



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**Análisis comparativo de los componentes de residuos sólidos residenciales
de cinco ciudades del Ecuador**

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil

Autor:

Parco Naula Erik Israel

Tutor:

Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga. MSc.

Riobamba, Ecuador. 2023

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, **Erik Israel Parco Naula**, con cédula de ciudadanía **060411679-8**, autor del trabajo de investigación titulado: “**Análisis comparativo de los componentes de residuos sólidos residenciales de cinco 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, 24 de marzo de 2023.



Erik Israel Parco Naula

C.I: 060411679-8

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, **Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga. MSc**, 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 comparativo de los componentes de residuos sólidos residenciales de cinco ciudades del Ecuador**, bajo la autoría de Erik Israel Parco Naula; 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 14 días del mes de marzo de 2023.



Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga. MSc.
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 comparativo de los componentes de residuos sólidos residenciales de cinco ciudades del Ecuador”, presentado por Erik Israel Parco Naula, con cédula de identidad número 060411679-8, bajo la tutoría de Ing. 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 24 de marzo de 2023.

Ing. María Gabriela Zúñiga. MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE
GRADO



Firma

Ing. Nelson Patiño. MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE
GRADO



Firma

Ing. Víctor Hugo Valverde. MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE
GRADO



Firma



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



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

CERTIFICACIÓN

Que, **PARCO NAULA ERIK ISRAEL** con CC: **0604116798**, estudiante de la Carrera **INGENIERÍA CIVIL** Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COMPONENTES DE RESIDUOS SÓLIDOS RESIDENCIALES DE CINCO CIUDADES DEL ECUADOR**", cumple con el 11 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti-plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 15 de marzo de 2023



Ing. Alfonso Arellano. MSc.
TUTOR

DEDICATORIA

La confianza en nuestras capacidades es una herramienta importante para alcanzar cada uno de nuestros objetivos.

Quiero dedicarle este proyecto a ese joven que hace algunos años tuvo que renunciar al lugar donde quería estar por desconfiar en sí mismo, pese a ello, hoy cumple una de sus metas.

A mi madre, “Asu”, quien ha sido un soporte en todo sentido para poder levantarme y seguir adelante a lo largo de estos años.

A mi padre, Juan, quien con sus sabios consejos siempre me ha guiado en cada paso que doy.

A mi hermana, Yesy, quien me ha acompañado, aconsejado y apoyado en cada una de las etapas de mi vida.

Erik Israel Parco Naula

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecerle a mi familia por su apoyo absoluto durante esta etapa de mi vida.

A la Universidad Nacional de Chimborazo y a todos los profesores que han sido parte fundamental de mi formación académica, especialmente a mi tutor de tesis, Ing. Alfonso Arellano, quien con su conocimiento y asesoramiento me ayudó a desarrollar este proyecto de investigación.

A mis compañeros y amigos que fueron un aporte en diferentes etapas de la carrera. En especial a Alex, Paúl, Fernando, Adriana y Jessiel.

Erik Israel Parco Naula

ÍNDICE GENERAL;

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 ANTECEDENTES	13
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.3 JUSTIFICACIÓN	20
1.4 OBJETIVOS	21
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1 MARCO TEÓRICO	22
<i>Residuo Sólido Residencial</i>	22
<i>Composición de residuos sólidos</i>	22
<i>Residuos potencialmente reciclables</i>	22
2.2 ESTADO DEL ARTE	22
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	24
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1 RESULTADOS	27
<i>Procesamiento de datos de componentes potencialmente reciclables</i>	27
<i>Análisis estadístico de los CPR de todos los estratos en las 5 ciudades.</i>	29
Análisis ANOVA.....	29
Prueba de Tukey	30
<i>Análisis estadístico entre un mismo estrato y las cinco ciudades.</i>	33
Análisis ANOVA.....	33
Prueba de Tukey	34
4.2 DISCUSIÓN	39
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
5.1 CONCLUSIONES	41
5.2 RECOMENDACIONES.....	41
BIBLIOGRAFÍA	43
ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS;

Tabla 1. Datos de la caracterización de los componentes de RSR de Riobamba, Tena, Otavalo, Baños y Chambo.	20
Tabla 2. Número de datos de las cinco ciudades para el proyecto de investigación.	25
Tabla 3. Porcentajes promedios de producción de diez CPR en las cinco ciudades y sus estratos.	28
Tabla 4. Análisis de varianzas de medias entre cada ciudad y sus cuatro estratos.	30
Tabla 5. Prueba de Tukey entre cada ciudad y sus cuatro estratos.	31
Tabla 6. Análisis de varianzas de medias entre cada estrato y cinco ciudades.	33
Tabla 7. Prueba de Tukey entre cada estrato y las cinco ciudades en estudio.	35
Tabla 8. Datos compilados y consolidados de las cinco ciudades en estudio.	45

ÍNDICE DE FIGURAS;

