantón Loreto

Se inicia identificando cuánto dinero recauda mensualmente el GADM de los ciudadanos, mediante la ecuación (4). Se multiplica el número de viviendas que reciben el servicio de recolección de basura por el valor que cobra el municipio que viene incluido en la factura del servicio de agua. Mientras que el valor por gestión integral de residuos sólidos se obtiene de la sumatoria de los de conceptos de barrido, recolección y transporte, pago a gestor ambiental y gastos administrativos, presentados en la ecuación (5).

$$\sum X(t) = \text{Número de viviendas} * \text{Costo de recolección} \quad (4)$$

$$\sum X(t) = 3117 * \$0{,}50$$

$$\sum X(t) = \$1558{,}5$$

$$\sum Y(t) = C_{BARRIDO} + C_{RTRANS} + C_{PGESTOR} + C_{GADMIN} \quad (5)$$

$$\sum Y(t) = \$3162 + \$3631 + \$660 + \$2229$$

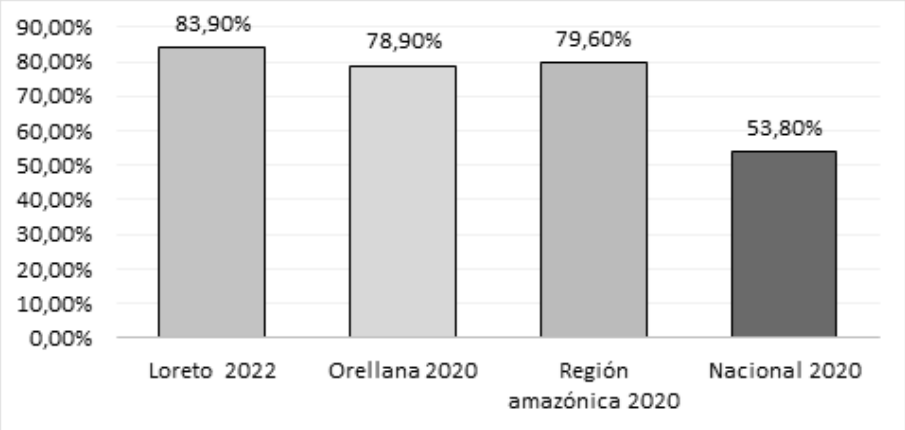
$$\sum Y(t) = \$9682$$

Siguiendo con lo que indica la ecuación (1) se procedió a reemplazar los valores y se calcula el porcentaje de subsidio que están realizando en la gestión de RSU.

$$\text{MSGRS} = \left(1 - \frac{\$1558{,}5}{\$9682}\right) \times 100\%$$

$$\text{MSGRS} = 83{,}90\%$$

Figura 2. Subsidio de la gestión integral de residuos sólidos.



Fuente: Elaborado por los autores.

Según las estadísticas la región amazónica se caracteriza por ofrecer un subsidio de la gestión integral de desechos mayor al promedio nacional. Este porcentaje es mayor en el cantón Loreto (83,9%), demostrando que el ingreso de recursos por este rubro es muy bajo.

En la Figura 2 se realiza una comparativa del cantón Loreto con los valores de la provincia, región y país del 2020 (los más actualizados hasta la fecha según la página oficial[2]). Como se puede apreciar la entidad municipal ayuda a la población, cobrando una tasa reducida. Adicionalmente, se debe mencionar que una gran parte de viviendas del cantón no posee un medidor de agua potable, lo cual se traduce en menores ingresos para el GADM.

3.2 Proporción de Residuos Sólidos Recuperados

Se inició con un desglose de la cantidad de residuos orgánicos e inorgánicos que son recolectados en un día, mes, semestre y año; donde t equivale a toneladas. Esta información se presenta en la Tabla 1. Utilizando la ecuación (6) se calcula el total de desechos recolectados, sumando orgánicos e inorgánicos y se convierten estos valores de toneladas a kg

$$\mathrm{TOTAL}_{\mathrm{Recolectado}} = \mathrm{TOTAL}_{\mathrm{Orgánico}} + \mathrm{TOTAL}_{\mathrm{Inorgánico}} \quad (6)$$

$$\mathrm{TOTAL}_{\mathrm{Recolectado}} = 15{,}42\ \mathrm{t} + 148{,}03\ \mathrm{t}$$

$$\mathrm{TOTAL}_{\mathrm{Recolectado}} = 163{,}45\ \mathrm{t} = 163450\ \mathrm{kg}$$

Tabla 1. Cantidad diaria, mensual, semestral y anual de los residuos recolectados en el año 2022.

Desecho	Diario [t]	Mensual [t]	Semestral [t]	Anual [t]
Plástico	1,47	44,07	264,40	528,80
Cartón	1,40	41,97	251,82	503,64
Papel	0,89	26,81	160,88	321,76
Chatarra	0,71	21,33	127,98	255,96
Madera	0,46	13,85	83,12	166,24
Total inorgánico	4,934	148,03	888,20	1776,40
Orgánico	0,514	15,42	92,50	185,00
Total RSM	5,45	163,45	980,70	1961,40

Nota: Para un estimado anual se duplican los datos semestrales (enero-junio 2022).
Fuente: Elaborado por los autores.

Considerando que la ecuación (2) solicita una diferenciación de residuos, se deben analizar los residuos orgánicos e inorgánicos por separado. El cantón actualmente no realiza el tratamiento de residuos orgánicos y solo se maneja la información del segundo grupo. En la Tabla 2 se presentan los tipos de residuos que se recuperan (reciclan) mensual y

[2] https://www.ecuadorencifras.gob.ec/gad-municipales/

semestralmente; así como la densidad y volumen de estos. Una vez que se suma el total mensual recuperado se divide para el valor total de RSU recolectados, mostrando un valor porcentual. En la Figura 3 se muestra gráficamente la cantidad de residuos inorgánicos recolectados en contraste con los recuperados, un valor significativamente bajo.

Tabla 2. Cantidad mensual y semestral de los RSU inorgánicos recuperados.

Residuo	Mensual [t]	Semestral [t]	Densidad [t/m^3]	Volumen mensual [m^3]	Volumen semestral [m^3]
Plástico	0,053	0,320	0,93	0,050	0,298
Cartón	0,058	0,345	0,60	0,035	0,207
Papel	0,027	0,161	0,80	0,021	0,129
Chatarra	0,013	0,077	7,70	0,099	0,593
Madera	0,007	0,043	0,87	0,006	0,037
Total	0,158	0,946		0,211	1,264

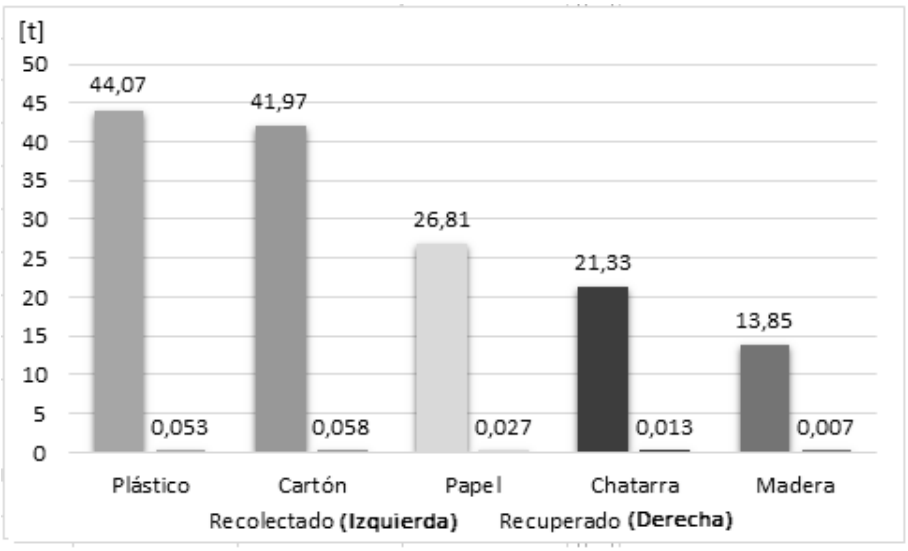
Fuente: Elaborado por los autores.

