



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTA DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis de las tarifas del servicio de gestión de residuos sólidos y el tamaño poblacional de 25 ciudades del Ecuador.

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil

Autor:

Castro León, Edison Geovany

Tutor:

Mgs. Alfonso Patricio Arellano Barriga

Riobamba, Ecuador. 2025

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Edison Geovany Castro León, con cédula de ciudadanía 1450149222, autor del trabajo de investigación titulado: “Análisis de las tarifas del servicio de gestión de residuos sólidos y el tamaño poblacional de 25 ciudades del Ecuador”, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a la fecha del 10 de enero del 2025.



Edison Geovany Castro León

C.I: 1450149222

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Alfonso Patricio Arellano Barriga catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: “Análisis de las tarifas del servicio de gestión de residuos sólidos y el tamaño poblacional de 25 ciudades del Ecuador”, bajo la autoría de Edison Geovany Castro León; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 10 días del mes de enero de 2025.



Mgs. Alfonso Patricio Arellano Barriga

C.I: 0601823313

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “Análisis de las tarifas del servicio de gestión de residuos sólidos y el tamaño poblacional de 25 ciudades del Ecuador” por Edison Geovany Castro León, con cédula de identidad número 1450149222, bajo la tutoría de Mgs. Alfonso Patricio Arellano Barriga; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba el 10 de enero del 2025.

Ing. Nelson Estuardo Patiño Vaca
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

Ing. María Gabriela Zúñiga Rodríguez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Jessica Paulina Brito Noboa
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-08.15
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **EDISON GEOVANY CASTRO LEON** con CC: **1450149222**, estudiante de la Carrera **INGENIERÍA CIVIL**, Facultad de **INGENIERÍA** ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **ANÁLISIS DE LAS TARIFAS DEL SERVICIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y EL TAMAÑO POBLACIONAL DE 25 CIUDADES DEL ECUADOR.**", cumple con el 10 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 07 de enero de 2025

Mgs. Alfonso Arellano
TUTOR(A)

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación va dedicado para mi familia, por su amor incondicional, apoyo constante y palabras de aliento en los momentos más difíciles. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba de mis propias capacidades. A mis amigos, quienes con su compañía, apoyo constante y motivación hicieron más fácil y hermoso este proceso. Y, finalmente, a mis profesores y mentores, por compartir su conocimiento y guiarme en este proceso académico y personal. Este trabajo es dedicado a cada uno de ustedes con mucho cariño y respeto.

Edison Geovany Castro León

AGRADECIMIENTO

Este último trabajo representa la culminación de cinco años de esfuerzo constante. Durante este tiempo, hubo momentos en los que me sentía incapaz de lograrlo, con pensamientos que a menudo nublaban mi mente. Sin embargo, con este informe final cumplo una promesa que me hice a mí mismo desde el día en que mi familia comenzó a apoyarme para iniciar mi vida universitaria. Desde ese momento, sentí una gran carga sobre mis hombros, la cual con el tiempo se hacía más grande: era la confianza que mi familia depositó en mí al brindarme las oportunidades necesarias para alcanzar este sueño.

Quiero comenzar agradeciendo a mis padres, mi mamita hermosa Raquel León y mi querido papi José Castro. Ustedes han sido los pilares fundamentales en esta aventura, creyendo siempre en mí, incluso en los momentos en que yo dudaba de mí. Su amor incondicional y apoyo constante me impulsaron a seguir adelante, y este logro es tanto mío como suyo.

También agradezco profundamente a mis hermanos Verónica, Patricio y Wilson, quienes siempre estuvieron pendientes de mi proceso. Gracias por ayudarme de tantas maneras y por sus palabras de aliento, que, aunque tal vez no lo sabían, llegaron justo cuando más las necesitaba.

De igual manera, quiero expresar mi cariño y gratitud a mi ñañita Sophia, quien con su alegría y amor me llenaba de fuerzas. Sus regalitos hechos con sus propias manos y sus audios preguntándome cuándo volvería a casa siempre iluminaron mis días. También agradezco a mi cuñado Carlos por sus consejos, que fueron una guía valiosa en esta hermosa etapa de mi vida.

Agradezco a todas las personas que formaron parte de este proceso, mis caseros, compañeros de clase, mis queridos amigos y mi amorcito, quienes con su compañía y motivación hicieron de este camino una experiencia inolvidable. Llevaré en mi mente y corazón los recuerdos que compartimos, esperando que la vida nos reúna nuevamente y deseándoles siempre éxito en sus proyectos personales y profesionales.

Finalmente, agradezco a los docentes de la Universidad Nacional de Chimborazo que pusieron de su parte para formarme profesionalmente, muchos de ellos hicieron que amara esta hermosa carrera. De manera especial agradezco a mi tutor, el Ing. Alfonso Arellano, por compartir su conocimiento y acompañarme en este proceso de aprendizaje y crecimiento.

Este logro es el reflejo del esfuerzo conjunto y del amor, confianza y apoyo de todas las personas que caminaron conmigo en esta etapa. A cada uno de ustedes, mi profunda gratitud.

Edison Geovany Castro León

INDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL
CERTIFICADO ANTIPLAGIO
DEDICATORIA
AGRADECIMIENTO
ÍNDICE GENERAL
ÍNDICE DE TABLAS
ÍNDICE DE FIGURAS
RESUMEN
ABSTRACT

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	13
1.1 ANTECEDENTES	13
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.3 JUSTIFICACIÓN	15
1.4 OBJETIVOS	15
1.4.1 GENERAL	15
1.4.2 ESPECÍFICOS	15
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	16
2.1 MARCO TEÓRICO	16
2.2 ESTADO DEL ARTE	17
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....	18
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
5.1 CONCLUSIONES.....	50
5.2 RECOMENDACIONES	50
CAPITULO VI. PROPUESTA	51
BIBLIOGRAFÍA.....	51

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rangos Poblacionales.....	18
Tabla 2. Rango de Correlaciones de Evans	20
Tabla 3. Ordenanza, Cobertura y Responsable de la gestión de RS de 25 ciudades del Ecuador.	22
Tabla 4. Tarifas para la gestión de RS del sector Residencial anexada al Consumo de Agua Potable (CAP)	27
Tabla 5. Tarifas para la gestión de RS del sector Residencial anexada al Consumo de Energía Eléctrica (CEE).....	28
Tabla 6. Tarifas para la gestión de RS del sector Residencial por Administración Propia.....	29
Tabla 7. Tarifas para la gestión de RS del sector Comercial anexada al Consumo de Agua Potable (CAP)	30
Tabla 8. Tarifas para la gestión de RS del sector Comercial anexada al Consumo de Energía Eléctrica (CEE).....	31
Tabla 9. Tarifas para la gestión de RS del sector Comercial por Administración Propia.....	32
Tabla 10. Tarifas para la gestión de RS del sector Industrial anexada al Consumo de Agua Potable (CAP)	33
Tabla 11. Tarifas para la gestión de RS del sector Industrial anexada al Consumo de Energía Eléctrica (CEE).....	33
Tabla 12. Tarifas para la gestión de RS del sector Industrial por Administración Propia	35
Tabla 13. Tarifas para la gestión de RS del sector Público anexada al Consumo de Agua Potable (CAP)	35
Tabla 14. Tarifas para la gestión de RS del sector Público anexada al Consumo de Energía Eléctrica (CEE).....	35
Tabla 15. Cálculo de la Tarifa Total para la Gestión de Residuos Sólidos	37
Tabla 16. Valores R^2 y R - Sector Residencial.....	42
Tabla 17. Valores R^2 y R - Sector Comercial.....	44
Tabla 18. Valores R^2 y R - Sector Industrial.....	46
Tabla 19. Valores R^2 y R - Sector Público	48

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Caja y Bigotes - Sector Residencial.....	19
Figura 2. Caja y Bigotes - Sector Comercial.....	19
Figura 3. Caja y Bigotes - Sector Industrial.....	19
Figura 4. Caja y Bigotes - Sector Público.....	19
Figura 5. Diagrama de red de la Investigación.....	21
Figura 6. Mapa de las 25 ciudades del Ecuador con tarifa para la gestión de residuos sólidos	26
Figura 7. Tarifas base del sector Residencial.....	38
Figura 8. Tarifas base del sector Comercial.....	38
Figura 9. Tarifas base del sector Industrial.....	38
Figura 10. Tarifas base del sector Público.....	38
Figura 11. Sector Residencial.....	40
Figura 12. Sector Comercial.....	40
Figura 13. Sector Industrial.....	40
Figura 14. Sector Público.....	40
Figura 15. Rango 2 - Sector Residencial.....	42
Figura 16. Rango 3 - Sector Residencial.....	42
Figura 17. Rango 4 - Sector Residencial.....	42
Figura 18. Rango 2 - Sector Comercial.....	44
Figura 19. Rango 3 - Sector Comercial.....	44
Figura 20. Rango 4 - Sector Comercial.....	44
Figura 21. Rango 2 - Sector Industrial.....	46
Figura 22. Rango 3 - Sector Industrial.....	46
Figura 23. Rango 4 - Sector Industrial.....	46
Figura 24. Rango 3 - Sector Público.....	48
Figura 25. Rango 4 - Sector Público.....	48

RESUMEN

La gestión de residuos sólidos es un servicio crucial para garantizar el bienestar de los habitantes de una sociedad. Por ello, es necesario establecer una tarifa que asegure la auto-sustentabilidad y la perdurabilidad de este servicio. Con este objetivo, se llevó a cabo un estudio de las tarifas para la gestión de residuos sólidos en 25 ciudades del Ecuador, analizando los valores establecidos, la cobertura del servicio, la forma de recuperación de la inversión y la correlación entre el valor base y el tamaño poblacional de las ciudades estudiadas. El estudio reveló que no todas las ciudades contaban con tarifas diferenciadas para los sectores Residencial, Comercial, Industrial y Público. Además, se identificaron tres formas de recuperación de la inversión: a través del servicio de energía eléctrica, del servicio de agua potable y mediante administración propia, siendo la primera forma la más común en las 25 ciudades analizadas. Finalmente, el análisis mediante el coeficiente de correlación (R) y el coeficiente de determinación (R^2) mostró que no existe una correlación directa clara entre el valor de la tarifa base y el tamaño de la población en los sectores Residencial, Comercial e Industrial. Sin embargo, en el sector Público, la tarifa base varía poco con el tamaño de la población en todos los rangos analizados. Es importante destacar que solo en el rango 2 (500 a 800 habitantes) del sector Residencial se observó una correlación perfecta según la escala de Evans. Esto sugiere que las tarifas para la gestión de residuos sólidos no se han establecido adecuadamente para asegurar la sostenibilidad a largo plazo del servicio.

Palabras Clave: residuos sólidos, gestión, tarifas, correlación

ABSTRACT

Solid waste management is a crucial service for ensuring the well-being of the inhabitants of a society. Therefore, it is necessary to establish a tariff that ensures the self-sustainability and long-term viability of this service. With this objective, a study was conducted on the tariffs for solid waste management in 25 cities in Ecuador, analyzing the established values, the service coverage, the method of investment recovery, and the correlation between the base tariff and the population size of the studied cities. The study revealed that not all cities had differentiated tariffs for Residential, Commercial, Industrial, and public sectors. Additionally, three methods of investment recovery were identified: through the electricity service, the potable water service, and through self-management, with the first method being the most common in the 25 cities analyzed. Finally, analysis using the correlation coefficient (R) and the coefficient of determination (R^2) showed that there is no clear direct correlation between the base tariff value and the population size in the Residential, Commercial, and Industrial sectors. However, in the public sector, the base tariff showed little variation with the population size across all analyzed ranges. It is important to note that only in the second range (500 to 800 inhabitants) of the Residential sector was a perfect correlation observed according to Evans' scale. This suggests that the tariffs for solid waste management have not been properly established to ensure the long-term sustainability of the service.

Keywords: Solid waste, management, tariffs, correlation.



Reviewed by:
MsC. Edison Damian Escudero
ENGLISH PROFESSOR
C.C.0601890593

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El manejo incorrecto de los residuos sólidos (RS) producidos en una ciudad pueden ser la causa de un gran problema de salud en sus habitantes, ya que el saneamiento inadecuado influye negativamente en el desarrollo de una sociedad vulnerando el derecho de una vida digna y saludable (Calle & Solís, 2021; Unidas, 2030). Por lo cual la determinación de funciones y tareas de logística para la recolección y tratamiento de los residuos es primordial para garantizar el bienestar del pueblo (Alcocer et al., 2020).