Figura 1. Ubicación geográfica de las ciudades en estudio.....	14
Figura 2. Ubicación Geográfica de la ciudad de Riobamba y parroquias.....	15
Figura 3. Ubicación Geográfica del cantón Tena.....	16
Figura 4. Ubicación geográfica del cantón Otavalo.....	17
Figura 5. Ubicación geográfica del cantón Baños de Agua Santa.....	18
Figura 6. Ubicación Geográfica del cantón Chambo.....	19
Figura 7. Diagrama de los pasos seguidos para el desarrollo de la investigación.....	24
Figura 8. Escenarios para el análisis estadístico de los CPR.....	29

RESUMEN

En este proyecto de investigación, se realizó el análisis comparativo de los componentes de los residuos sólidos de las siguientes ciudades: Riobamba, Tena, Otavalo, Baños de Agua Santa y Chambo con sus respectivos estratos socioeconómicos. El objetivo del presente trabajo de investigación es comparar los componentes de residuos sólidos residenciales (CRSR) de las cinco ciudades. Para el efecto, se compiló y consolidó datos de los CRSR de las cinco ciudades antes mencionadas, todo ello a partir de la base de datos del docente y la bibliografía existente. Cabe destacar que, debido a la cantidad de datos, solo se utilizaron los componentes potencialmente reciclables (CPR). Posteriormente, se realizó el análisis de varianzas (ANOVA) para los diez CPR en los escenarios: A (4 estratos de una misma ciudad) y B (5 ciudades de un mismo estrato). A la par, se realizó la prueba Tukey en los mismos escenarios para definir en qué ciudades o estratos existen diferencias significativas y cómo se agrupan. A partir de los análisis comparativos no se obtuvieron diferencias significativas en todas las ciudades, ni en todos los estratos socioeconómicos. Además, los porcentajes de producción de los CPR de cada ciudad y cada estrato socioeconómico son diferentes; lo que significa que van a ser diferentes sus políticas de recuperación o reciclaje.

Palabras clave: ciudades, componente potencialmente reciclable, estrato socioeconómico, residuo sólido residencial.

ABSTRACT

In the present research project, **“A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE COMPONENTS OF THE SOLID WASTE, IN THE FOLLOWING TOWNS : RIOBAMBA, TENA, OTAVALO, BAÑOS DE AGUA SANTA AND CHAMBO WITH THEIR SOCIOECONOMIC STATUS ”** . “The aim of this research is to compare the components of the residential solid waste”(SRWC) . To this, data was aggregated and consolidated from the SRWC of the five cities mentioned above, based on the teacher's database and the existing bibliography. It should be noted that, due to the amount of data, only the potentially recyclable components (PRC) were used. Subsequently, analysis of variance (ANOVA) was performed for the ten PRC in the field research A (4 strata of the same city) and B (5 cities of the same stratum). At the same time, the Tukey test was performed in the field, to define in which cities or strata there are significant differences and how they are grouped. From the comparative analyses, there are no significant differences were obtained in all the cities, nor in all the socioeconomic status. In addition, the production percentages of the PRC in every town and as well as socioeconomic sectors varies from one place to another one, which differs their cost -recovery or recycling program.

Keywords: Towns , potentially, recyclable component, socioeconomic status, residential solid waste.

DORIS ELIZABETH VALLE VINUEZA Firmado digitalmente por DORIS ELIZABETH VALLE VINUEZA
Fecha: 2023.03.20 07:17:46 -05'00'

Reviewed by: Mgs. Doris Valle V.

ENGLISH PROFESSOR

c.c 0602019697

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Los residuos sólidos (RS) a nivel general ocupan un porcentaje mayor del total de desechos o residuos que el ser humano genera, ya que toda actividad siempre deja desechos de este tipo, los mismos que pueden causar efectos desfavorables en los recursos naturales, ya que estos pueden permanecer por varios años (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Otavalo, 2020).

Según reportes del Banco Mundial, elaborado en el 2018, la región de América Latina y el Caribe generó 231 millones de toneladas de residuos sólidos anuales y una producción per cápita (PPC) promedio de 0.99 kg/hab/día (Cando et al., 2021).

En el Ecuador se producen 0.83 kg de RS por día. Este valor proviene de un promedio realizado a partir de los datos de PPC proporcionados por parte de los 221 Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADMs). Para la determinación de los PPCs de residuos sólidos residenciales (RSR) de cada cantón, se seleccionan muestras de RS en diferentes niveles socioeconómicos de un cantón, durante ocho días, se los pesa y el valor obtenido se lo divide para la cantidad de habitantes de las muestras (Cando et al., 2021).

Varios países latinoamericanos con intenciones de alcanzar las propuestas de la Cumbre de la Tierra, realizado en el año 1992, modificaron sus normativas y leyes ambientales para diseñar planes de gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) acordes a la realidad de cada localidad, no obstante, esto no se ha podido realizar por falta de presupuesto en cada localidad. A esto se debe añadir la discontinuidad de las administraciones locales, que provoca una falta de información actualizada de la generación de RSU en cada ciudad (Sáez & Urdaneta, 2014).