$$\mathrm{PRSR_{INORG}} = \left(\frac{0{,}158\ \mathrm{t}}{163450\ \mathrm{kg}}\right) \times 100\%$$

$$\mathrm{PRSR_{INORG}} = \left(\frac{158\ \mathrm{kg}}{163450\ \mathrm{kg}}\right) \times 100\%$$

$$\mathrm{PPRSR_{INORG}} = 0{,}097\%$$

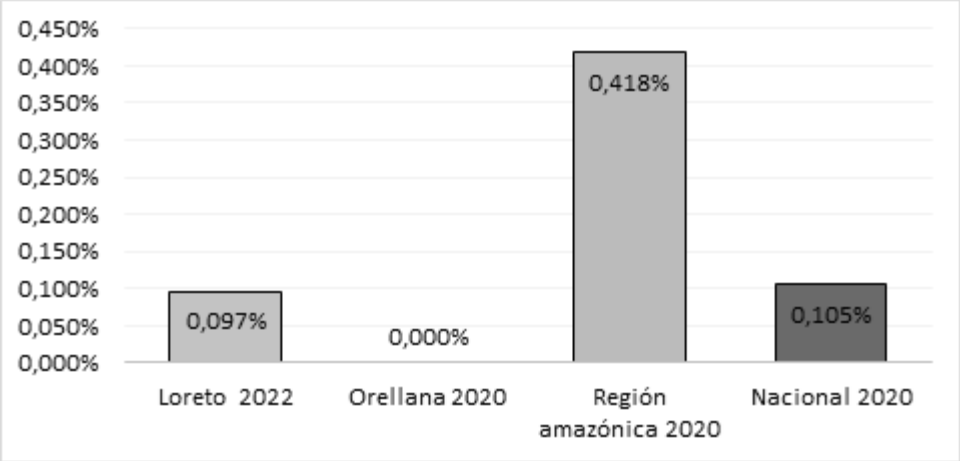
Figura 3. Comparación de los residuos sólidos recolectados y recuperados mensualmente.



Fuente: Elaborado por los autores.

En cuanto a los resultados de la proporción de residuos sólidos inorgánicos recuperados no se tenían datos de la provincia de Orellana anteriormente, pero esta situación ha cambiado. En Loreto el 0,097% de estos residuos se están reciclando, destacando 5 tipos que son: plástico, cartón, papel, chatarra y madera. Este valor está muy por debajo del promedio de la región (0,418%), pero es similar a la media nacional (0,105%), por lo que se evidencian los cambios que se están efectuando (ver Figura 4).

Figura 4. Proporción de residuos sólidos inorgánicos recuperados.



Fuente: Elaborado por los autores.

3.3 Producción per cápita de residuos sólidos urbanos

En el cantón diariamente se recolectan los residuos sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos. La suma de ambos tipos de residuos se describe en la ecuación (7) y también se puede apreciar en la Tabla 1.

$$\mathrm{TOTAL_{RSxDía}} = \mathrm{TOTAL_{Orgánico}} + \mathrm{TOTAL_{Inorgánico}} \quad (7)$$

$$\mathrm{TOTAL_{RSxDía}} = 0{,}514\ \mathrm{t} + 4{,}934\ \mathrm{t}$$

$$\mathrm{TOTAL_{RSxDía}} = 5{,}45\ \mathrm{t}$$

En cuanto al valor de PPC de RSU, se debe dividir la producción diaria para el número de habitantes seleccionados. Este valor corresponde a lo calculado anteriormente, es decir, 5,45 toneladas. Con base en las proyecciones del INEC, se obtiene la población para el 2022, que es de 7385 personas en el área urbana. Con estos valores se usa la ecuación (3).

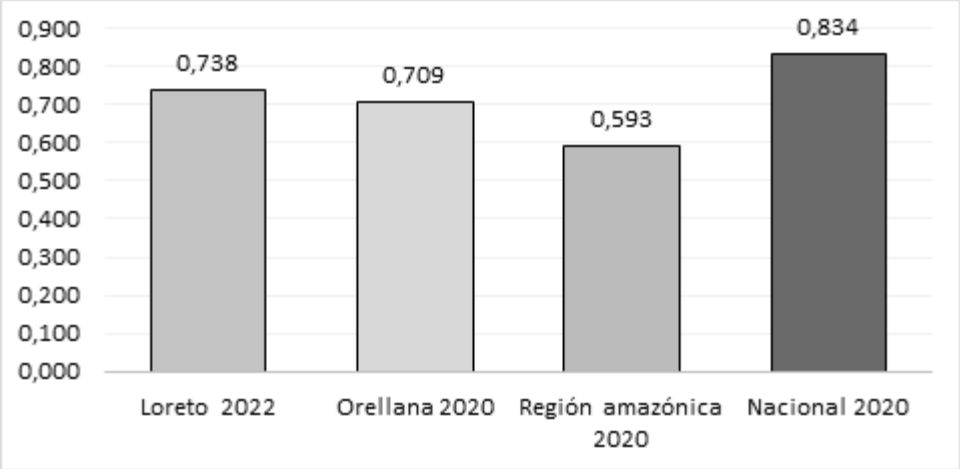
$$\mathrm{PPC_{RS}} = 5{,}45\ \mathrm{t}/7385\ \mathrm{hab.}$$

$$\mathrm{PPC_{RS}} = 5450\ \mathrm{kg}/7385\ \mathrm{hab.}$$

$$\mathrm{PPC_{RS}} = 0{,}738\ \mathrm{kg/hab.}$$

También se puede apreciar que la cantidad de RSU generados por persona en un día en este cantón es de 0,738 kg, un valor elevado para la media regional (0,593 kg), como se aprecia en Figura 5. Esto se da porque en la región amazónica se realiza una diferenciación de residuos orgánicos e inorgánicos en el propio hogar. La mayor parte de material orgánico se utiliza en la alimentación de los animales de campo y como abono para los sembríos. Esta diferencia es muy marcada con la región Costa donde la producción per cápita de RSU es del 0,91 kg. Un valor que se alinea más con el promedio de Latinoamérica y el Caribe que es de 1 kg, según el reporte del BID presentado previamente en la introducción (Correal & Rihm, 2022). En el Ecuador ya se están planteando programas de gestión integral de residuos que permiten mejorar estos servicios en ciudades como Quito y Cuenca, pero es importante que la socialización de estas medidas se realice a otros cantones de menor dimensión. Esto permitirá que los municipios diseñen e implementen planes de gestión ambiental con un mayor carácter técnico en beneficio de la colectividad. En la Figura 7 se muestra gráficamente lo mencionado previamente.

Figura 5. Producción per cápita de desechos sólidos urbanos.



Fuente: Elaborado por los autores.