La gestión de los residuos sólidos es una tarea primordial para la administración municipal, por lo cual se deberá invertir el dinero suficiente para implementar un sistema que se encargue de ejecutar todas las funciones necesarias para la recolección, transporte y tratamiento de los desechos sólidos (Guerra, 2018; Ojeda et al., 2008). Dicha inversión se deberá recuperar mediante el cobro de tarifas por el servicio, que servirán para que el sistema de recolección y tratamiento siga en funcionamiento óptimo y constante (Risso & Grimberg, 2005; Tello et al., 2017).

La determinación de una tarifa de cobro por el servicio de recolección dependerá del análisis de inversión que cada uno de los municipios genere para imponer una tarifa base (Ministerio del Ambiente, 2003). Los porcentajes de variabilidad y la forma de cobro de la tarifa dependerá de las consideraciones contempladas por el equipo técnico de los municipios encargados del área de gestión de RS (Narea, 2008a).

Ante esta situación, se realizó la búsqueda en más de 60 sitios web municipales de varias ciudades del Ecuador, de los cuales se obtuvo información en 25 de ellas, las cuales publicaron como ordenanza la tasa o tarifa para el servicio de saneamiento. De las ciudades analizadas, no todas contaban con una tarifa establecida para todos los sectores existentes en una sociedad. Esto podría deberse a la falta de estudios por parte de la entidad correspondiente sobre los tipos de usuarios o sectores presentes en la ciudad, a la desactualización de la información en algunas ciudades, o simplemente a la ausencia de los cuatro sectores analizados en las ciudades seleccionadas. Un ejemplo de esto último es el sector público, ya que solo en catorce de las veinticinco ciudades se contemplan tarifas para la gestión de residuos sólidos.

Algunas de estas tarifas tenían un valor o tarifa base, que es el pago mínimo que debe realizar cada usuario por la prestación del servicio, mientras que, en otros casos, además del valor base, contaban con tarifas adicionales las cuales eran sumadas al valor base según el consumo de agua potable o energía eléctrica facturado mensualmente al usuario. Esto, a su vez, demostraba las distintas formas de cobro de la tarifa para la gestión de RS entre las ciudades analizadas, ya que, mientras que unas lo realizan por medio del servicio de energía eléctrica, otras lo hacen por el servicio de agua potable y unos pocos cobran mediante administración propia por medio de ventanillas municipales.

Por lo expuesto, ha surgido la necesidad de identificar las tarifas para la gestión de residuos sólidos en 25 ciudades del Ecuador, además se determinará la forma de recuperación de la inversión para dicha gestión y se analizará la correlación que existe entre el valor base para la gestión de RS y el tamaño poblacional.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El manejo correcto de los residuos sólidos generados por una sociedad es un aspecto fundamental para garantizar la salud pública de la misma, la preservación del medio ambiente y el desarrollo sostenible de las comunidades (Flores, 2020). En nuestro país, Ecuador, al igual que en muchos otros en vías de desarrollo, el servicio de recolección de residuos sólidos enfrenta varios desafíos, entre los cuales, está la definición de una tarifa que sea sostenible, justa y equitativa para los distintos estratos de los diferentes poblados (López et al., 2018).

Al analizar la información recolectada sobre las tarifas por el servicio de gestión de residuos sólidos en las 25 ciudades estudiadas, se pudo evidenciar una enorme variabilidad en dichas tarifas y en las distintas formas de recuperar la inversión necesaria para el mantenimiento del servicio.

A pesar de la importancia del servicio de gestión de RS, hay discrepancias sobre la determinación de las tarifas entre los distintos poblados del Ecuador. Estas discrepancias se deben a una variedad de factores, incluyendo la infraestructura disponible en cada poblado para la ejecución de este servicio, la densidad poblacional, el nivel socioeconómico de los habitantes, entre muchos otros. Estas disparidades en las tarifas pueden generar desigualdad en el acceso

al servicio o afectar la eficiencia y sostenibilidad del sistema de gestión de residuos sólidos en una población.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El valor de la tarifa debe asegurar la eficiencia del servicio sin afectar la sostenibilidad y calidad a lo largo del tiempo. En muchos casos, el cobro es realizado por empresas encargadas de la prestación de servicios como energía eléctrica o agua potable, como ocurre en Ibarra y Tulcán, respectivamente. Aquí, se establece un valor base al que se suman costos adicionales dependiendo de la cantidad de kilovatios o metros cúbicos consumidos por encima de la base y de la categoría del consumidor. En otros casos, la tarifa por la prestación de este servicio se cobra como un impuesto predial.

Esta investigación será un punto de partida para analizar si el valor y la forma en que se está cobrando por este servicio son suficientes para garantizar la recuperación de la inversión en la implementación de la recolección y tratamiento de residuos sólidos. Actualmente, no existe información precisa que demuestre que los valores cobrados en las distintas ciudades están correlacionados directamente con los gastos generados por el servicio. Además, en las ciudades donde el cobro se realiza como impuesto predial, no se considera que algunos de estos predios pueden ser lotes baldíos que no generan residuos sólidos, lo que evidencia una desigualdad e inequidad en esta forma de cobro.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 GENERAL

- Analizar las tarifas de la gestión de residuos sólidos y el tamaño poblacional en 25 ciudades del Ecuador.

1.4.2 ESPECÍFICOS

- Identificar 25 ciudades del Ecuador que tengan establecida la tarifa para la gestión de residuos sólidos.
- Determinar la forma de recuperación de la inversión para el mantenimiento del servicio de gestión de residuos sólidos en las ciudades analizadas.
- Realizar un análisis para saber si existe una correlación entre los valores de las tarifas base con el tamaño de la población de las ciudades estudiadas.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO TEÓRICO

Gestión de Residuos Sólidos

Grupo de funciones y tareas de logística para la recolección, transporte, clasificación y tratamiento de los residuos sólidos generados por los distintos sectores de una ciudad ejecutado bajo la administración del gobierno municipal para garantizar el bienestar de su pueblo (Alcocer et al., 2020).

Tarifa para la Gestión de Residuos Sólidos

Valor monetario contemplado por las entidades municipales para cubrir los gastos e inversión de recursos públicos para la gestión de los residuos sólidos, el cual se debe establecer después de un estudio sobre el capital necesario para la implementación, operación y mantenimiento del servicio de manera anual, y calcular el valor de la tarifa según el número de usuarios atendidos directamente o por contrato o asociación con otras personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, acorde al contenido de la ley (Defensoría del Pueblo, 2016).

Valor o tarifa base

Pago fijo o mínimo establecido como costo inicial a cancelar por los usuarios para la gestión de residuos sólidos. Dicho valor sirve como un punto de partida para la aplicación de tarifas adicionales que dependerá del consumo y uso de recursos de los servicios de agua potable o energía eléctrica (Narea, 2008b).

Sector Residencial

Aquellos usuarios que generan residuos sólidos en sus residencias o domicilios, sin desarrollo de actividad comercial alguna (GAD Naranjito, 2019).

Sector Comercial

Aquellos usuarios que desarrollen actividades económicas comerciales que no se encuentren comprendidos dentro de la categoría de generador residencial (GAD Baños de Agua Santa, 2021).

Sector Industrial

Aquellos usuarios que producen transforman o ensamblan bienes a través del procesamiento de materias primas o productos semielaborados (GAD Tulcán, 2024).

Sector Público

Entidades como escuelas, colegios, universidades, asistencia social, beneficio público, entidades oficiales, fundaciones, servicios comunitarios, escenarios deportivos, instalaciones de bombeo de agua y demás públicas (GAD Santo Domingo, 2021).

2.2 ESTADO DEL ARTE

La producción de residuos sólidos es uno de los problemas mundiales más grandes, ya que, debido a distintos factores como la sobrepoblación, el consumismo humano y la mala gestión de los residuos sólidos generados contribuyen a la acumulación de grandes cantidades de residuos que en algunos casos no se están tratando de manera correcta (Rubiano et al., 2011). La falta de planificación, tecnología e iniciativa son factores que afectan considerablemente a los países especialmente en vías de desarrollo. Por dichos factores la calidad de vida, los derechos humanos de vivir en un ambiente sano y saludable se ve afectado por la falta de un correcto manejo de los residuos sólidos generados en una población (Unidas, 2017; Yadav & Karmakar, 2020).

Por lo cual, la gestión de los residuos sólidos es de suma importancia para la planificación de las actividades necesarias para el almacenamiento, recolección, transporte y disposición final de los RS e incluso para el saneamiento vial y de espacios públicos de cada poblado.

En Ecuador la gestión de los residuos sólidos representa un enorme desafío para los municipios que son los encargados de ejecutarla. Esto se debe principalmente por falta de estudios y análisis de los costos por la implementación y mantenimiento de este servicio, ya que en muchos poblados la manera y cantidad de recuperación de la inversión de los recursos económicos para la ejecución de esta gestión es muy ineficiente (BDE, 2021). En varios poblados del Ecuador el dinero recuperado por medio de la implementación de tarifas no es suficiente para el mantenimiento óptimo del servicio (Lopez, 2009).

De ahí la importancia de esta investigación, la cual hará una revisión de las tarifas impuestas por los municipios hacia sus habitantes por el servicio de gestión de residuos sólidos, para identificar la forma en la que se está recuperando la inversión para este servicio, el valor que se está cobrando a los distintos tipos de consumidores del servicio y para analizar la correlación que existe entre la tarifa de gestión de residuos sólidos con el tamaño de la población.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

La presente investigación tendrá un enfoque cuantitativo, para obtener, procesar y analizar la información sobre las tarifas para la gestión de los residuos sólidos en 25 ciudades del Ecuador. Para lo cual se partió de una revisión de los repositorios digitales de alrededor de 60 municipios para obtener información en las ordenanzas vigentes sobre la tarifa establecida para los distintos sectores de la ciudad para la gestión de los residuos sólidos.

Luego de revisar toda esa información se escogieron 25 ciudades que tenían los datos necesarios para elaborar una matriz con la provincia, cantón, tamaño de la población, el tipo de consumidor o sector, el valor de la tarifa base para la gestión de RS, rangos de consumo de agua potable o energía eléctrica y los valores adicionales para la gestión de RS. Con ayuda del software Microsoft Excel se ordenó toda la información recopilada dividiéndolos según los sectores: Residencial, Comercial, Industrial y Público, que mediante gráficos de barras se representó las tarifas base de cada una de las ciudades analizadas.

Para analizar las formas de recuperación de la inversión para la gestión de residuos sólidos se usó el grafico circular para visualizar el número y porcentaje de ciudades según la forma en la que realiza el cobro de la tarifa ya sea por administración propia, por medio de la planilla de agua potable o de energía eléctrica. Dichos gráficos se dividieron según los cuatro sectores antes mencionados. Luego se prefirió segmentar las ciudades según su tamaño poblacional, para lo cual se usó los rangos establecidos según el número de habitantes.

Tabla 1. Rangos Poblacionales

Rango	Número de Habitantes
1	<500
2	500 a 8000
3	8000 a 300000
4	>300000

Fuente: (Arellano et al., 2018)

Posteriormente, se utilizó el software MiniTab para depurar los valores atípicos de los datos base considerados en la tarifa de gestión de residuos sólidos. Mediante el uso del gráfico de cajas y bigotes, se identificaron valores atípicos correspondientes a los sectores Industrial y Público.