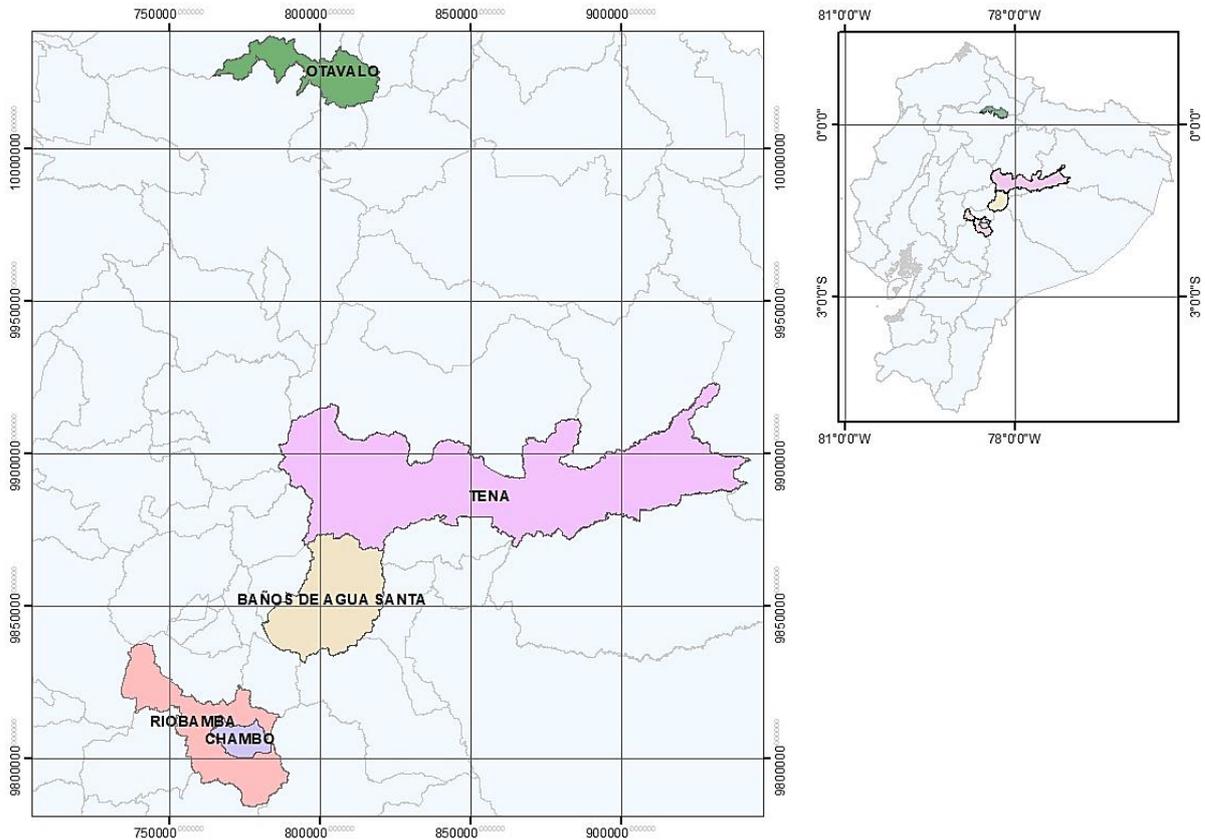
El artículo 55, literal d. de la ley del COOTAD establece que, los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADMs) son los responsables directos de: el manejo de los RS, la promoción de la reducción de RS, la preservación de la salud de sus habitantes y el cuidado del ambiente que los rodea (Espín Oleas, 2018).

Los RSU de un cantón varían dependiendo de varios factores como son: la situación geográfica, el nivel socioeconómico de sus habitantes y la estructura económica de la localidad. Estos factores influyen mucho en la producción per cápita, la densidad y sus componentes. Parte fundamental de una buena gestión de residuos sólidos son los datos sobre los componentes de residuos sólidos residenciales (CRSR) que se generan, ya que estos permiten conocer qué componentes se podrían reciclar y cuáles no. En localidades como Riobamba, Tena, Otavalo, Baños y Chambo se han realizado investigaciones respecto a los CRSR que se producen en cada uno de esos cantones (Arellano et al., 2014; Cárdenas Averos y Patiño Robles., 2022; González Bautista y Gavilanes Montoya, 2014; Pérez Caicedo, 2015; Rosales Ibarra, 2015).

En el presente proyecto de investigación se realizó el análisis comparativo de los componentes de los residuos sólidos de las ciudades: Riobamba, Tena, Otavalo, Baños de Agua Santa y Chambo con sus respectivos estratos socioeconómicos.

Figura 1.