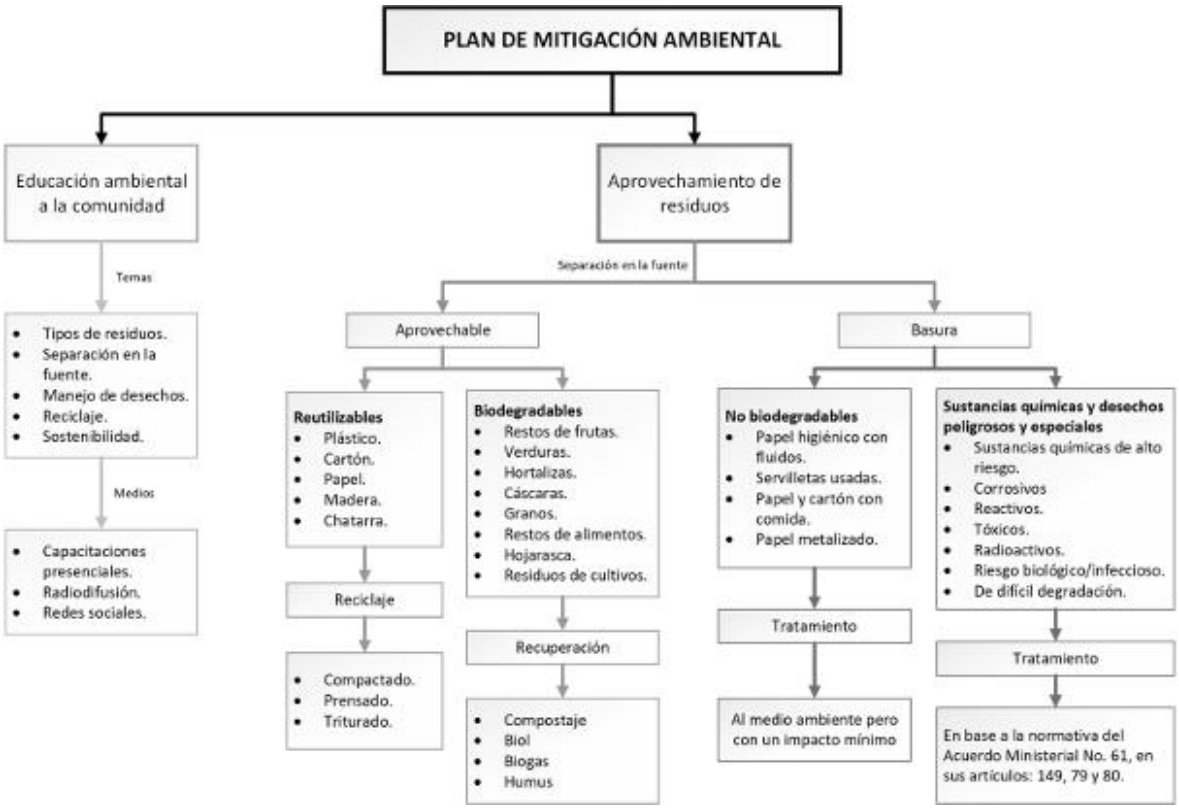
3.4 Propuesta de un plan de mitigación

El personal responsable de la recolección, clasificación, pesado, aprovechamiento de residuos vegetales, manejo y tratamiento de los residuos sólidos será el GADM de Loreto y sus colaboradores. La población será responsable de los residuos que generen, así como cualquier daño al ambiente que ocasionen sus actividades cotidianas. Para ello, se implementarán medidas que contrarresten el daño ambiental que esto ocasiona.

Para efectos de este breve plan de mitigación se consideran dos componentes funcionales, tales como la capacitación a la ciudadanía sobre el aprovechamiento de residuos sólidos que generan. Actualmente el GADM de Loreto no cuenta con un reglamento de gestión de residuos sólidos, por esta razón se planteó este plan basado en la normativa nacional que

podría considerarse como un punto inicial. En la Figura 6 se muestra el esquema del plan de mitigación propuesto y sus principales programas de educación ambiental a la comunidad y el aprovechamiento de los residuos.

Figura 6. Esquema del plan de mitigación ambiental.



Fuente: Los autores, basado en el (Acuerdo Ministerial NO. 061, 2015).

3.4.1 Educación ambiental impartida a la comunidad

Se debe realizar un cronograma de capacitación que incluya temas relacionados con el tratamiento de los desechos sólidos orgánicos e inorgánicos. El objetivo de esta actividad es crear una cultura de cuidado ambiental en la población del cantón, a través del conocimiento teórico y de la práctica principalmente. También se propone que se incluyan temas de sostenibilidad para mejorar la gestión actual y futura. Al mismo tiempo se puede realizar una campaña de difusión de contenido multimedia en los principales medios de comunicación de radiodifusión y televisión local. En el caso del público más joven las redes sociales permitirán tener un mayor alcance. Este tipo de conversaciones deben iniciar en casa y luego ser parte de las jornadas académicas, considerando que las futuras generaciones están en formación constante y se debe crear conciencia.

3.4.2 Programa de aprovechamiento de residuos sólidos

Como parte de este programa se recomienda que la entidad municipal realice un adecuado tratamiento de aquellos residuos que son reutilizables. La recuperación de estos residuos ya se está realizando actualmente mediante procesos de compactado, triturado y prensado. También se debe tener cuidado en aquellos que no son biodegradables, para tener el menor impacto ambiental posible. Todo esto se describe en la Figura 6.

Estas propuestas serán ejecutadas en un mediano y largo plazo, aprovechando que ya existen unos pocos hogares que realizan la clasificación y reutilización de los residuos orgánicos. Mejorando esta condición se podrá reducir la cantidad de material orgánico que llega al lugar de recolección y darle un mejor uso. Considerando que el cantón Loreto no realiza su recuperación, conjuntamente con el personal del GADM se definió cuanta materia orgánica se pudo haber recuperado en el primer semestre del 2022 y se presenta en la Tabla 3. Con esta información se usa la ecuación (2) y se calcula el valor promedio que se podría reutilizar mensualmente.

Tabla 3. Cantidad mensual y anual de los RSM orgánicos que se podrían haber recuperado de enero a junio de 2022.

Desecho	Mensual [t]	Semestral [t]	Densidad [t/m^3]	Volumen mensual [m^3]	Volumen semestral [m^3]
Orgánico	0,834	5,004	0,700	0,584	3,502

Fuente: Elaborado por los autores.

$$\mathrm{PRSR_{ORG}} = \left(\frac{834\ \mathrm{Kg}}{163450\ \mathrm{Kg}}\right) \times 100\%$$

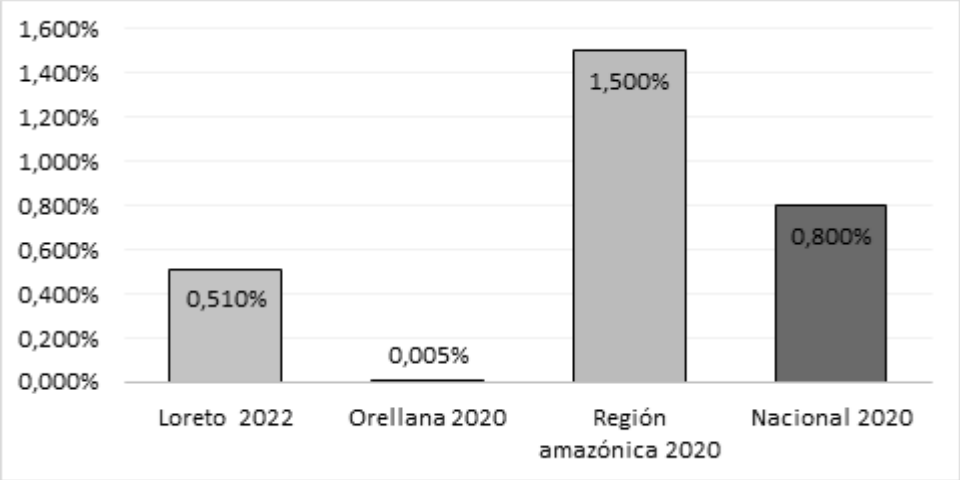
$$\mathrm{PRSR_{ORG}} = 0{,}51\%$$

Como parte de este estudio realizar una propuesta en base a estos datos obtenidos durante el primer semestre del año 2022. Se estima que se podría recuperar un 0,51% de residuos, lo cual es la tercera parte de la media regional (1,5%) y está por debajo de la nacional (0,8%). Esto marcaría un precedente en el cantón y la provincia, cuyo porcentaje era muy reducido en el pasado (0,005%), como se puede ver en la Figura 7.