Figura 1. Caja y Bigotes - Sector Residencial

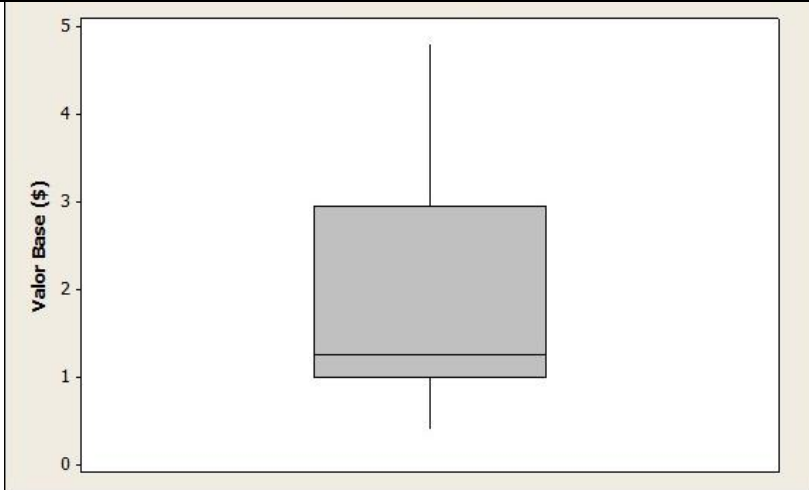


Figura 2. Caja y Bigotes - Sector Comercial

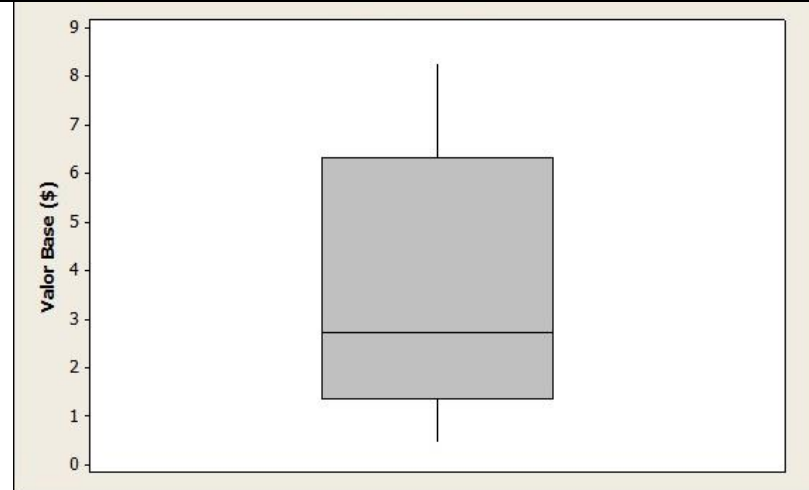


Figura 3. Caja y Bigotes - Sector Industrial

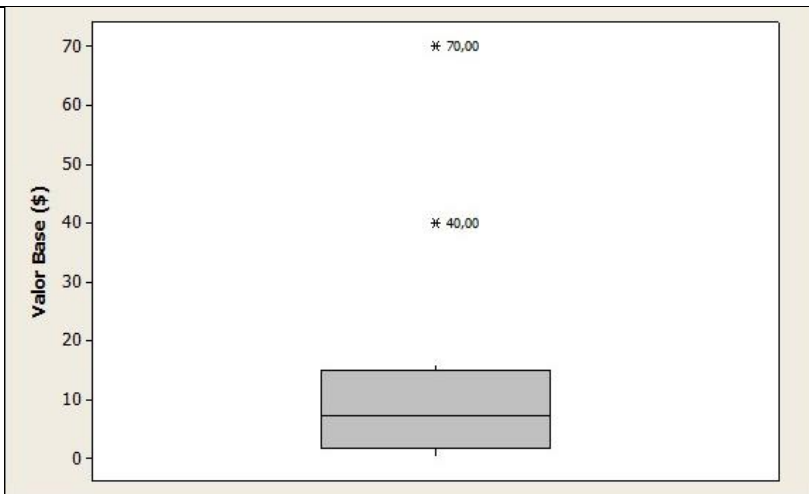
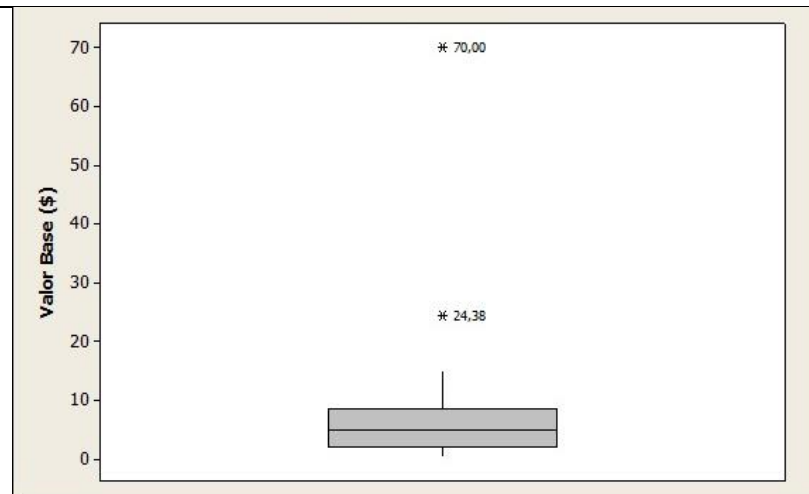


Figura 4. Caja y Bigotes - Sector Público



Al no considerar los valores atípicos nos permitirá un mejor cálculo del coeficiente de determinación “R²”, el cual representa la bondad de ajuste entre las variables de Y (valores base) respecto a X (tamaño poblacional) para evidenciar la tendencia con un modelo de regresión lineal.

Los valores de R² varían entre 0 y 1; cuanto más cercano sea el valor a 1, mayor será la fiabilidad del modelo. Por el contrario, valores más cercanos a 0 indican una menor fiabilidad. Por lo cual se deduce que el valor independiente es el tamaño de la población de las ciudades analizadas y el valor dependiente es el valor base de la tarifa para la gestión de residuos sólidos.

Tabla 2. Rango de Correlaciones de Evans

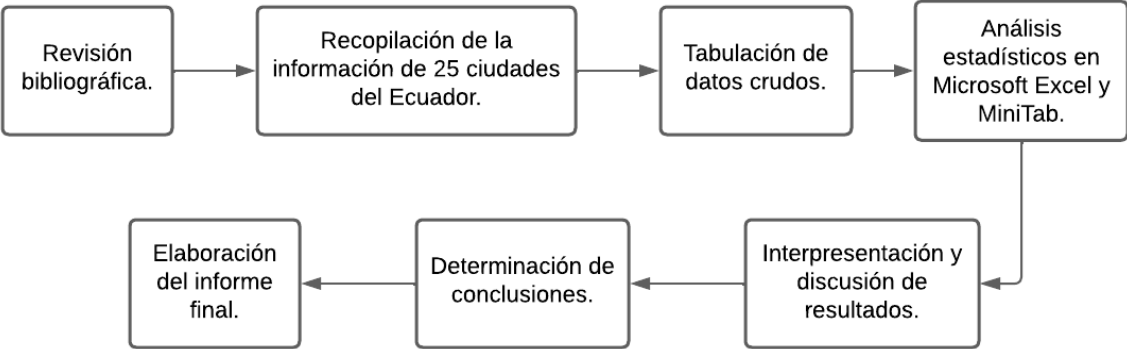
Rango del valor R	Relación
0,00	No existe correlación
0,00 a 0,10	Correlación débil
0,10 a 0,50	Correlación media
0,50 a 0,70	Correlación considerable
0,70 a 0,90	Correlación muy fuerte
0,90 a 1,00	Correlación perfecta

Fuente: (Hernández Sampieri et al., 1991)

Los gráficos utilizados para determinar las correlaciones serán de dispersión, en los cuales se generarán líneas de tendencia que proporcionarán el valor de R² para el rango y sector correspondiente. Mediante la pendiente de la recta, se identificará si la relación es directa o inversamente proporcional. Es decir, si la pendiente es negativa, indicará que, a mayor tamaño poblacional, menor será el valor base; por el contrario, si la pendiente es positiva, significará que, a mayor población, el valor base será mayor. Estos análisis serán claves para el cumplimiento del objetivo de esta investigación.

El presente diagrama de red demuestra el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Figura 5. Diagrama de red de la Investigación



CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ciudades del Ecuador con tarifa para la gestión de residuos sólidos.

Para la gestión de residuos sólidos, en algunos casos se contempla una tarifa base, que representa el monto mínimo que un usuario debe pagar a la entidad correspondiente por los servicios prestados por los encargados del manejo de desechos sólidos. En la siguiente tabla se detallan la ciudad analizada, la fecha de publicación de la ordenanza vigente, la cobertura del servicio y el responsable de la gestión de los residuos sólidos (RS):

Tabla 3. Ordenanza, Cobertura y Responsable de la gestión de RS de 25 ciudades del Ecuador.

N°	Provincia	Cantón	Publicación de la Ordenanza (dd/mm/aa)	Cobertura del servicio de gestión RS	Responsables del servicio de gestión RS
1	Chimborazo	Chunchi	13/12/2014	Barrido, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.	Unidad de Gestión Ambiental del GAD Municipal de Chunchi
2	Chimborazo	Alausí	24/11/2020	Barrido, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.	Empresa Pública Mancomunada de aseo de los cantones Alausí, Colta y Guamote, GACEMMA-EP
3	Zamora Chinchipe	Sabanilla	10/04/2018	Recolección, transporte y disposición final.	Unidad de Gestión Integral de Residuos Sólidos del GAD Municipal de Zamora
4	Carchi	Bolívar	8/09/2023	Barrido, aseo de espacios públicos, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.	Unidad de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Bolívar
5	Loja	Catamayo	24/04/2020	Barrido, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.	Dirección de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Catamayo
6	Zamora Chinchipe	Zamora	10/04/2018	Recolección, transporte y disposición final.	Unidad de Gestión Integral de Residuos Sólidos del GAD Municipal de Zamora

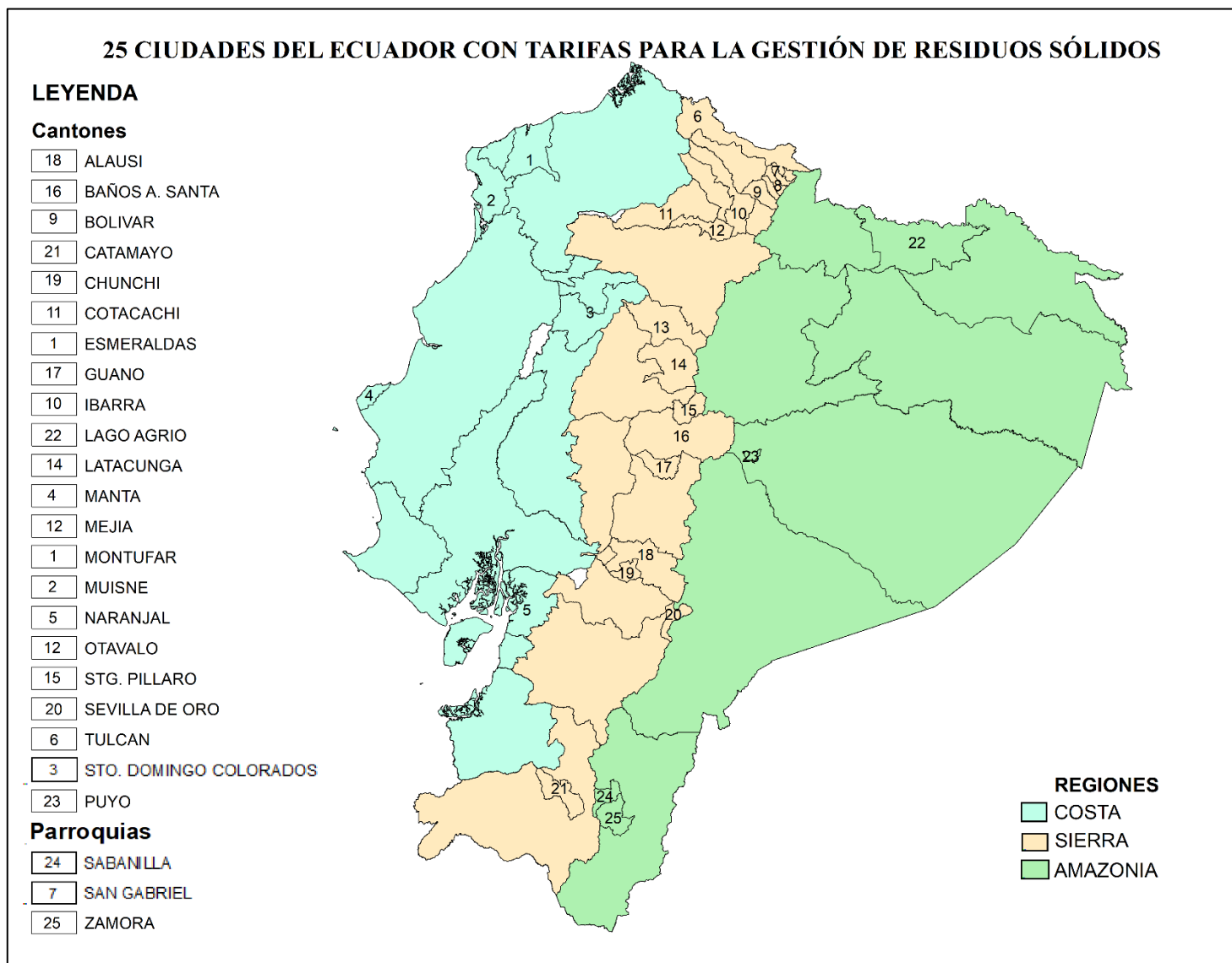
7	Imbabura	Cotacachi	10/05/2021	Recolección selectiva, transporte, tratamiento y disposición final.	GAD Municipal de Santa Ana de Cotacachi
8	Carchi	Tulcán	8/01/2024	Barrido, aseo de espacios públicos, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.	GAD Municipal de Tulcán
9	Azuay	Sevilla de Oro	6/02/2018	Barrido, aseo de espacios públicos, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.	Unidad de Gestión Ambiental del GAD Municipal de Sevilla de Oro
10	Tungurahua	Píllaro	30/06/2021	Almacenamiento temporal, barrido, aseo de espacios públicos, recolección, transporte, tratamiento, aprovechamiento y reciclaje, y disposición final.	GAD Municipal de Santiago de Píllaro
11	Carchi	San Gabriel	23/12/2019	Barrido, aseo de espacios públicos, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.	GAD Municipal de Montúfar
12	Esmeraldas	Muisne	15/11/2019	Barrido, aseo de espacios públicos, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.	GAD Municipal de Muisne
13	Carchi	Montúfar	4/02/2021	Barrido, aseo de espacios públicos, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.	GAD Municipal de Montúfar
14	Pastaza	Puyo	1/07/2021	Barrido, aseo de espacios públicos, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.	GAD Municipal de Pastaza
15	Chimborazo	Guano	25/05/2016	Barrido, aseo de espacios públicos, recolección, transporte,	Unidad de Gestión Ambiental e Higiene del GAD Municipal de Guano