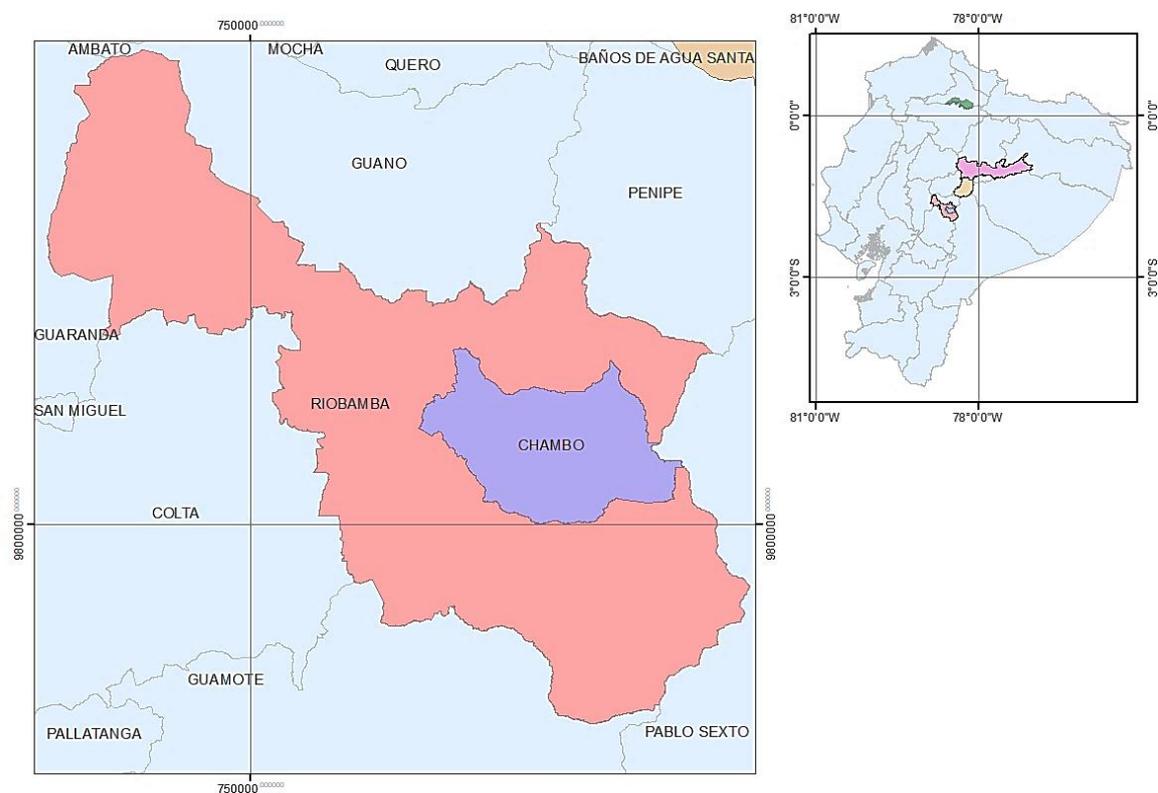
Ubicación geográfica de las ciudades en estudio.



La ciudad de Riobamba está ubicada a 2.754 m.s.n.m, a 1° 41' 46" latitud Sur; 0° 3' 36" longitud Occidental del meridiano de Quito. Riobamba limita al norte con los cantones Guano y Penipe; al sur, Colta y Guamote; al este, Chambo; y al oeste, con la provincia de Bolívar, tal como se muestra en la **Figura 2**. La ciudad se encuentra a una distancia de 175 km. al sur de la ciudad de Quito, en la región Sierra Central y siendo esta la capital de la Provincia de Chimborazo (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Riobamba, 2020).

Figura 2.

Ubicación Geográfica de la ciudad de Riobamba y parroquias.



Según el último censo poblacional realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) en el año 2010, Riobamba está compuesta por 225741 habitantes, donde 146324 habitantes pertenecen al sector urbano. Las principales actividades económicas del cantón Riobamba son: agrícola/ganadera, explotación de áridos y pétreos, manufactura, turismo, comercio y emprendimiento (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Riobamba, 2020).

La gestión de los residuos sólidos en el cantón Riobamba está compuesta de cinco fases: Generación, Almacenamiento, Recolección, Separación y Aprovechamiento y Disposición Final. Alrededor de 162 toneladas de basura diaria provienen de domicilios, mientras que 18 toneladas de basura provienen de plazas y mercados. La producción per cápita en el cantón Riobamba es de 0.60 kg/hab/día en el sector urbano (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Riobamba, 2020).