Para los residuos orgánicos se plantea la implementación de técnicas para su aprovechamiento. El compost (también conocido como compostaje) tiene como principio la descomposición de residuos orgánicos para generar fertilizante natural. Esto ya se realiza en muchos hogares, pero es responsabilidad de las entidades gubernamentales tecnificar estos procesos y capacitar a la ciudadanía. Algo similar se puede realizar mediante la lombricultura, una técnica para producir humus natural y libre de químicos. Para su subsistencia, las lombrices deben estar cubiertas por aserrín o tierra como protección térmica que permita su subsistencia en el clima de la Amazonía. Mientras que para obtener biol (abono orgánico líquido) se deben construir biodigestores que realicen este procedimiento;

adicional, también la generación de biogás con procesos similares.

Figura 7. Proporción de residuos sólidos orgánicos recuperados.



Fuente: Elaborado por los autores.

Según la normativa ecuatoriana, en el Acuerdo Ministerial No. 061 se menciona el tratamiento de sustancias químicas y desechos peligrosos y especiales (Acuerdo Ministerial NO. 061, 2015). El Art. 149 habla sobre las sustancias químicas que son admitidas y las que no por su potencial riesgo para la salud y el medioambiente. En el Art. 79 se enlistan los desechos sólidos que contengan características corrosivas, reactivas, tóxicas, radioactivas o de riesgo biológico/infeccioso. Mientras que en el Art. 80 se mencionan los desechos especiales, los cuales no son peligrosos, pero por su alto volumen y dificultad de degradación podrían representar un problema ambiental. Todos estos residuos deben ser parte de un sistema de recuperación, reutilización o eliminación, para evitar la saturación de los rellenos sanitarios. Actualmente en el cantón no existe un cálculo exacto de cuantas toneladas de residuos se están generando en los centros médicos e industrias públicas y privadas. Los datos muestran que en la provincia de Orellana el 25% de estos residuos no recibe ningún tratamiento. Todo esto se realiza actualmente mediante un gestor ambiental, cuyos rubros los subsidia el municipio. Es importante que se realicen reuniones y capacitaciones constantes a todos los establecimientos que producen y almacenan este tipo de desechos. También que se realice un seguimiento estricto del cumplimiento de las normas y estándares mencionados en la legislación ambiental presentada.

Las recomendaciones de salud pública y de gestión ambiental a nivel local y mundial mencionan que el manejo de los RSU debe realizarse con sumo cuidado. En el Ecuador ya se han realizado investigaciones sobre este tipo de residuos en otras ciudades como el Carmen (Muñoz et al., 2019), Esmeraldas (Charpentier & Tuso, 2016) y Quevedo (Quinteros et al., 2020). En ninguna de ellas se establece la cantidad de residuos producidos en su cantón, como se ha hecho en este estudio. Son investigaciones que tienen enfoques del tipo

económico principalmente, mientras que otros se concentran únicamente en el desarrollo de nuevos modelos de gestión ambiental. Por esto, no se puede realizar una comparación directa de los resultados presentados, ya que no existe una uniformidad en los estudios.

Como se ha podido observar en los resultados previos, el porcentaje de RSU que se recupera es muy bajo. El manejo integral de estos residuos representa un gran desafío para los gobiernos y las comunidades. La propuesta del plan de mitigación ambiental tiene el objetivo de generar opciones para mejorar la gestión de residuos sólidos y atenuar el impacto ambiental que genera su manejo ineficiente. Los residuos inorgánicos representan más del 80% de todos los residuos recolectados y el restante le corresponde a los orgánicos. Por ello en el plan de mitigación se impulsan diversas acciones las cuales son similares a las que se han planteado en otras ciudades como Guayaquil (Blum Alvarado & Litardo Campos, 2022), Manta (Muñoz et al., 2020) o Portoviejo (Salazar Moreno & Narváez García, 2020). En estas ciudades de la costa ecuatoriana ya se están proponiendo cambios en materia ambiental, lo cual demuestra que la región amazónica necesita modificar sus prácticas ambientales actuales, tanto en los hogares como en los entes gubernamentales.

4. CONCLUSIONES

En el Ecuador en el año 2020 se produjo un total de 4,6 millones de toneladas de estos residuos y estas cifras están incrementando por el crecimiento demográfico en las ciudades. Este valor es menor al compararlo con otros países del continente como Colombia donde se generan más de 13 millones de toneladas al año o México con más de 55 millones (Toledo Cervantes & Quintero Castellanos, 2022). Esta condición debe ser regulada y supervisada periódicamente por los organismos de control regional y nacional. Si bien el promedio latinoamericano menciona que cada ciudadano genera 1 kg de residuos al día (PPC), en la región amazónica muestra una mayor optimización de recursos, que solo genera 0,593 kg/persona y el cantón Loreto no es la excepción con solo 0,738 kg/persona.

El principal aporte de esta investigación fue analizar la situación actual del cantón Loreto conjuntamente con el personal encargado y proponer soluciones viables. Según la información obtenida, la población loretana recibe un subsidio del 83,9% en la gestión integral de residuos, un valor elevado considerando que el promedio nacional es del 53,8%. Esto simboliza una ayuda para el ciudadano, pero una carga importante para el municipio que debe asumir la mayor parte de este rubro. Con esta consideración se realizó la recomendación respectiva, para que se puedan buscar otras formas de generar recursos.

En cuanto a la recuperación de residuos inorgánicos se observó que el promedio mensual del cantón Loreto (0,097%) es similar al promedio nacional (0,105%), pero es bajo para la media de la región amazónica (0,418%), esto demuestra que se debe mejorar esta condición. Para los residuos orgánicos, mediante la propuesta se podría recuperar un 0,51%, lo cual está por debajo de la media nacional (0,8%), pero se considera como punto de inicio y cambio.

En este contexto se basa el plan de mitigación ambiental mediante la gestión de los residuos sólidos aprovechables. Esta propuesta incluye la introducción de una nueva cultura de diferenciación de residuos que empieza en los hogares y que debe ser la entidad encargada.

Este estudio representa un precedente en la región amazónica, como se muestra en la bibliografía encontrada. Por esto se propone como un trabajo futuro el desarrollo de propuestas en otros cantones y provincias, lo cual permitirá realizar comparaciones para mejorar la gestión del medioambiente y la calidad de vida de los ciudadanos de la Amazonía.