				tratamiento y disposición final.	
16	Guayas	Naranjal	28/12/2022	Barrido, aseo de espacios públicos, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.	GAD Municipal de El Naranjal
17	Pichincha	Mejía	7/01/2022	Barrido, aseo de espacios públicos, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.	Dirección de Servicios Públicos e Higiene del GAD Municipal de Mejía
18	Sucumbíos	Lago Agrio	5/01/2022	Barrido, limpieza, minimización, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento, reciclaje y disposición final.	GAD Municipal de Lago Agrio
19	Imbabura	Otavalo	19/12/2029	Barrido, aseo de espacios públicos, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.	GAD Municipal de Otavalo
20	Imbabura	Ibarra	10/08/2022	Almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.	GAD Municipal de San Miguel de Ibarra
21	Esmeraldas	Esmeraldas	5/01/2024	Barrido, aseo de espacios públicos, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.	GAD Municipal de Esmeraldas
22	Manabí	Manta	8/09/2017	Recolección, transporte, tratamiento y disposición final.	GAD Municipal de Manta
23	Santo Domingo	Santo Domingo de los Tsáchilas	23/12/2021	Barrido, aseo de espacios públicos, recolección, transporte, tratamiento, separación en la fuente, compostaje y disposición final.	Empresa Pública de Construcciones, Vivienda y Aseo de Santo Domingo, EP-CONST

24	Tungurahua	Baños de Agua Santa	23/12/2021	Barrido, aseo de espacios públicos, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.	GAD Municipal de Baños de Agua Santa
25	Cotopaxi	Latacunga	20/12/2019	Recolección diferenciada, tratamiento y disposición final.	Empresa Pública de Aseo y Gestión Ambiental de Latacunga, EPAGAL

A continuación, se presentará un mapa donde se visualizan todas las 25 ciudades seleccionadas para este análisis:

Figura 6. Mapa de las 25 ciudades del Ecuador con tarifa para la gestión de residuos sólidos



En las siguientes tablas se representan las tarifas recolectadas de las 25 ciudades analizadas en esta investigación, dicha información esta segmentada según la forma de recuperación y el sector perteneciente.

Tabla 4. Tarifas para la gestión de RS del sector Residencial anexada al Consumo de Agua Potable (CAP)

N°	Provincia	Cantón	Población (habitantes) INEC 2010	Tipo Consumidor	Valor Base RS (\$)	Límite Inferior CAP (m3)	Límite Superior CAP (m3)	Tarifa Adicional RS (\$)
1	Chimborazo	Chunchi	3784	Residencial	1,5			
						0	20	
						21	25	0,27
						26	30	0,63
2	Chimborazo	Alausí	6349	Residencial	1	31	40	0,99
						41	50	1,86
						51	75	2,91
						76	100	5,7
							>100	10,93
3	Zamora Chinchipe	Sabanilla	6564	Residencial	1			
4	Carchi	Bolívar	14347	Residencial	1,25			
						0	15	
						16	20	0,108
5	Loja	Catamayo	24413	Residencial	1,44	21	30	0,66
						31	40	1,884
						41	50	3,264
							>50	5,04
6	Zamora Chinchipe	Zamora	25510	Residencial	1			
7	Imbabura	Cotacachi	40036	Residencial	2,81			
						0	10	0,12
8	Carchi	Tulcán	86498	Residencial	3,82	11	25	0,18
						26	40	0,2
						41	70	0,26

Tabla 5. Tarifas para la gestión de RS del sector Residencial anexada al Consumo de Energía Eléctrica (CEE)

N°	Provincia	Cantón	Población (habitantes) INEC 2010	Tipo Consumidor	Valor Base RS (\$)	Límite Inferior CEE (kV)	Límite Superior CEE (kV)	Tarifa Adicional RS (\$)
9	Azuay	Sevilla de Oro	5889	Residencial	1			
10	Tungurahua	Píllaro	7441	Residencial	0,87			
11	Carchi	San Gabriel	14487	Residencial	2,04			
12	Esmeraldas	Muisne	28474	Residencial	3,1			
13	Carchi	Montúfar	30511	Residencial	4,8			
14	Pastaza	Puyo	33557	Residencial	1,29			
15	Chimborazo	Guano	42851	Residencial	0,5	0\$	7\$	
						8\$	14\$	0,5
						15\$	21\$	1
							>22\$	1,5
16	Guayas	Naranjal	69012	Residencial	1,02	0		
						1	100	0,16
						101	150	0,25
						151	175	0,51
						176	200	0,71
						201	250	1,13
						251	275	1,23
						276	300	1,58
						301	350	1,74
						351	400	2,22
						401	450	2,44
						451	500	3,05
						501	1000	5,29
1001	2000	14,86						
2001	3000	42,34						
	>3000	50,91						

17	Pichincha	Mejía	81335	Residencial	3			
						0	130	
18	Sucumbíos	Lago Agrio	91744	Residencial	1,23	131	300	0,41
						301	600	2,25
							>600	7,71
						0	50	
						51	100	0,88
						101	150	1,76
19	Imbabura	Otavalo	104874	Residencial	3,07	151	200	2,81
						201	300	3,52
						301	500	5,71
							>500	11,77
						0	30	
						31	50	0,25
						51	100	0,85
20	Imbabura	Ibarra	181175	Residencial	0,4	101	200	1,5
						201	300	2,35
						301	500	3,6
							>501	11,6
21	Esmeraldas	Esmeraldas	189504	Residencial	2,88			
						0	110	
						111	220	1
22	Manabí	Manta	226477	Residencial	3	221	440	3
						441	660	5
							>600	7
23	Santo Domingo	Santo Domingo de los Tsáchilas	450000	Residencial	0,91			

Tabla 6. Tarifas para la gestión de RS del sector Residencial por Administración Propia

N°	Provincia	Cantón	Población (habitantes) INEC 2010	Tipo Consumidor	Valor Base RS (\$)
24	Tungurahua	Baños de Agua Santa	12992	Residencial Tipo 1	1,2
				Residencial Tipo 2	1
25	Cotopaxi	Latacunga	63842	Residencial Urbano	0,5
				Residencial	0,065

Tabla 7. Tarifas para la gestión de RS del sector Comercial anexada al Consumo de Agua Potable (CAP)

N°	Provincia	Cantón	Población (habitantes) INEC 2010	Tipo Consumidor	Valor Base RS (\$)	Límite Inferior CAP (m3)	Límite Superior CAP (m3)	Tarifa Adicional RS (\$)
1	Chimborazo	Chunchi	3784	Comercial	1,5			
2	Tungurahua	Baños de Agua Santa	12992	Comercial Tipo 3	5,7			
				Comercial Tipo 4	3,8			
				Comercial Tipo 5	3			
				Comercial Tipo 6	1,5			
				Comercial Tipo 7	7			
				Comercial Tipo 9	5			
				Comercial Tipo 10	20			
				Comercial Tipo 11	15			
3	Carchi	Bolívar	14347	Comercial	2,4			
4	Loja	Catamayo	24413	Comercial	2,4	0	15	
						16	20	0,192
						21	30	1,092
						31	40	3,144
						41	50	5,58
		>50	8,196					
5	Imbabura	Cotacachi	40036	Comercial	2,81			
6	Carchi	Tulcán	86498	Comercial	5,75	0	10	0,3
						11	25	0,33
						26	50	0,35
						51	100	0,45
							>100	0,7

Tabla 8. Tarifas para la gestión de RS del sector Comercial anexada al Consumo de Energía Eléctrica (CEE)

N°	Provincia	Cantón	Población (habitantes) INEC 2010	Tipo Consumidor	Valor Base RS (\$)	Límite Inferior CEE (kV)	Límite Superior CEE (kV)	Tarifa Adicional RS (\$)
7	Azuay	Sevilla de Oro	5889	Comercial	2			
8	Tungurahua	Píllaro	7441	Comercial	1,3			
9	Carchi	San Gabriel	14487	Comercial	2,85			
10	Esmeraldas	Muisne	28474	Comercial	7,74			
11	Carchi	Montúfar	30511	Comercial	4,8			
12	Pastaza	Puyo	33557	Comercial	6,45			
13	Chimborazo	Guano	42851	Comercial	0,5	0\$	7\$	
						8\$	14\$	0,5
						15\$	21\$	1,5
						22\$	30\$	2,5
							>31\$	5
14	Guayas	Naranjal	69012	Comercial	1,25	0		0
						1	100	0,08
						101	150	0,23
						151	200	0,67
						201	300	1,36
						301	400	3,28
						401	500	5,78
						501	600	6,36
						601	700	7,51
						701	1000	10,15
						1001	2000	17,91
2001	3000	31,13						
3001	4000	50,75						
4001	5000	55,39						
5001	10000	94,27						
	>10000	246,66						

15	Pichincha	Mejía	81335	Comercial	6,46			
16	Sucumbíos	Lago Agrio	91744	Comercial	2,62	0	1	
							>1	21,93
						0	300	
						301	500	3,66
17	Imbabura	Otavaló	104874	Comercial	8,05	501	1000	8,79
						1001	2000	22,7
							>2000	53,44
						0	50	
						51	200	0,8
						201	500	2,55
18	Imbabura	Ibarra	181175	Comercial	0,45	501	1000	5,8
						1001	2000	17,55
						2001	3500	27,55
						3501	6000	47,55
							>6000	89,55
19	Esmeraldas	Esmeraldas	189504	Comercial	8,28			
						0	10	14
20	Manabí	Manta	226477	Comercial	6	11	200	54
						201	500	344
							>500	994
				Comercial Baja Tensión	4,66			
21	Santo Domingo	Santo Domingo de los Tsáchilas	450000	Comercial Media Tensión	27,86			
				Comercial Alta Tensión	2818,1			

Tabla 9. Tarifas para la gestión de RS del sector Comercial por Administración Propia

N°	Provincia	Cantón	Población (habitantes) INEC 2010	Tipo Consumidor	Valor Base RS (\$)
22	Cotopaxi	Latacunga	63842	Comercial Urbano	0,86
				Comercial Rural	0,17

Tabla 10. Tarifas para la gestión de RS del sector Industrial anexada al Consumo de Agua Potable (CAP)