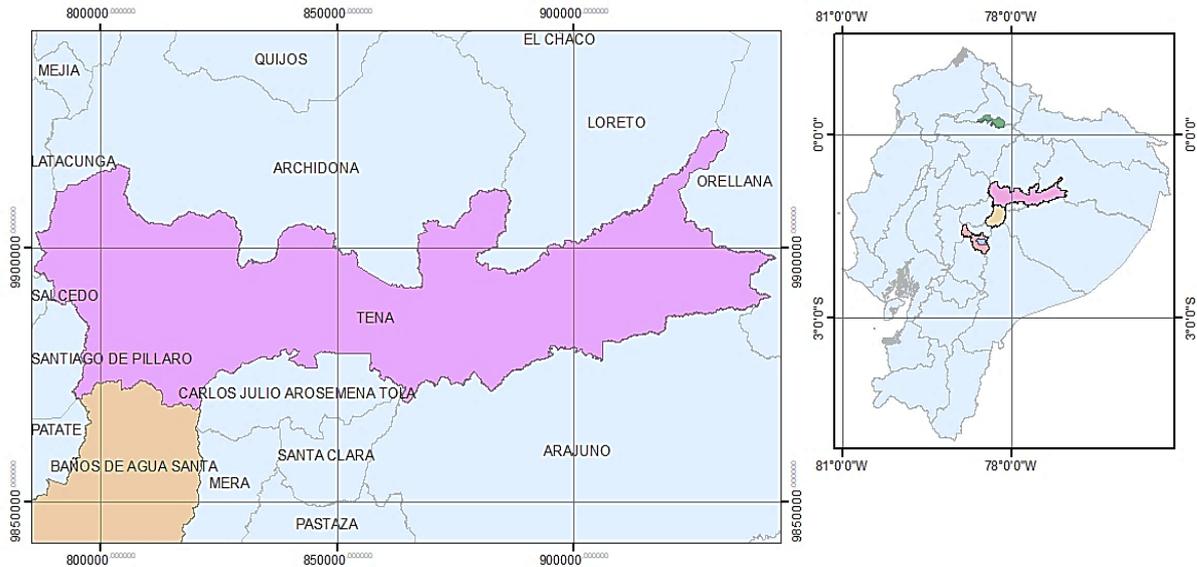
Según datos del PDYOT de la ciudad, los compuestos de RSR que se producen a diario en Riobamba están constituidos de la siguiente manera: materia orgánica, 62.15%; plásticos, 10.82%; papel y cartón, 6.94%; metales, 0.87; vidrio, 5.19; textiles, 2.20%; y otros, 11.83% (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Riobamba, 2020).

La ciudad de Tena se encuentra ubicada en el centro-este de la Región Amazónica ecuatoriana al sur de la provincia de Napo con una extensión de 3897.41 km²; al norte limita con los cantones Archidona y Loreto; al sur, con los cantones Baños de Agua Santa, Carlos

Julio Arosema y Arajuno; al este, con el cantón Orellana; y al oeste, con los cantones Latacunga, Salcedo, Santiago de Pillaro y Patate, tal como se observa en la **Figura 3**. La temperatura en el cantón Tena se mantiene muy templada a lo largo de todo el año, alcanzando una temperatura máxima de 28°C y una mínima de 9°C (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Tena, 2020).

Figura 3.

Ubicación Geográfica del cantón Tena.



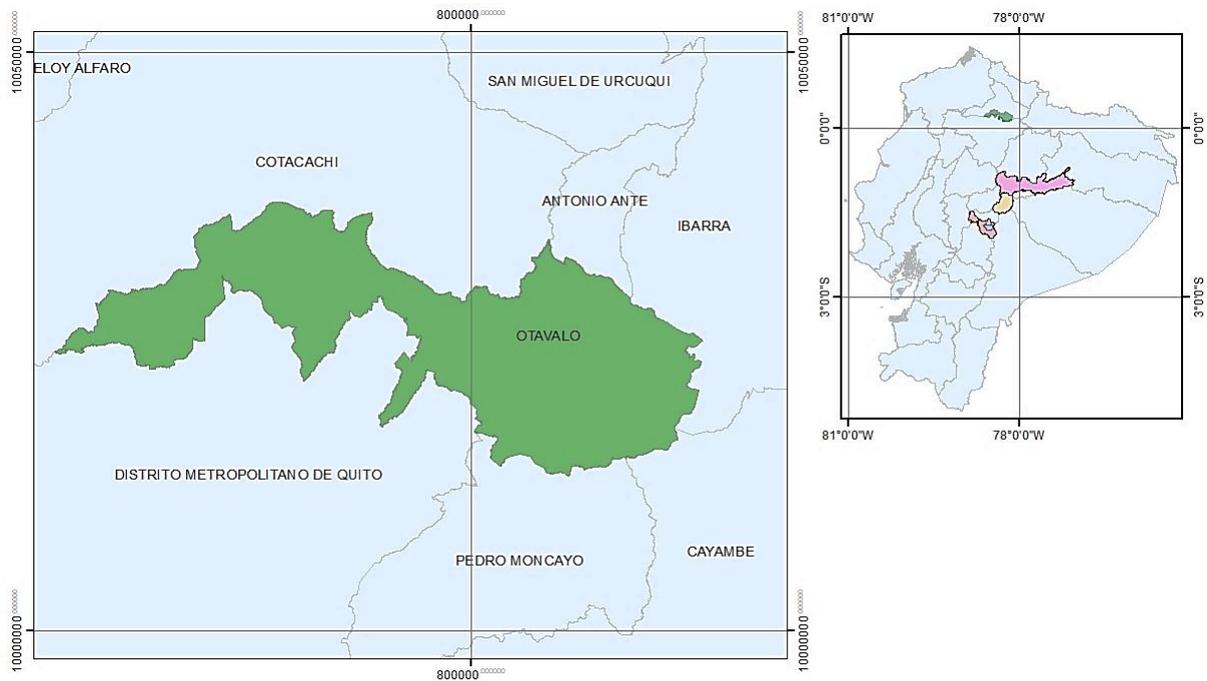
Según el censo poblacional del año 2010, el cantón está poblado por 60880 habitantes, donde 23305 habitantes pertenecen al sector urbano (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Tena, 2020).