REFERENCIAS

Constitución de la Républica del Ecuador, Registro Oficial 449 1 (2021). https://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec030es.pdf%0Ahttp://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf%0Ahttp://iusrectusecart.blogspot.com/2015/11/art1-de-la-constitucion-del-ecuador.html

Ayodele, T. R., Alao, M. A., & Ogunjuyigbe, A. S. O. (2018). Recyclable resources from municipal solid waste: Assessment of its energy, economic and environmental benefits in Nigeria. *Resources, Conservation and Recycling*, *134*, 165–173. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.03.017

Bau-Satula, I., Ulloa-Carcasés, M., & Gola-Cahimba, J. (2017). Evaluación ambiental del depósito de residuos sólidos de Katenguenha, Angola. *Minería y Geología.*, *33:3*, 1–14. https://www.redalyc.org/jatsRepo/2235/223551846008/html/index.html

Blum Alvarado, M. A., & Litardo Campos, K. G. (2022). *Propuesta de plan de manejo de residuos sólidos en centros de salud durante la pandemia covid-19 en la parroquia Febres Cordero, cantón Guayaquil*. http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/59612

CELEC. (2011). *Instructivo para la gestión de residuos Solidos*. https://www.celec.gob.ec/hidropaute/images/Ambiente/Gestion.de.residuos.solidos.pdf

Charpentier, A., & Tuso, L. (2016). *Propuesta De Un Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos Urbanos (Rsu) Para La Ciudad De Esmeraldas, Provincia De Esmeraldas, Ecuador Mediante Un Modelo Espacial.*

Correal, M., & Rihm, A. (2022). *Hacia la valorización de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Conceptos básicos, análisis de viabilidad y recomendaciones de políticas públicas*. https://publications.iadb.org/es/hacia-la-valorizacion-de-residuos-solidos-en-america-latina-y-el-caribe-conceptos-basicos-analisis

Dos Santos, R. E., Dos Santos, I. F. S., Barros, R. M., Bernal, A. P., Tiago Filho, G. L., & Silva, F. das G. B. da. (2019). Generating electrical energy through urban solid waste in Brazil: An economic and energy comparative analysis. *Journal of Environmental Management*, *231*, 198–206. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.015

GAD Municipal Loreto. (2019). *ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL CANTÓN LORETO 2019 - 2023*. https://www.loreto.gob.ec/loreto/images/PUGS_Y_PDOT/PDOT_2019_2023.pdf

Gomez. (2014). Fiscalización Ambiental en Residuos Solidos de gestiòn municipal provincial. En *Organismo de Evaluaciòn y Fiscalización Ambiental* (Número 9). https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=16983

Gunarathne, V., Gunatilake, S. R., Wanasinghe, S. T., Atugoda, T., Wijekoon, P., Biswas, J. K., & Vithanage, M. (2019). Phytoremediation for E-waste contaminated sites. *Handbook of Electronic Waste Management: International Best Practices and Case Studies*, 141–170. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817030-4.00005-X

Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). WHAT A WASTE: A Global Review of Solid Waste Management. En *Urban Development Series Knowledge Papers*.

INEC, AME, & BDE. (2020). *Documento Metodológico de la Estadística de Información Ambiental Económica en GADM*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2020/Residuos_solidos_2020/Metodologia_2020_GIRS.pdf

INEN. (2014). Gestión Ambiental. Estandarización de Colores para Recipientes de Depósito y Almacenamiento Temporal de Residuos Sólidos. Requisitos. En *Cuarta Revisión 2014-02*. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2841.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2020). *GAD-Municipales*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/gad-municipales/

Islam, K. M. N. (2018). Municipal solid waste to energy generation: An approach for enhancing climate co-benefits in the urban areas of Bangladesh. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *81*, 2472–2486. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.053

Jantz, M. N., & Ruggerio, C. A. (2021). Tratamiento de los residuos sólidos orgánicos domésticos como estrategia para la mitigación del impacto ambiental negativo de la gestión de residuos en áreas urbanas. *Ambiente en dialogo*, *2*, 1–26. http://ojs.opds.gba.gov.ar/index.php/aed/article/view/30

Jia, X., Wang, S., Li, Z., Wang, F., Tan, R. R., & Qian, Y. (2018). Pinch analysis of GHG mitigation strategies for municipal solid waste management: A case study on Qingdao City. *Journal of Cleaner Production*, *174*, 933–944. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.274

Lahariya, C. (2008). The State of the World Population 2007: Unleashing the potential of urban growth. *Indian Pediatrics*, *45*(6), 481–482. http://indianpediatrics.net/may2008/may-410-412.htm

Magazzino, C., Mele, M., & Schneider, N. (2020). The relationship between municipal solid waste and greenhouse gas emissions: Evidence from Switzerland. *Waste Management*, *113*, 508–520. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.05.033

Martínez Arce, E., Daza, D., Tello Espinoza, P., Soulier Faure, M., & Terraza, H. (2010). Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe 2010. En *Banco Iberoamericano de Desarrollo*. https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Informe-de-la-evaluación-regional-del-manejo-de-residuos-sólidos-urbanos-en-América-Latina-y-el-Caribe-

2010.pdf

Acuerdo Ministerial NO. 061, 2 (2015).

Ministerio del Ambiente. (2015). *La Gestión de los Residuos Sólidos en los Municipios un Proyecto Prioritario para el Gobierno Nacional – Ministerio del Ambiente*. https://www.ambiente.gob.ec/la-gestion-de-los-residuos-solidos-en-los-municipios-un-proyecto-prioritario-para-el-gobierno-nacional/

Ministerio del Ambiente. (2017a). *Programa 'PNGIDS' Ecuador – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica*. Gobierno del Encuentro. https://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/

Ministerio del Ambiente. (2017b). Programa 'PNGIDS' Ecuador – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. En *Gobierno del Encuentro*. https://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/

Código Orgánico Del Ambiente, Registro Oficial Suplemento 983 1 (2018). https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Codigo-Organico-del-Ambiente.pdf

Muñoz, M., Santos, R., & Cárdenas, T. (2019). Residuos sólidos urbanos en la ciudad del Carmen, Manabí,Ecuador. Análisis del Sistema de Gestión. *Dominio de las Ciencias*, *5*(2), 702–703. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7343795.pdf

Muñoz, M., Santos, R., Contreras, A., Regla, E., & Cárdenas, T. (2020). Análisis del proceso de digestión anaeróbica para el tratamiento de residuos sólidos urbanos de Manta, Ecuador. *Revista Spientiae*, *3*(2), 65–83. https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/sapientiae/article/view/120/237

Organización Panamericana de la Salud. (2015). *Residuos Sólidos*. https://www.paho.org/es/temas/etras-equipo-tecnico-regional-agua-saneamiento/residuos-solidos

Pérez, M., Valencia, J., Rubiano, J., Feo, D., & Cuellar, E. (2010). Energía de la basura. *Revista Tecnura*, *14*(26), 118–125.

Quinteros, P. A., González, J. K., Delgado, F. M., & Casanova, B. M. (2020). Multicriteria model for the integral management of urban solid waste in Quevedo -Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales*, *26*(4), 328–352. https://doi.org/10.31876/rcs.v26i4.34666

Norma De Calidad Ambiental Para El Manejo Y Disposición Final De Desechos Sólidos No Peligrosos, Pag.5 (2016). http://www.efficacitas.com/efficacitas_es/assets/Anexo 6.pdf

Salazar Moreno, S. A., & Narváez García, A. E. (2020). *Plan De Manejo De Residuos Sólidos Urbanos De La Parroquia Crucita-Manabí*. http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/59238

Santiago, C., & Barrera, B. (2018). Evaluación del Impacto Ambiental del Relleno Sanitario y Manejo Integral de Residuos Sólidos ambiental. *L'Esprit Ingénieux*, *1*, 105–131. http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieux/article/view/1848

Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. (2015). Gestión Integral De Desechos Sólidos. En *The effects of brief mindfulness intervention on acute pain experience: An*

examination of individual difference (Vol. 1, Número 593 2). http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/254996/Informe+Gestion+detallado+MAE-PGNIDS+2010-2013.pdf/0b66f1c8-98bc-430a-bdab-75f8e7afeed0

Segura, Á. M., Rojas, L. A., & Pulido, Y. A. (2020). Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos. *Revista Espacios*, 22.

Soluciones Ambientales Totales. (2021). *Plan de Manejo Ambiental para la variante Quitumbe*.