N°	Provincia	Cantón	Población (habitantes) INEC 2010	Tipo Consumidor	Valor Base RS (\$)	Límite Inferior CAP (m3)	Límite Superior CAP (m3)	Tarifa Adicional RS (\$)
1	Chimborazo	Chunchi	3784	Industrial	1,5			
2	Zamora Chinchipe	Sabanilla	6564	Industrial	1			
3	Tungurahua	Baños de Agua Santa	12992	Industrial Tipo 8	10			
4	Carchi	Bolívar	14347	Industrial	14			
5	Loja	Catamayo	24413	Industrial	2,4	0	15	
						16	20	0,216
						21	30	1,26
						31	40	3,708
						41	50	6,468
		>50		9,576				
6	Imbabura	Cotacachi	40036	Industrial	2,81			
7	Carchi	Tulcán	86498	Industrial	12	0	10	0,5
						11	25	0,55
						26	50	0,6
						51	100	0,8
							>100	1

Tabla 11. Tarifas para la gestión de RS del sector Industrial anexada al Consumo de Energía Eléctrica (CEE)

N°	Provincia	Cantón	Población (habitantes) INEC 2010	Tipo Consumidor	Valor Base RS (\$)	Límite Inferior CEE (kV)	Límite Superior CEE (kV)	Tarifa Adicional RS (\$)
8	Tungurahua	Píllaro	7441	Industrial	1,7			
9	Carchi	San Gabriel	14487	Industrial	15,4	0	50	
						51	100	15,4
						101	500	138,6
						501	1000	292,6
						1001	2000	600,6
		2000	5000	1216,6				

10	Esmeraldas	Muisne	28474	Industrial	15,48			
11	Carchi	Montúfar	30511	Industrial	40			
12	Pastaza	Puyo	33557	Industrial	6,45			
13	Chimborazo	Guano	42851	Industrial	0,5	0\$	7\$	
						8\$	14\$	0,5
						15\$	21\$	1,5
						22\$	30\$	2,5
							>31\$	5
						0		0
						1	500	4,12
14	Guayas	Naranjal	69012	Industrial	1,25	501	2000	29,93
						2001	5000	39,36
						5001	10000	226,25
							>10000	1596,25
15	Pichincha	Mejía	81335	Industrial	16,14			
16	Sucumbíos	Lago Agrio	91744	Industrial	2,43	0	1	
							>1	31,94
						0	300	
						301	500	3,66
17	Imbabura	Otavaló	104874	Industrial	9,52	501	1000	10,98
						1001	5000	34,4
							>5000	502,92
						0	300	
						301	500	2
						501	1000	6,5
18	Imbabura	Ibarra	181175	Industrial	8,5	1001	5000	19,5
						5001	15000	56,5
						15001	100000	161,5
							>100000	1291,5
19	Esmeraldas	Esmeraldas	189504	Industrial	70,00			
20	Manabí	Manta	226477	Industrial	6	0	50	144
						51	500	344
							>500	1494

				Industrial Baja Tensión	10
21	Santo Domingo	Santo Domingo de los Tsáchilas	450000	Industrial Media Tensión	150,82
				Industrial Alta Tensión	12118,3

Tabla 12. Tarifas para la gestión de RS del sector Industrial por Administración Propia

N°	Provincia	Cantón	Población (habitantes) INEC 2010	Tipo Consumidor	Valor Base RS (\$)
22	Cotopaxi	Latacunga	63842	Industrial	1,285

Tabla 13. Tarifas para la gestión de RS del sector Público anexada al Consumo de Agua Potable (CAP)

N°	Provincia	Cantón	Población (habitantes)	Valor Base RS (\$)	Límite Inferior CAP (m3)	Límite Superior CAP (m3)	Tarifa Adicional RS (\$)
1	Carchi	Bolívar	14347	1,7	0	15	
					16	20	0,216
2	Loja	Catamayo	24413	2,4	21	30	1,26
					31	40	3,708
					41	50	6,468
						>50	9,576
3	Carchi	Tulcán	86498	15	0	25	0,7
					26	50	1
					51	100	1,5
					101	150	1,5
						>150	2

Tabla 14. Tarifas para la gestión de RS del sector Público anexada al Consumo de Energía Eléctrica (CEE)

N°	Provincia	Cantón	Población (habitantes) INEC 2010	Tipo Consumidor	Valor Base RS (\$)	Límite Inferior CEE (kV)	Límite Superior CEE (kV)	Tarifa Adicional RS (\$)
----	-----------	--------	----------------------------------	-----------------	--------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

4	Carchi	San Gabriel	14487	Público	5			
5	Esmeraldas	Muisne	28474	Público	3,87			
6	Carchi	Montúfar	30511	Público	5			
7	Pastaza	Puyo	33557	Público	6,45			
8	Guayas	Naranjal	69012	Público	0,91	0	1	
						2	100	0,69
						101	200	0,7
						201	1000	4,27
						1001	2000	17,75
						2001	10000	25,98-0,91
							>10000	150,94
9	Pichincha	Mejía	81335	Público	3,23			
10	Sucumbíos	Lago Agrio	91744	Público	24,38			
11	Imbabura	Otavalo	104874	Público	5,12	0	500	
						501	1000	6,59
							>1000	31,48
12	Imbabura	Ibarra	181175	Público	0,55	0	50	
						51	300	0,95
						301	500	2,95
						501	1000	6,45
						1001	20000	29,45
							>20000	164,45
13	Esmeraldas	Esmeraldas	189504	Público	70,00			
14	Manabí	Manta	226477	Público	6	0	10	14
							>10	54
15	Santo Domingo	Santo Domingo de los Tsáchilas	450000	Público Baja Tensión	4			
				Público Media Tensión	72			

Al analizar la información obtenida, se evidencia que algunas ciudades tienen una tarifa base única para todos los sectores, mientras que otras, además de contar con un valor base, también incluyen valores adicionales según el intervalo en el que se encontrará cada usuario que dependerá de su consumo de agua potable o energía eléctrica facturado en las planillas mensuales. Los valores adicionales se aplican de la siguiente manera para cualquier tipo de sector y forma de recuperación:

$$\text{Tarifa Total RS} = \text{Valor Base RS} + \text{Tarifa Adicional RS}$$

Tabla 15. Cálculo de la Tarifa Total para la Gestión de Residuos Sólidos

N	Provincia	Cantón/Parroquia/Comunidad	Valor Base RS (\$)	Límite Inferior CAP (m3)	Límite Superior CAP (m3)	Tarifa Adicional RS (\$)	Tarifa Total RS (\$)
				0	20		1
				21	25	0,27	1,27
				26	30	0,63	1,63
2	Chimborazo	Alausí	1	31	40	0,99	1,99
				41	50	1,86	2,86
				51	75	2,91	3,91
				76	100	5,7	6,7
					>100	10,93	11,93

En el presente ejemplo correspondiente a Alausí, se demuestra las tarifas adicionales según el consumo de agua potable, dicha tarifa adicional corresponderá solo para el cálculo de la tarifa total para el cobro de la gestión de residuos sólidos del usuario, esto es similar en todas las ciudades analizadas en este trabajo. La existencia de estos intervalos se justificará más adelante según la forma de recuperación contemplada por los municipios en sus estudios para el establecimiento de la tarifa.

En las siguientes figuras, mediante gráficos de barras, se representan los valores base en el eje Y, y los cantones en estudio en el eje X. La información se ha segmentado según los sectores: Residencial, Comercial, Industrial y Público. Estas figuras muestran únicamente el valor base, que más adelante se utilizará para analizar la correlación con el tamaño poblacional de las ciudades estudiadas.

Figura 7. Tarifas base del sector Residencial

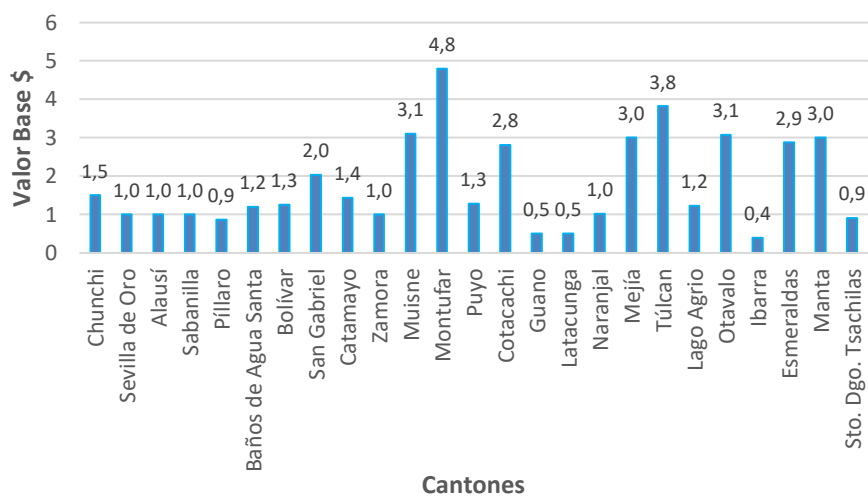


Figura 8. Tarifas base del sector Comercial

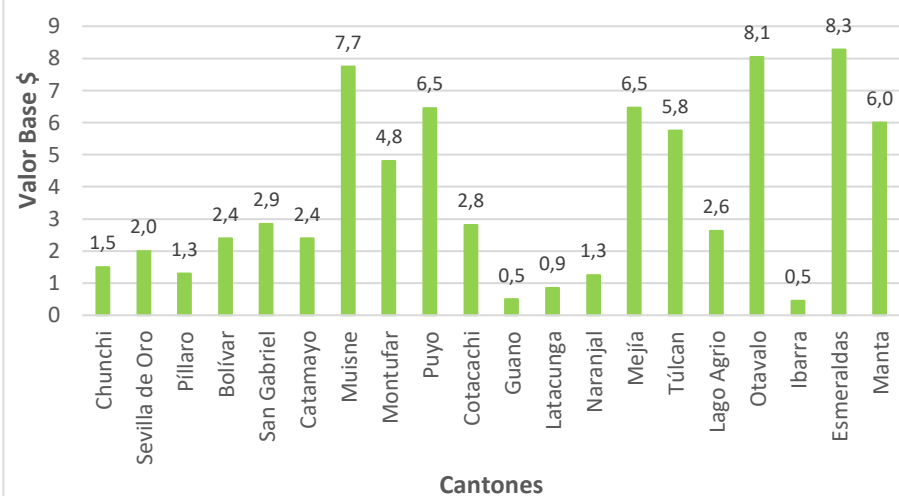


Figura 9. Tarifas base del sector Industrial

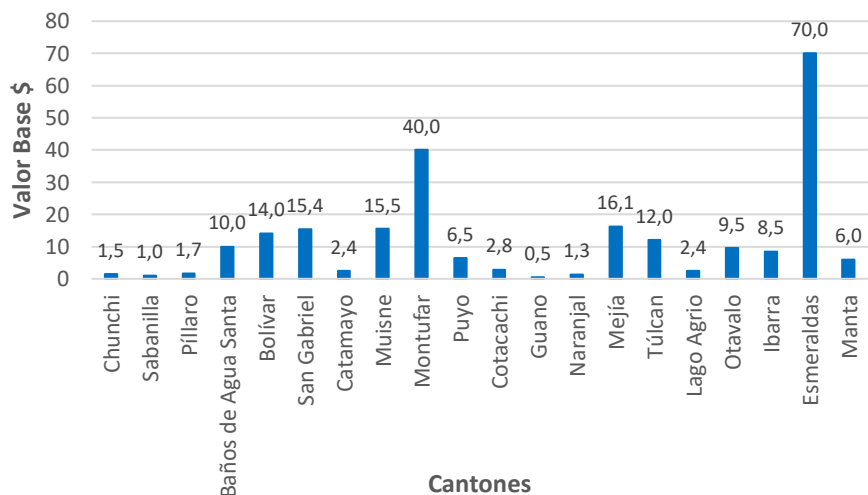
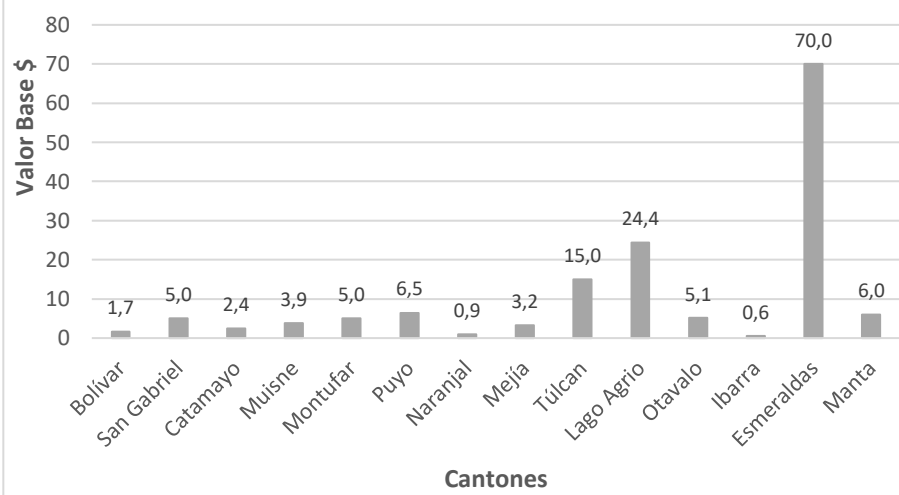


Figura 10. Tarifas base del sector Público



En la **Figura 7**, correspondiente al sector Residencial, se muestran 25 ciudades con sus respectivos valores base. En las **Figuras 8 y 9**, correspondientes a los sectores Comercial e Industrial, se presentan solo los valores base para 20 cantones. En la **Figura 10**, del sector Público, se observa el valor base de solo 14 ciudades.