Según datos recolectados entre el 17 y el 20 julio de 2013, el cantón Tena produce 69% de residuos orgánicos, 18% de residuos reciclables (papel, cartón, botellas PET, plásticos de alta y baja densidad, textiles, vidrio, Tetrapak) y 13% de residuos no reciclables (De La Torre, 2013).

La ciudad de Otavalo está localizada en la provincia de Imbabura, al norte de la región sierra. Al norte limita con los cantones Antonio Ante, Cotacachi e Ibarra; al sur, con Pedro Moncayo y el Distrito Metropolitano de Quito; al este, con Ibarra y Cayambe; y al oeste, con Cotacachi, tal como se observa en la **Figura 4** (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Otavalo, 2020).

Figura 4.

Ubicación geográfica del cantón Otavalo.



Según los últimos datos del censo poblacional del INEC (2010), el cantón está habitado por 104874 habitantes, donde 39328 pobladores habitan en la zona urbana. Las principales actividades económicas de la población otavaleña constan de la producción y comercio textil, venta de artesanías y turismo (Cárdenas Averos y Patiño Robles, 2022).

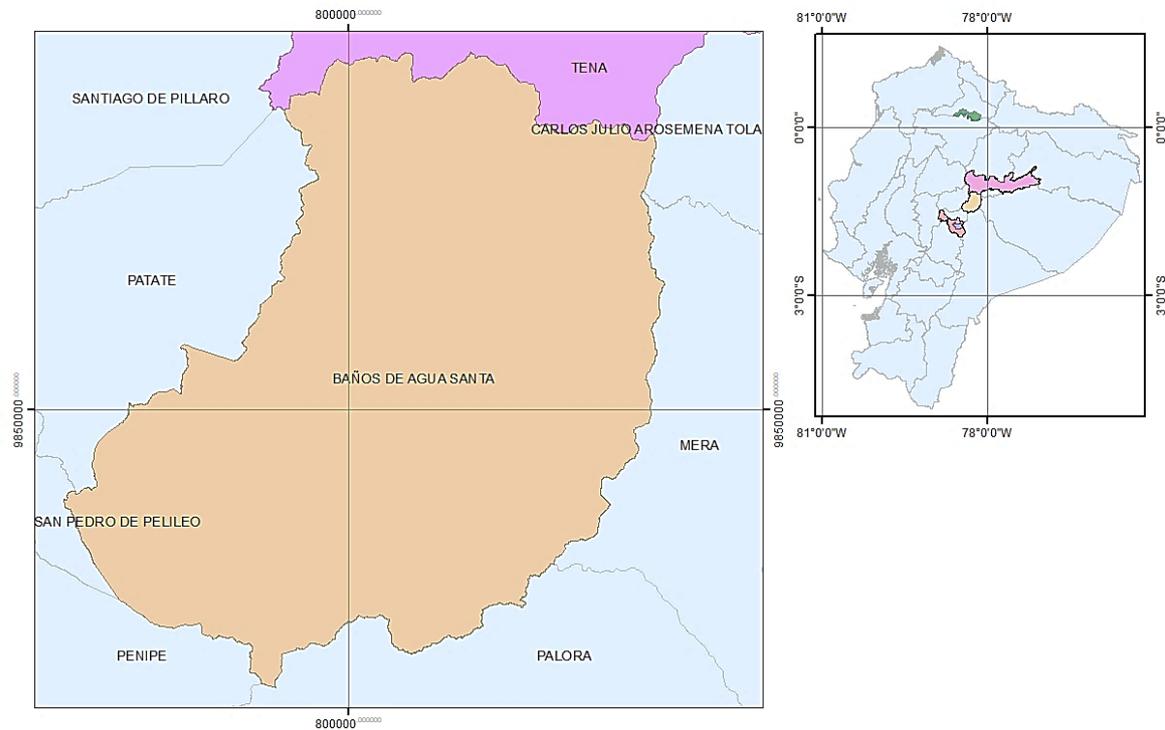
En la ciudad de Otavalo se maneja una gestión Integral de residuos sólidos que va desde la separación en la fuente, recolección, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final de residuos sólidos. Según el PDYOT de la ciudad de Otavalo, en el sector urbano se genera una producción per cápita de residuos sólidos de 0.51 kg/hab/día (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Otavalo, 2020).