Stegmann, R. (2018). Strategic Issues in Leachate Management. *Solid Waste Landfilling*, 501–509. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-407721-8.00025-5

Tan, S. T., Hashim, H., Lim, J. S., Ho, W. S., Lee, C. T., & Yan, J. (2014). Energy and emissions benefits of renewable energy derived from municipal solid waste: Analysis of a low carbon scenario in Malaysia. *Applied Energy*, *136*, 797–804. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.06.003

Toledo Cervantes, J. A., & Quintero Castellanos, C. E. (2022). Gestión De Residuos Sólidos Urbanos En México: Un Caso De Estudio Desde La Perspectiva Organizacional. *Revista de Administração de Empresas*, *62*(3). https://doi.org/10.1590/s0034-759020220302

Tsai, W. T., & Kuo, K. C. (2010). An analysis of power generation from municipal solid waste (MSW) incineration plants in Taiwan. *Energy*, *35*(12), 4824–4830. https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.09.005

Universidad para la Cooperación Internacional. (2020). *Residuos Municipales*. https://www.ucipfg.com/Repositorio/MLGA/MLGA-03/semana4/PER_RS.pdf

Wang, Z., Lv, J., Gu, F., Yang, J., & Guo, J. (2020). Environmental and economic performance of an integrated municipal solid waste treatment: A Chinese case study. *Science of the Total Environment*, *709*, 136096. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136096

Yánez-Naranjo, J., & Hidalgo-Almeida, L. E. (2021). Carved Leather for a Leather Goods Using Mixed Organic and Inorganic Tanning. *Publicare*, *1*(1), 13–21.

Yazdani, M., Kabirifar, K., Frimpong, B. E., Shariati, M., Mirmozaffari, M., & Boskabadi, A. (2021). Improving construction and demolition waste collection service in an urban area using a simheuristic approach: A case study in Sydney, Australia. *Journal of Cleaner Production*, *280*, 124138. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124138

Yılmaz, İ. H., & Abdulvahitoğlu, A. (2019). Evaluation of municipal solid waste options in Turkey: Scenarios for energy recovery, carbon mitigation and consequent financial strategies. *Resources, Conservation and Recycling*, *147*, 95–110. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.02.029

ANEXOS

Marco Teórico

Residuos sólidos

Corresponden al conjunto de materiales sólidos de origen orgánico e inorgánico (calcinados o no) sin uso real para su producción, derivados de actividades residenciales, comerciales, industriales y de todo tipo producidos en la comunidad. El manejo de los residuos sólidos implica cuestiones técnicas complejas. También presentan una amplia gama de desafíos de gestión y solución en las áreas de administración, economía y sociedad (CELEC, 2011).

Clasificación de los residuos sólidos

Los residuos sólidos son sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido, desechados por su generador. Se entiende por generador a aquella persona que en razón de sus actividades produce residuos sólidos (Gomez, 2014) . En la Tabla 1, se muestra su clasificación.

Tabla 4. Clasificación de residuos sólidos.

Clasificación	Residuo
Por su peligrosidad	Residuos peligrosos y no peligrosos
En función a su gestión	Residuos de gestión municipal
	Residuos de gestión no municipal
Por su naturaleza	Residuos Orgánicos
	Residuos Inorgánicos

Fuente: Adaptado de (Gomez, 2014)

Entre los residuos sólidos municipales, encontramos material inorgánico como papel, cartón, plásticos, vidrio, metal, cuero; además, material orgánico. Los cuales son generados en los hogares a propósito de sus actividades domésticas.

Los desechos electrónicos, son otra categoría de desechos sólidos que posiblemente se esté expandiendo al ritmo más rápido en muchos países desarrollados. Esta categoría incluye computadoras, televisores, teléfonos y otros aparatos electrónicos.

Residuos sólidos municipales

Los residuos sólidos municipales (RSM) incluyen residuos de viviendas, servicios públicos y privados, demolición y construcción, comerciales y de servicios. Su generación y gestión han evolucionado con la urbanización, el crecimiento económico y la industrialización (Universidad para la Cooperación Internacional, 2020).

La ruta de producción de residuos sólidos consta de varios factores, porque la naturaleza de los residuos no es la misma. Existen dos grandes grupos de residuos sólidos según sus características: residuos orgánicos e inorgánicos, y los residuos inorgánicos se dividen generalmente en papel, plástico, vidrio, metal y otros (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012). Además, existen otros residuos que están en esta lista como son los originados del barrido de las calles y avenidas, espacios verdes, canchas y lugares de recreación, así como las playas y lugares cercanos a los ríos. También se enlistan los desperdicios de animales o en estado de descomposición y los escombros que se generan en construcciones pequeñas y durante las reparaciones en las viviendas.

Residuos especiales

Son los residuos que se generan en la producción o manufactura, pero que no tienen ciertas características que permitan encasillarlos en los de tipo peligroso o en los de tipo municipal. Estos pueden ser producidos por empresas de gran volumen que son capaces de emitir desechos que podrían ocupar un gran espacio en los botaderos de basura. Entre los principales se tienen al lodo (pero con baja peligrosidad), residuos con un alto volumen o peso como puede ser un sillón, colchón, los equipos de cocina o del hogar como una televisión, además de algunos muebles que puede ser abandonados, incluyendo también los vehículos (Martínez Arce et al., 2010).

Residuos sólidos peligrosos

Este tipo de residuos están compuestos por sustancias químicas peligrosas, como es el caso de ciertos metales de elevado peso. Entre los principales se tiene los residuos de pinturas, los desechos de los centros de salud y hospitales, ya que podrían contener material biológico, donde no se conoce si existe la presencia de algún patógeno. También están los productos químicos que podría tener una elevada toxicidad, ser inflamables y ser un riesgo para el hombre y animales. Aquellos materiales que tienen mercurio como es el caso de las lámparas fluorescentes, las cuales utilizan este tipo de compuestos para iluminar. Los más peligrosos son los residuos con radioactividad, además, las pilas y baterías que están compuestos por compuestos tóxicos y reactivos.

Estos residuos se producen y acumulan todos los días en hogares e industrias, pero su eliminación no se efectúa de forma convencional. Cuando estos procesos no se realizan de

forma adecuada se podría dar una contaminación de las superficies y del líquido vital. Todo esto genera grandes complicaciones en la salud de los seres vivos que podrían contagiarse de virus y bacterias por el consumo de productos contaminados. Por esto requieren un tratamiento especializado y una gestión apropiada, como una medida de conservación ambiental (Universidad para la Cooperación Internacional, 2020).

Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y El Caribe

Este informa nace del Proyecto Regional para la Evaluación de la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe (EVAL 2010) y su principal objetivo es describir de forma breve el comportamiento de las ciudades en Latinoamérica, en materia de recolección de residuos. Este proyecto surge de la unión de tres importantes organizaciones BID, OPS y AIDIS, conjuntamente con los gobiernos de todos los municipios que pertenecen a los países que conforman esta región. Este informe permite ver los avances que han tenido los municipios en cuanto a la gestión de residuos urbanos en la última década, costos, barrido, recolección, recuperación y eliminación. Como principales hallazgos se tiene el incremento de servicios de recolección para la población y la implementación de más rellenos sanitarios. Estos logros se han obtenido con ayuda de la empresa privada, financiamiento de créditos y por el reciclaje. Si bien los costos de la gestión son cada vez mayores, también se han incrementado los valores obtenidos por la reutilización de materias inorgánicas y la generación de abono natural y biogás (Martínez Arce et al., 2010).

Recolección de los residuos

Para la preservación de la calidad del medio ambiente, la seguridad y la salud pública, es crucial la recolección adecuada de los desechos sólidos. Es una operación que requiere mucha mano de obra, estas tareas se asignan con frecuencia al personal público. Generalmente se realiza la recolección con camiones compactadores cerrados. Es posible cargar desde la parte delantera, trasera o lateral. En algunas ciudades se usan contenedores, donde los habitantes colocan los desechos, y posteriormente el camión los recolecta (Universidad para la Cooperación Internacional, 2020).