La variabilidad en la cantidad de tarifas se debe a que, en ciertos casos, como en el sector Residencial, que es el más común y predominante en los cantones, es el principal sector al que se le asigna una tarifa por el servicio. Le siguen los sectores Comercial e Industrial, y al último el sector Público, con menos ciudades con una tarifa establecida. Esto se debe a que, en la mayoría de los casos, las entidades públicas, al estar bajo el cargo de entidades municipales, no consideran tarifas para el pago de servicios básicos, ya que también son administradas por ellas mismas.

Forma de recuperación de la inversión para el mantenimiento del servicio de gestión de residuos sólidos en las ciudades analizadas.

En las siguientes gráficas circulares se mostrarán los tres métodos de recuperación de la inversión para la gestión de residuos sólidos aplicados en las 25 ciudades estudiadas: a través del servicio de agua potable, del servicio de energía eléctrica y mediante administración propia. Esta información está clasificada según los distintos sectores existentes en cada ciudad.

Figura 11. Sector Residencial

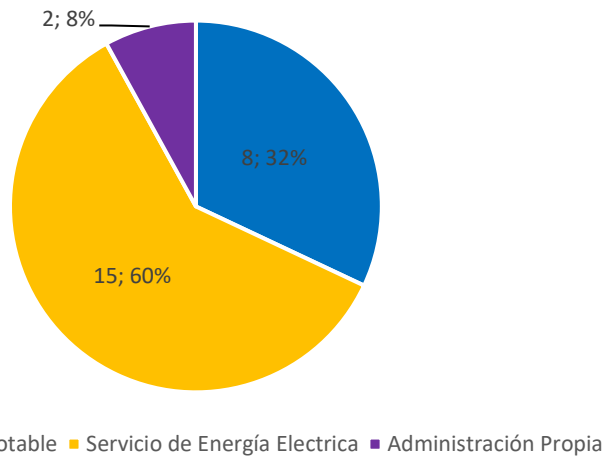


Figura 12. Sector Comercial

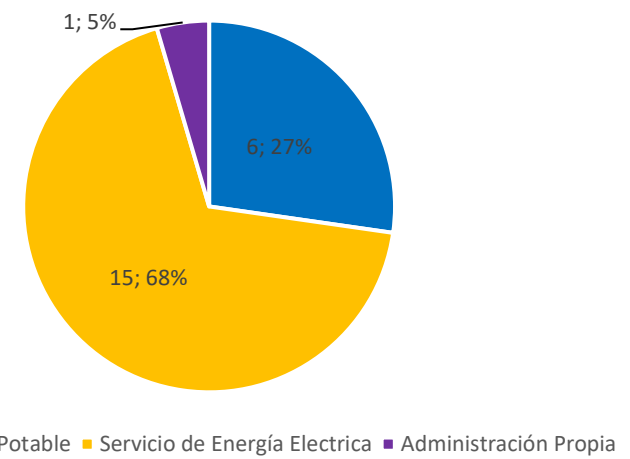


Figura 13. Sector Industrial

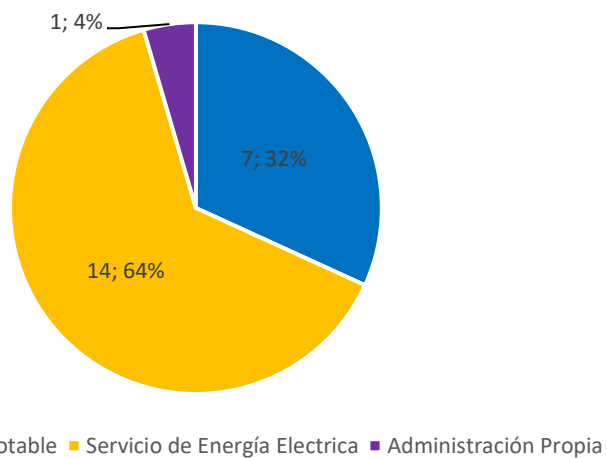
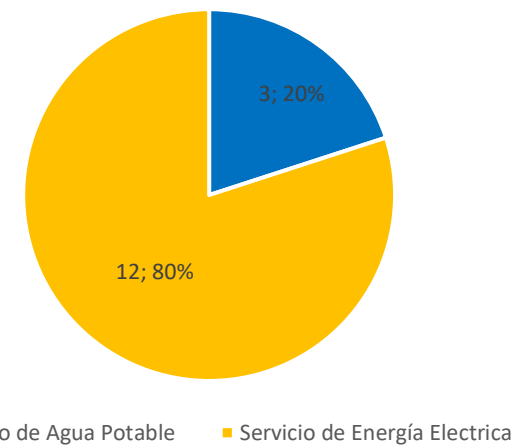


Figura 14. Sector Público



En las **Figuras 11 a 14** se puede observar la cantidad y el porcentaje de las ciudades según su forma de recuperación en cada uno de los tipos de usuarios. La forma de recuperación más predominante en las ciudades analizadas es a través del servicio de Energía Eléctrica con un rango de 12 a 15 ciudades que optan por este método, donde el cobro del servicio de recolección de residuos sólidos se realiza mediante las entidades que suministran la electricidad. Este cobro se basa en los intervalos de consumo, aplicando una tarifa adicional que depende de los kilovatios hora (kV/h) consumidos.

En segundo lugar, se encuentra la recuperación a través del servicio de Agua Potable con un rango de 3 a 8 ciudades que optan por este método. En este caso, el cobro se incluye en la factura del agua potable y es gestionado por las entidades que proveen este servicio en cada ciudad analizada. Al igual que en el servicio de energía eléctrica, se consideran intervalos de consumo, en este caso, metros cúbicos de agua, para aplicar tarifas adicionales.

En tercer lugar, está la recuperación por administración propia con un rango de 1 a 2 ciudades que optan por este método, donde el cobro por la gestión de residuos sólidos se realiza a través de ventanillas municipales de manera mensual, sin considerar intervalos para la aplicación de tarifas adicionales.

La principal razón por la que se vincula el cobro de la gestión de residuos sólidos al consumo de agua potable o energía eléctrica es por la teoría de que una persona genera una cantidad de residuos sólidos directamente proporcional a su consumo de estos servicios (Toro et al., 2016). Por ello, la mayoría de las entidades municipales cobran la gestión de residuos sólidos a través de las facturas de agua o electricidad. Solo en raras ocasiones se realiza el cobro de manera directa en ventanillas de recaudación municipales, donde se aplica una tarifa base única, ya sea mensual o anual.

Correlación entre el valor base para la gestión de RS con el tamaño de la población.

Las siguientes gráficas de dispersión muestran segmentadas en sectores, la correlación entre el valor base para la gestión de RS (eje Y) y el tamaño poblacional (eje X). Junto a ellas, se presenta una tabla con los valores de R^2 o coeficiente de determinación para obtener la relación entre los valores en X y Y, según la escala de Evans explicada en la metodología. Es importante señalar que se eliminaron previamente cuatro valores atípicos correspondientes a los sectores Industrial y Público, identificados mediante diagramas de cajas y bigotes.

Figura 15. Rango 2 - Sector Residencial

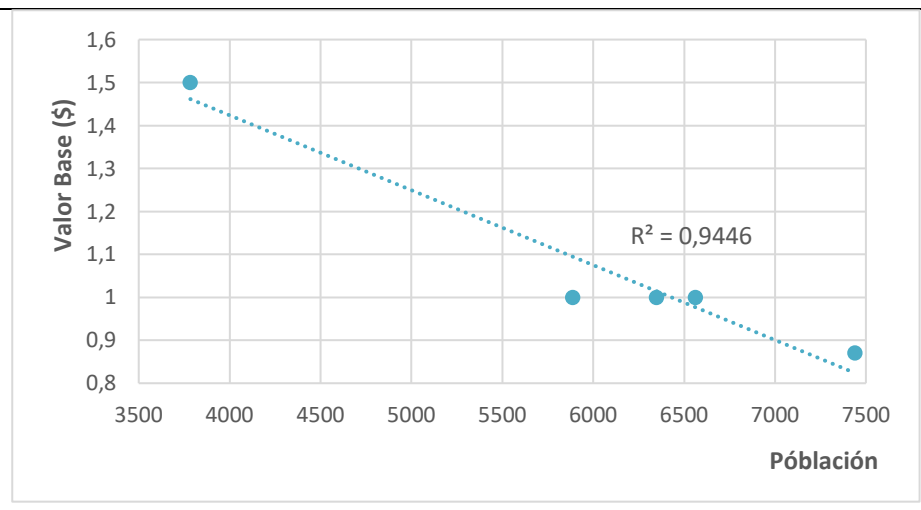


Figura 16. Rango 3 - Sector Residencial

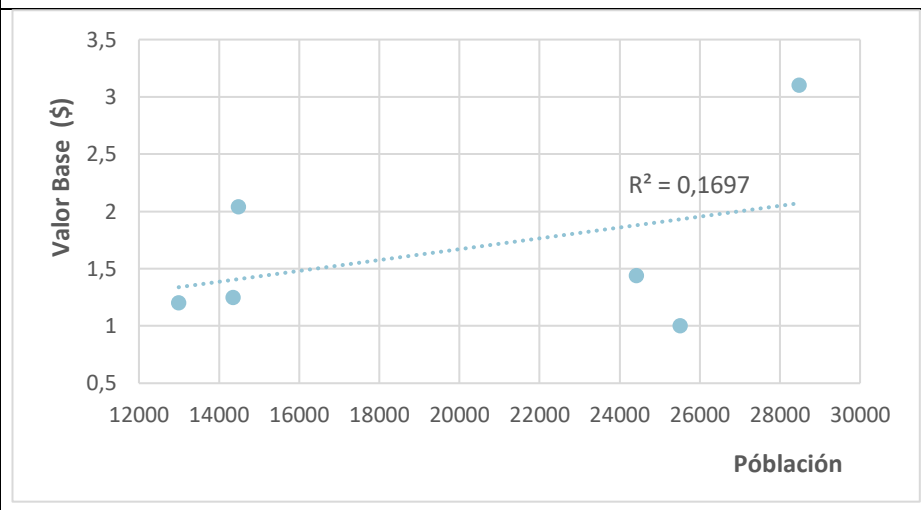


Figura 17. Rango 4 - Sector Residencial

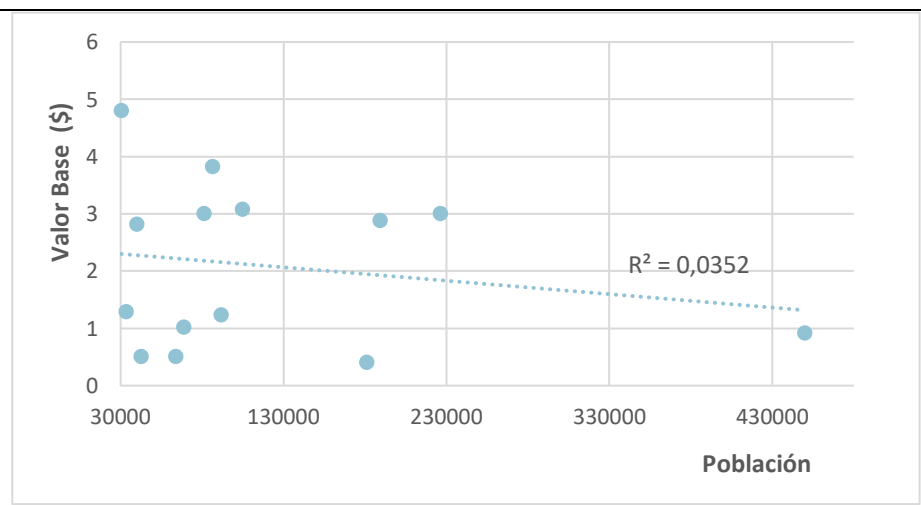


Tabla 16. Valores R² y R - Sector Residencial

Rango	Número de Habitantes	R ²	R	Rango	Relación
1	<500	-	-	-	-
2	500 - 8000	0,9446	0,9719	0,90 a 1	Correlación Perfecta
3	8000 - 300000	0,1697	0,4119	0,10 a 0,50	Correlación Media
4	>300000	0,0352	0,1876	0,10 a 0,50	Correlación Media

En las **Figuras 15** y **17**, correspondientes a los rangos 2 y 4 del sector Residencial, respectivamente, se evidencia una relación inversamente proporcional, lo que indica que, a mayor tamaño poblacional, menor es el valor de la tarifa base. En cambio, en la Figura 16, ocurre lo contrario; la pendiente positiva refleja una correlación directamente proporcional, similar a la correlación moderada observada en el rango 4.