Para el aprovechamiento de los residuos que pueden ser reutilizados existe un espacio definido en el relleno sanitario del cantón para trabajar con técnicas de producción de compostaje, que posteriormente se utilizan en jardinerías, huertos o parques del cantón. En el caso de los desechos peligrosos, el cantón Otavalo cuenta con una ordenanza exclusiva para regular el manejo de desechos sólidos peligrosos y especiales, de la mano de un catastro para conocer la ubicación de los lugares donde se producen (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Otavalo, 2020).

La ciudad de Baños de Agua Santa se encuentra a 1820 m.s.n.m; a 1°23'53.0" latitud Sur; 78°25'23.4" longitud occidental, ubicado al sureste de la provincia de Tungurahua. Limitando al norte con el cantón Tena; al sur, con el cantón Penipe y el cantón Palora; al este, con el cantón Mera; y al oeste, con el cantón Patate y cantón Pelileo, tal como se muestra en la **Figura 5** (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Baños, 2019).

Figura 5.

Ubicación geográfica del cantón Baños de Agua Santa.



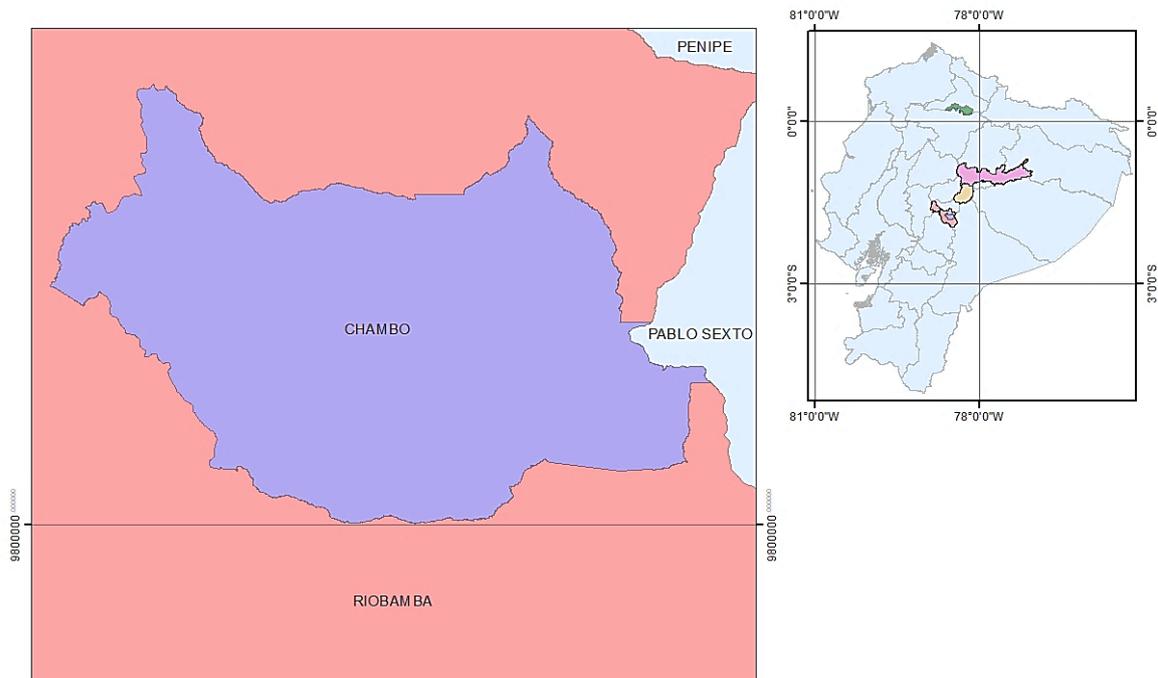
Según el censo del año 2010 el cantón Baños de Agua Santa registra 20018 habitantes, con una tasa de crecimiento poblacional de 2.44% anual. Las actividades económicas más importantes en el cantón son: turismo, comercio, artesanía, agricultura y ganadería (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Baños, 2019).

La ciudad de Baños de Agua Santa al ser un poblado que gira su economía alrededor del turismo posee una producción per cápita de residuos sólidos de 0.54 kg/hab/día. Durante 15 años la disposición final de residuos sólidos se lo solía realizar en un vertedero a cielo abierto. En la actualidad, el cantón cuenta con un relleno sanitario y un sistema de recolección de residuos sólidos por medio de carro recolector, asistiendo a un 90% de viviendas del cantón (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Baños, 2019).

La ciudad de Chambo está ubicada al noreste de la provincia de Chimborazo. al norte este limita con el cantón Riobamba y la parroquia Quimiag; al noreste, con las parroquias San Luis, Punín y Licto; al sur este, con el cantón Pablo Sexto de la provincia de Morona Santiago; y al oeste, con la parroquia de Púngala, tal como se observa en la **Figura 6**. Posee una extensión de 16453.82 hectáreas y con un rango altitudinal que va desde los 3500 msnm a 4711 m.s.n.m (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Chambo, 2018).