Ministerio del Ambiente

El Estado ecuatoriano, a través del Ministerio del Ambiente, quien es la máxima autoridad ambiental nacional, está alineado con el objetivo 4 del Plan del Buen Vivir, que contiene, “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable” (Ministerio del Ambiente, 2017b). El Ministerio del Ambiente (MAE) es una organización pública ecuatoriana, cuya principal función la producción de políticas y reglamentos que

permitan realizar una gestión adecuada de los residuos sólidos. Desde el 2013 se mantiene un presupuesto superior a los 10 millones de dólares americanos, que se usan en el fortalecimiento y cuidado medioambiental. Este ministerio trabaja conjuntamente con la Asociación de Municipalidades del Ecuador (AME) y otros organismos públicos para contribuir eficazmente en la gestión de los desechos. Se les ofrece a los municipios material técnico, así como los recursos económicos necesarios para que puedan superar los retos actuales encontrados. También se gestionan las inspecciones de índole técnico, programas de formación y asesoramiento; así como los el control de los procesos de forma presencial y remota (Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo, 2015).

Bases regulatorias

El Código Orgánico del Ambiente tiene como objetivo principal del desarrollo de este código es generar un medioambiente saludable y seguro, respetando los derechos de los seres vivos que en él se desenvuelven. Esto está enmarcado en la declaración del buen vivir (sumak kawsay en quichua). Este código permite regular los deberes y derechos de los ciudadanos en materia ambiental, lo cual proviene desde la Constitución del Ecuador. También se busca la preservación y protección de los espacios naturales y las especies que viven ahí, manteniendo un enfoque de sostenibilidad. El título V denominado GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS presenta los artículos que brindan los lineamientos para la administración integral de los residuos y desechos urbanos, peligrosos y especiales.

Se tiene la Ley de Gestión Ambiental y el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. En la Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos determinan las responsabilidades en el manejo de desechos sólidos y demás normas generales y se somete a las disposiciones de éstos; es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional (Norma De Calidad Ambiental Para El Manejo Y Disposición Final De Desechos Sólidos No Peligrosos, 2016). Además, las sustancias químicas, desechos sólidos peligrosos y especiales están regulados a través del Acuerdo Ministerial N°61 (Acuerdo Ministerial NO. 061, 2015), donde se establecen los procedimientos y se regula las actividades y responsabilidades públicas y privadas en materia de calidad ambiental.

Documento metodológico de la estadística de información ambiental económica en GADM 2020

A partir del año 2010, el INEC a través de la Dirección de Estadísticas Agropecuarias y

Ambientales (DEAGA) ha realizado el levantamiento de información de la gestión de residuos sólidos en los municipios del Ecuador. Con esta información se han desarrollado los principales sindicadores que permiten conocer el comportamiento de las regiones del país

y las provincias por separado. Esta información permite efectuar un seguimiento constante de la gestión de desechos y residuos y es la base para el desarrollo de nuevas políticas. Todo esto se enmarca en lo que dice la Constitución del Ecuador que fue aprobada en el año 2008, en la cual se establecen los deberes y derechos que poseen los ciudadanos (INEC et al., 2020).

Relleno sanitario

Los rellenos sanitarios se consideran la técnica de eliminación de desechos más común que tiene como objetivo reducir o mitigar los riesgos potenciales asociados con el medio ambiente y la salud humana. Los rellenos sanitarios generalmente se colocan en áreas donde las características predominantes de la tierra pueden actuar como amortiguadores naturales entre el medio ambiente y los rellenos sanitarios. Se hacen zanjas en el suelo excavado y se forman revestimientos impermeables antes de enterrar los desechos para evitar que se escapen los materiales peligrosos (Gunarathne et al., 2019). Un problema latente que provocan estos rellenos, son los lixiviados, los cuales son aguas residuales fuertemente contaminadas con una variedad de componentes (Stegmann, 2018).

Residuos sólidos urbanos como fuente de energía

Los residuos sólidos urbanos tienen una proporción calorífica inferior a las 5 mil Kcal por cada kg recolectado. Si también se analiza el crecimiento demográfico se puede ver su utilidad como una fuente de energía térmica de primer orden. Al comparar este poder calorífico con otras fuentes fósiles se puede apreciar que es posible utilizarlos para la generación de energía útil, que se puede comparar con el carbón, por ejemplo. De esta manera las empresas que producen biomasa podrían implementar sus propias plantas que permitan la generación de este nuevo tipo de energía (Pérez et al., 2010).

Gestión integral de los residuos

Es el conjunto de acciones que componen el proceso de los residuos e incluyen la clasificación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final (INEN, 2014). Con el objetivo de dotar a los residuos de un destino previo a su gestión final de acuerdo con la normativa aplicable.

La clasificación de los residuos en origen es responsabilidad del generador y se deben utilizar recipientes que faciliten su identificación. A través de la identificación de contenedores por colores, dependiendo del tipo de residuo sólido. En la Tabla 2, se muestra la clasificación general, otorgada por el Instituto Ecuatoriano de Normalización.

Tabla 5. Clasificación general de los contenedores según el tipo de residuo.

Tipo de Residuo	Descripción del residuo a disponer	
Reciclables	Azul	Todo material susceptible a ser reciclado, reutilizado (vidrio, plástico, papel, cartón, entre otros)
No reciclables, no peligrosos.	Negro	Todo residuo no reciclable
Orgánicos	Verde	Origen biológico, restos de comida, cáscaras de fruta, verduras, hojas, pasto, entre otros. Susceptible de ser aprovechado.
Peligrosos	Rojo	Residuos con una o varias características citadas en el código C.R.E.T.I.B. Es decir, material corrosivo, reactivo, explosivo, y7o tóxico.
Especiales	Anaranjado	Residuos no peligrosos con características de volumen, cantidad y peso que ameritan un manejo especial.

Fuente: Adaptado de (INEN, 2014).

Estos contenedores deberán estar ubicados en un lugar visible, además, deben estar rotulados según lo establecido en la norma NTE INEN 878 (INEN, 2014).

Plan de mitigación ambiental

Hay que considerar que el primer paso es identificar el problema ambiental, que permitirá tener una visión más amplia. Los daños que se pueden dar en el ambiente requieren de medidas sostenibles que mejoren las condiciones de vida del ser humano, animales y recursos existentes.

Este plan se define como el "Documento que establecen las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, corregir y compensar los posibles impactos ambientales negativos, o acentuar los impactos positivos causados en el desarrollo de una acción propuesta". Estas medidas tienen como finalidad impedir por completo que haya un efecto desfavorable, que se produzca por no tomar acciones rápidas que combatan la problemática ambiental planteada (Soluciones Ambientales Totales, 2021).

Loreto, 8 junio del 2022

Tnlgo.
Javier Hernández
DEPARTAMENTO DE AGUA POTABLE
Presente.-

RECIBIDO POR:
08 JUN 2022
HORA: 15:39
COORDINACION DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLA

De mi consideración:

Yo, **SANMARTÍN YAGUANA SELENA GERALDINE** con **C.I: 1500850431** me dirijo a usted con la finalidad de solicitarle muy comedidamente me ayude con los datos y un cuadro estadístico sobre el pago y el consumo de agua potable por parte de los moradores del cantón Loreto.

Esperando de contar con su apoyo le expreso mi más sincero agradecimiento de consideración y estima.

Atentamente;

Srta. Selena Sanmartín
SOLICITANTE

Loreto 8 de junio de 2022

Dpl.
Carlos Grefa
SP1 TECNICO UNIDAD DE AMBIENTE, ARIDOS Y PETREOS
GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE LORETO
Presente.