Según la información, en este sector no se logra marcar una correlación tan significativa para todos los rangos, excepto en el caso del rango 2, que nos da una correlación perfecta, siendo la única correlación de este tipo. Las siguientes figuras muestran la correlación del sector Comercial.

Figura 18. Rango 2 - Sector Comercial

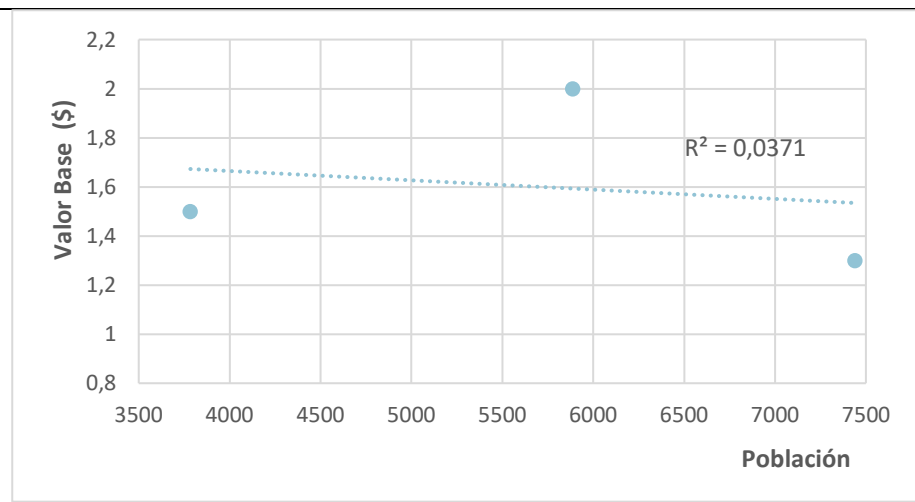


Figura 19. Rango 3 - Sector Comercial

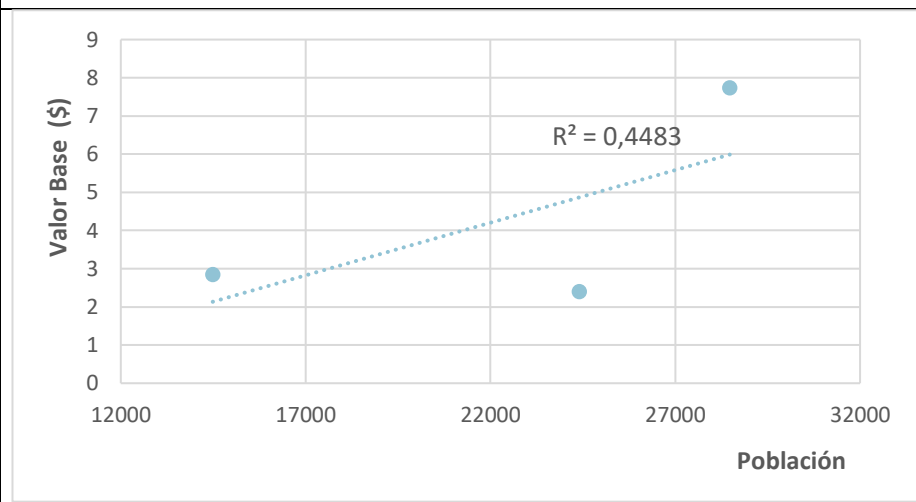


Figura 20. Rango 4 - Sector Comercial

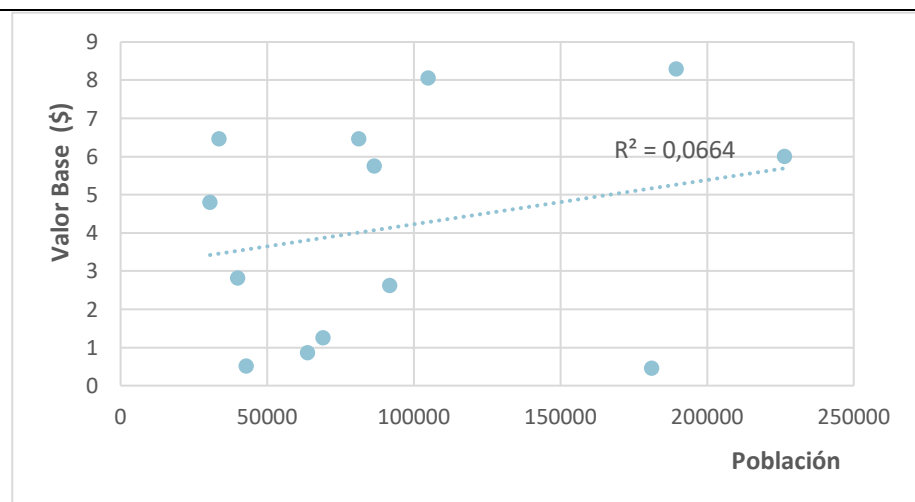


Tabla 17. Valores R² y R - Sector Comercial

Rango	Número de Habitantes	R ²	R	Rango	Relación
1	<500	-	-	-	-
2	500 - 8000	0,0371	0,1926	0,10 a 0,50	Correlación Media
3	8000 - 300000	0,4483	0,6696	0,50 a 0,75	Correlación Considerable
4	>300000	0,0664	0,2577	0,10 a 0,50	Correlación Media

En las **Figuras 19** y **20**, correspondientes al sector Comercial y a los rangos 3 y 4, respectivamente, se observa una relación directamente proporcional, con una pendiente ascendente que indica que, a mayor población, mayor es el valor base. No obstante, en la **Figura 18**, que representa el rango 2, se evidencia una relación inversamente proporcional, sugiriendo que, a mayor población, el valor base disminuye.

Dada la correlación observada, que es moderada en los rangos 2 y 4, y considerable en el rango 3, no se identifica una tendencia clara que permita determinar si el valor base aumentará o disminuirá en función del tamaño poblacional. A continuación, se analizará el sector Industrial en las siguientes figuras.

Figura 21. Rango 2 - Sector Industrial

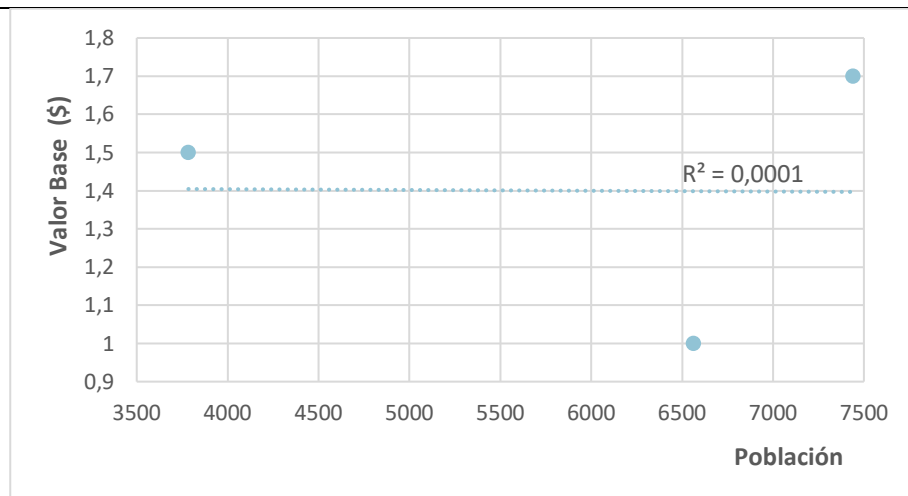


Figura 22. Rango 3 - Sector Industrial

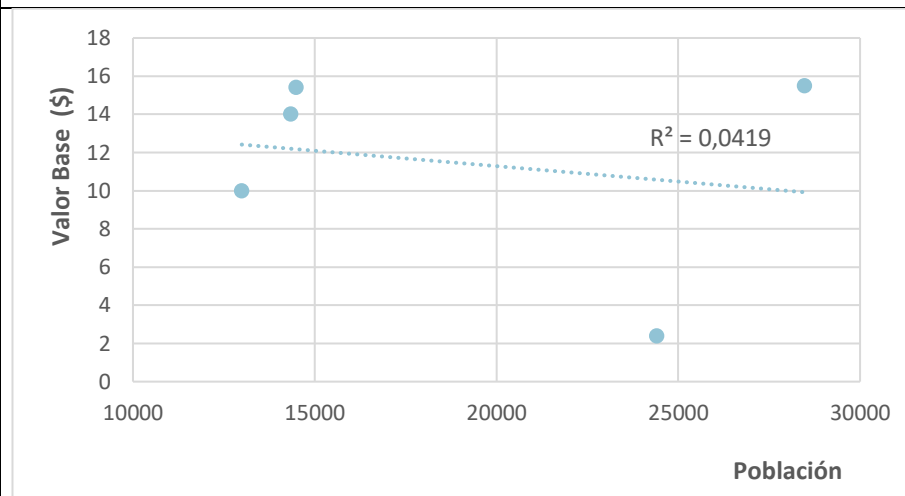


Figura 23. Rango 4 - Sector Industrial

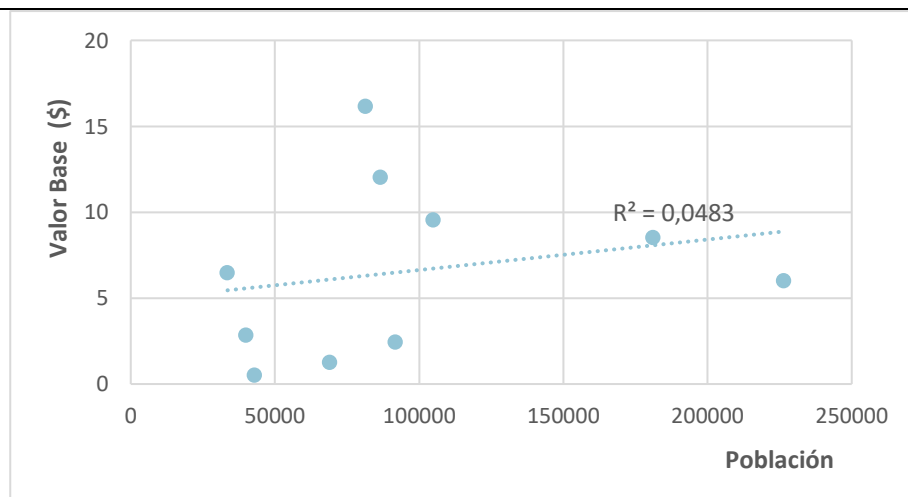


Tabla 18. Valores R² y R - Sector Industrial

Rango	Número de Habitantes	R ²	R	Rango	Relación
1	<500	-	-	-	-
2	500 - 8000	0,0001	0,0100	0 a 0,10	Correlación Débil
3	8000 - 300000	0,0419	0,2047	0,10 a 0,50	Correlación Media
4	>300000	0,0483	0,2198	0,10 a 0,50	Correlación Media

Según la **Figura 22** del rango 3, se sugiere una relación inversamente proporcional, con una pendiente descendente que indica que, el valor base es menor según crece la población. Sin embargo, en la **Figura 23** del rango 4, se observa una relación opuesta a la anterior, sugiriendo que, a mayor población, el valor base será mayor. Finalmente, la **Figura 21** del rango 2, presenta una recta constante, lo que implica que el valor base es indiferente al tamaño poblacional.

Por las correlaciones observadas según la escala de Evans, no existe una tendencia que sea suficiente para determinar una dependencia directa entre el valor base y el tamaño poblacional. En las siguientes figuras se presenta el comportamiento en el sector Público.

Figura 24. Rango 3 - Sector Público

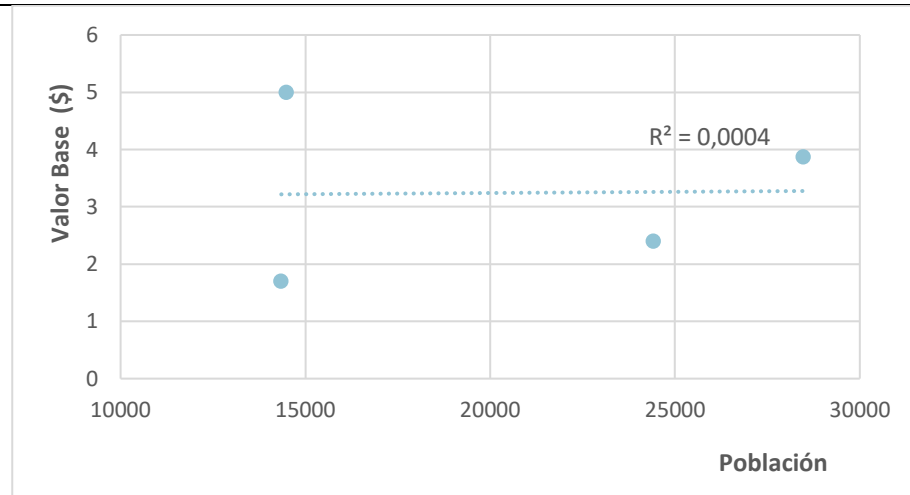


Figura 25. Rango 4 - Sector Público

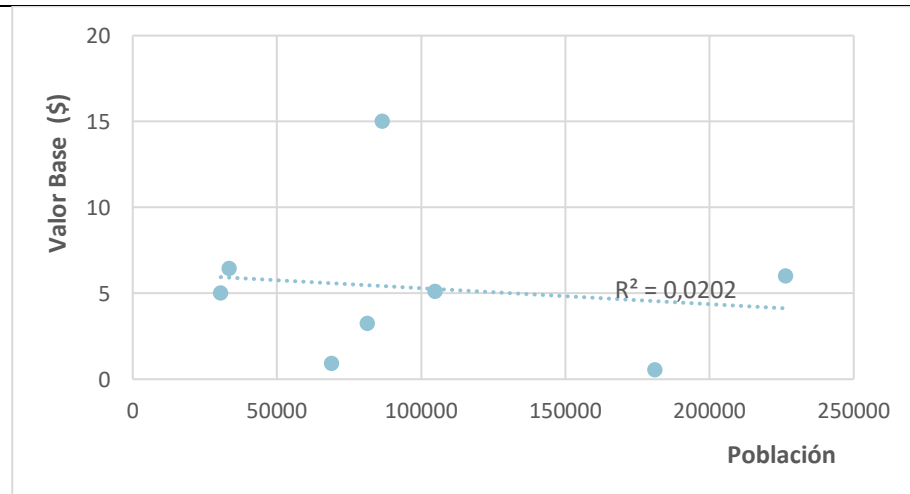


Tabla 19. Valores R2 y R - Sector Público

Rango	Número de Habitantes	R ²	R	Rango	Relación
1	<500	-	-	-	-
2	500 - 8000	-	-	-	-
3	8000 - 300000	0,0004	0,0200	0 a 0,10	Correlación Débil
4	>300000	0,0202	0,1421	0,10 a 0,50	Correlación Media

En las **Figuras 24 y 25**, correspondientes a los rangos 3 y 4 respectivamente, se observa un comportamiento constante en la recta, lo cual sugiere que el valor base no varía con el tamaño poblacional. Además, se evidencian correlaciones bajas que indican una tendencia clara en este sector debido a que en ambos rangos del sector público se observa un comportamiento muy similar. Es importante destacar que la cantidad de datos en este sector es limitada debido a que pocos municipios aplican tarifas, ya que, al ser de índole pública, estas están bajo la administración de los propios municipios.

Al analizar estos resultados, se observa que no hay una tendencia clara en los sectores Residencial, Comercial e Industrial que defina si el valor de la tarifa para la gestión de residuos sólidos será mayor o menor según el tamaño de la población. En contraste, para el sector Público existe una tendencia marcada que muestra que el valor de la tarifa no varía significativamente con el tamaño poblacional de las ciudades analizadas.

Esto sugiere posibles hipótesis sobre la falta de estudios exhaustivos que consideren todos los recursos necesarios para el servicio y establezcan adecuadamente una tarifa que garantice una gestión óptima y sostenible a lo largo del tiempo, independientemente de cómo se financie.

Los autores de esta investigación sugieren que la tendencia más esperada debería ser una relación directamente proporcional, es decir, a mayor tamaño poblacional, mayor debería ser el valor base. Esto se debe a que un tamaño poblacional mayor implica mayores necesidades de recursos para implementar el servicio de gestión de residuos sólidos, como más contenedores, rutas de recolección adicionales, un aumento en la flota de camiones recolectores, y más espacio y personal para el tratamiento de los residuos sólidos.

Según la escasa información accesible sobre la recaudación de los servicios básicos, en algunas ciudades no se recauda lo suficiente para cubrir los gastos necesarios para la gestión de residuos sólidos. Sin embargo, en otras ciudades, como Baños de Agua Santa, las tarifas establecidas para el año 2022 fueron más que suficientes para cubrir la inversión asignada a este servicio.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Al investigar sobre las tarifas para la gestión de residuos sólidos de 25 ciudades del Ecuador se pudo obtener los valores correspondientes para los distintos sectores de los cuales está compuesta una sociedad, algunas de ellas contaban con un solo valor base según su tipo de usuario, mientras que, otras ciudades tenían un valor base y varios intervalos de consumo con los cuales se aplicaban tarifas adicionales al servicio.
- Se obtuvo información sobre las tres formas de recuperación de inversión para la gestión de residuos sólidos, los cuales se cobran por medio del servicio de energía eléctrica, agua potable o en pocos casos por administración propia (cobro directo en ventanillas municipales), siendo por medio de la planilla de energía eléctrica la más predominante.
- Al analizar los valores base en relación con el tamaño poblacional de las ciudades estudiadas, no se pudo identificar una tendencia predominante que permitiera observar una correlación directa entre el valor de la tarifa base y el tamaño de la población en los sectores Residencial, Comercial e Industrial, a excepción del sector Público, donde se observó que el valor base muestra poca variabilidad según el tamaño de la población. Es relevante mencionar que en el rango 2 del sector Residencial fue el único caso en el que se observó una correlación perfecta según la escala de Evans. Estos hallazgos podrían indicar que las tarifas para la gestión de residuos sólidos no están siendo establecidas de manera adecuada ni fundamentadas con estudios que garanticen una recaudación suficiente para asegurar la sostenibilidad del servicio a largo plazo.

5.2 RECOMENDACIONES

- Desarrollar estrategias para estudiar la estructura poblacional y los patrones de consumo en cada sector de las ciudades, con el fin de implementar un sistema tarifario que se ajuste adecuadamente a la capacidad económica de los usuarios.
- Analizar la eficiencia y sostenibilidad de los métodos de recuperación de inversión establecidos para la recaudación de tarifas de gestión de residuos sólidos. Esto incluye desarrollar políticas regulatorias que mejoren la eficiencia, aseguren la transparencia y garanticen la rendición de cuentas en el proceso de recaudación.
- Implementar un sistema de monitoreo continuo de las tarifas del servicio de gestión de residuos sólidos, realizando evaluaciones periódicas que consideren el crecimiento poblacional y la eficiencia en la recolección de tarifas. Esto permitirá evaluar si las

tarifas establecidas son autosostenibles en función del aumento de inversión necesario para el servicio debido al crecimiento de la población.

CAPITULO VI. PROPUESTA

Se recomienda a los técnicos de cada municipio responsables del área de gestión de residuos sólidos que realicen de manera periódica estudios detallados sobre la generación de residuos sólidos en cada sector de la sociedad. Estos estudios son esenciales para establecer tarifas que garanticen la sostenibilidad del servicio a lo largo del tiempo. Al hacerlo, se debe considerar el tamaño poblacional, los métodos de recuperación de recursos y el porcentaje de recaudación de servicios al final de cada año.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcocer, P., Knudsen, J., Marrero, F., & Miranda, B. (2020). *Modelo multicriterio para la gestión integral de residuos sólidos urbanos en Quevedo – Ecuador. XXVI.* <https://orcid.org/0000-0002-5470-2572>
- BDE. (2021). *Guía de gestión de proyectos de residuos sólidos 2.03.* https://bde.fin.ec/wp-content/uploads/2021/06/GUIA_DE_GESTION_DE_PROYECTOS_RESIDUOS_SOLIDOS_2_03.pdf
- Calle, E., & Solís, J. (2021). *Estudio del manejo de desechos sólidos e impacto en la población de La Troncal, Ecuador. VII.* <https://doi.org/10.35381/cm.v7i3.652>
- Defensoría del Pueblo. (2016). *Precios y tarifas equitativas (asequibilidad).*
- Flores, P. (2020). The issue of plastic use during the Covid-19 pandemic. *South Sustainability*, e016. <https://doi.org/10.21142/ss-0102-2020-016>
- GAD Baños de Agua Santa. (2021). *Ordenanza de la tasa para la gestión de residuos sólidos en Baños de Agua Santa.* www.municipiobanos.gob.ec
- GAD Naranjito. (2019). *Ordenanza de la tasa para la gestión de residuos sólidos en Naranjito.*
- GAD Santo Domingo. (2021). *Ordenanza de la tasa para la gestión de residuos sólidos en Santo Domingo de los Tsáchilas.* www.sontodomingo.gob.ec
- GAD Tulcán. (2024). *Ordenanza de la tasa para la gestión de residuos sólidos en Tulcán.*
- Guerra, H. (2018). *MANEJO INTEGRAL DE DESECHOS SÓLIDOS CASO: BARRIO LA DEMOCRACIA.*
- Lopez, L. (2009). *ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.*
- López, M., Lovato, S., & Abad, G. (2018). *El impacto de la cuarta revolución industrial en las relaciones sociales y productivas de la industria del plástico Implastic S. A. en Guayaquil-Ecuador: retos y perspectivas.* <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>

- Ministerio del Ambiente. (2003). *NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS*.
- Mohammadi, M., Jämsä-Jounela, S.-L., & Harjunoski, I. (2019). Optimal planning of municipal solid waste management systems in an integrated supply chain network. *Computers & Chemical Engineering*, *123*, 155–169. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2018.12.022>
- Narea, S. (2008a). *LA PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE*.
- Narea, S. (2008b). *LA PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE*.
- Ojeda, S. *, Lozano, G. ;, Quintero, M., Whitty, K., & Smith, C. (2008). *GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS POR PERIODO ESTACIONAL: EL CASO DE UNA CIUDAD MEXICANA*.
- Risso, W., & Grimberg, E. (2005). *Directrices para la gestión integrada y sostenible de residuos sólidos urbanos en América Latina y El Caribe*.
- Rubiano, J., Pérez, M., Barrera, O., Orozco, W., Quesada, F., Díaz, M., & Gaviria, L. (2011). Manejo de los materiales plásticos reciclados y mejoramiento de sus propiedades. In *inge@uan* (Vol. 1, Issue 1, pp. 52–60).
- Sáez, A., & Urdaneta, J. A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. In *Omnia Año* (Vol. 20, Issue 3).
- Tello, P., Martínez, E., Daza, D., Soulier, M., & Terraza, H. (2017). *Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe 2010*.
- Toro, E. R., Szantó, M., Juan, N., Pacheco, F., Contreras, E., & Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*.
- Unidas, N. (2017). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. www.cepal.org/es/suscripciones
- Yadav, V., & Karmakar, S. (2020). Sustainable collection and transportation of municipal solid waste in urban centers. *Sustainable Cities and Society*, *53*, 101937. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101937>