De mi consideración;

Yo, **SANMARTIN YAGUANA SELENA GERALDINE** con C.I. **1500850431**, me dirijo a usted con la finalidad de solicitarle muy comedidamente me ayude con los datos y un cuadro estadístico sobre el reciclaje y la disposición final de los residuos sólidos Municipales del Cantón Loreto.

Esperando contar con su apoyo le expreso mi más sincero agradecimiento de consideración y estima.

Atentamente.

Srta. Selena Sanmartín

ESTUDIANTE DE LA UEA

Recibido
8/06/2022
SRT-UAA

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE LORETO
COORDINACION DE AMBIENTE
ARIDOS Y PETREOS
ORELLANA - ECUADOR

FORMULARIO

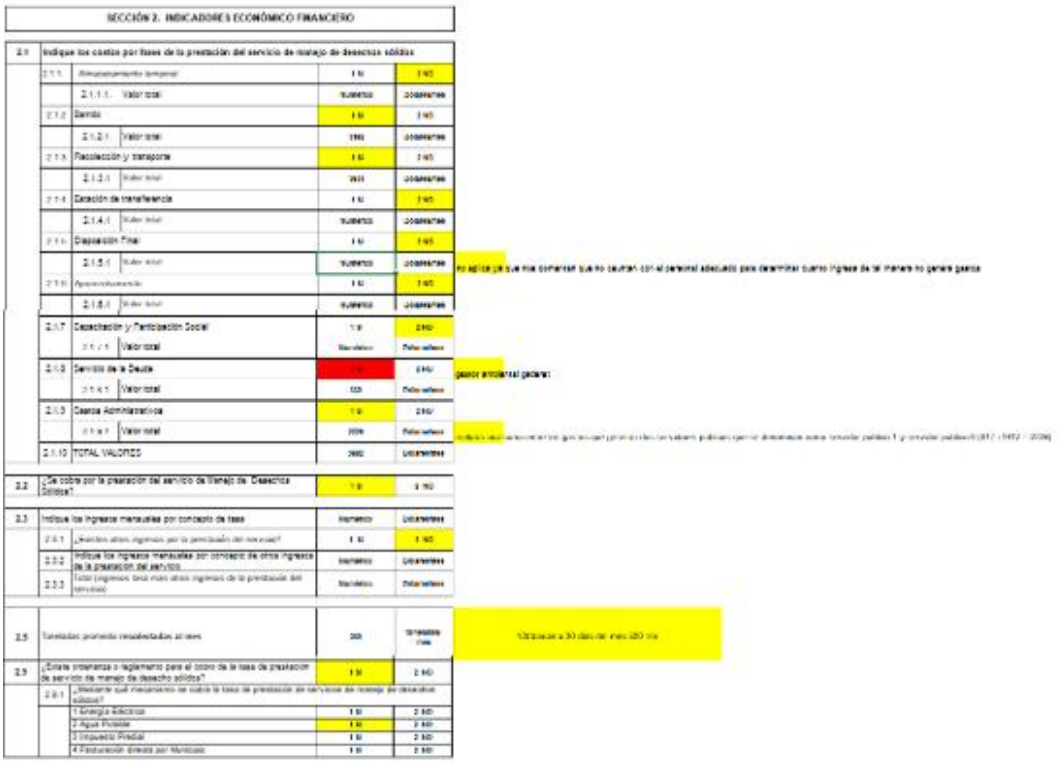
Sección 1



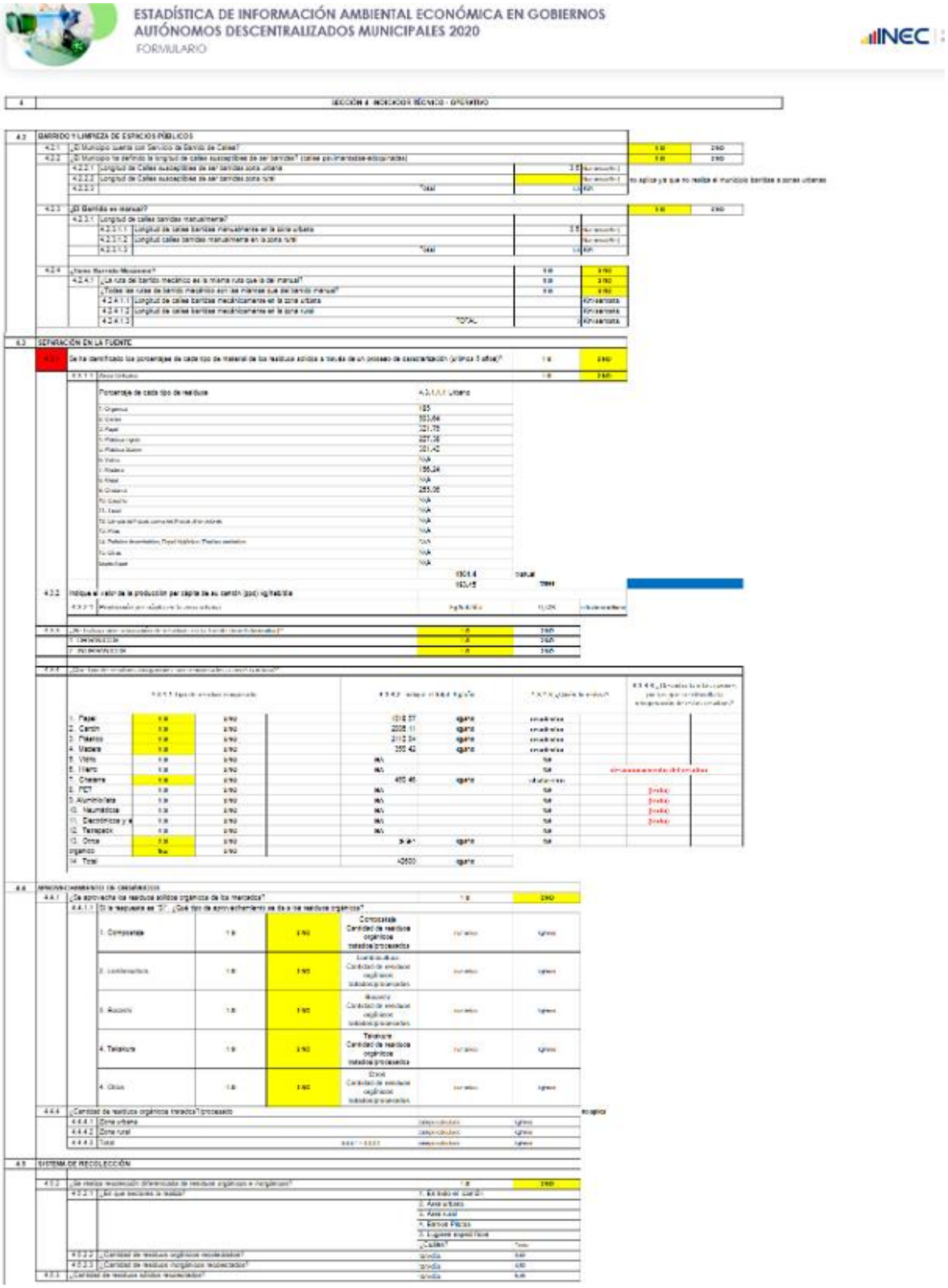


Sección 2





Sección 4


ESTADÍSTICA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL ECONÓMICA EN GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS MUNICIPALES 2020
FORMULARIO
INEC



Fotografías

Figura 8. Camión recolector de basura.



Fuente: Tomada por los autores.

Figura 9. Clasificación de los desechos en el lugar de tratamiento



Fuente: Tomada por los autores.