Figura 6.

Ubicación Geográfica del cantón Chambo.



En lo que respecta a su aspecto demográfico, el cantón Chambo no posee ninguna parroquia, el cantón registra 11885 habitantes, de los cuales 4459 habitantes pertenecen al sector urbano. Las principales actividades económicas del cantón son la agricultura, ganadería y la elaboración de mampostería a partir de la explotación de minas y canteras (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Chambo, 2018).

La disposición final de los RSU se lo realiza en el relleno sanitario de Porlón ubicado a 10 km en el cantón Riobamba. Lastimosamente, el cantón no cuenta con un programa de clasificación de RSU (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Chambo, 2018).

Al asignar las competencias de manejo de RS a los GAD cantonales, los procesos de gestión han estado encaminados en soluciones centralizadas, paliativas, primitivas y orientadas a tecnologías de enterramiento, procesamiento e incineración (Soliz Torres et al., 2020).

Para los análisis comparativos de componentes de RSR, se realiza el análisis entre estratos de la misma ciudad y entre ciudades con el mismo estrato (estrato A Riobamba, estrato A Tena, estrato A Otavalo, estrato A Baños, estrato A Chambo). Se toma como punto de partida 21 componentes de residuos sólidos residenciales (CRSR), pero se realiza el análisis para 10 componentes potencialmente reciclables (CPR). Para ello se cuenta con la información de cinco ciudades y los datos de CRSR que fueron levantados durante siete días en diferentes años.

En la **Tabla 1** se presentan los datos más importantes sobre los componentes de RSR de las cinco ciudades que ya se habían recolectado por diferentes autores.

Tabla 1.

Datos de la caracterización de los componentes de RSR de Riobamba, Tena, Otavalo, Baños y Chambo.

Nombre de la investigación	Componentes	Autores
"Diseño de una propuesta técnica para las rutas de recolección de los desechos sólidos urbanos, en la ciudad de Tena, provincia de Napo"	Reciclables: 13.54% Orgánicos: 69.75% Desechos: 16.18%	(Rosales Ibarra, 2015)
"Caracterización de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Otavalo"	Reciclables: 17.65% Orgánico: 66.68% Desechos: 14.20%	(Cárdenas Averos y Patiño Robles, 2022)
"Caracterización de los residuos sólidos de la ciudad de Baños y propuesta técnica de pre-reciclaje de botellas, plásticos, cartón y papel"	Reciclables: 16.06% Orgánicos: 62.86% Desechos: 21.17%	(Pérez Caicedo, 2015)
"Análisis situacional de los residuos urbanos y propuesta técnica de optimización de transporte y rutas en la ciudad de Chambo, Chimborazo"	Reciclable: 21.45% Orgánicos: 67.54% Desechos: 10.67%	(González Bautista y Gavilanes Montoya, 2014)
"Características de los residuos sólidos de Riobamba"	Reciclables: 22.19% Orgánicos: 65.14% Desechos: 12.67%	(Arellano et al., 2014)

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Ecuador el 81 % (178 cantones) de GADMs reporta la cantidad de residuos recolectados y diferenciados, no obstante, existen 19 % (43 cantones) en donde no se registra diferenciación de residuos. A esto se le debe añadir que, en la mayoría de los casos, los GADMs presentan información desactualizada, dejando de lado la recomendación de la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME) que menciona que la caracterización de RSU se debe realizar cada dos años (Soliz Torres et al., 2020).

1.3 JUSTIFICACIÓN

El artículo 55, literal d. de la ley del COOTAD establece que, los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADMs) son los responsables directos de: manejo de los RS, la promoción de la reducción de RS, la preservación de la salud de sus habitantes y el cuidado del ambiente que los rodea (Espín Oleas, 2018).

De acuerdo con el artículo 64, literal h. del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (2015), los GADMs deben realizar una declaración anual de la generación y manejo de residuos y/o desechos no peligrosos.

Al no contar con información actualizada respecto a los componentes de RSR que se producen en cada ciudad, los GADMs continuarán con planes de gestión no sustentables, debido a que no se identifican qué tipo y qué cantidad de componentes de RS se producen en cada localidad, lo cual no permitirá zonificar en dónde se produce cierto tipo de componentes y crear plantas de reciclaje zonales.

1.4 OBJETIVOS

Objetivo General

- Comparar los componentes de residuos sólidos residenciales de cinco ciudades del Ecuador.

Objetivos Específicos

- Compilar y consolidar datos de los componentes de residuos sólidos residenciales de los cantones Riobamba, Tena, Otavalo, Baños y Chambo.
- Realizar el análisis de varianzas (ANOVA) para determinar si existe diferencias entre los componentes de cada ciudad o de cada estrato socio económico de la misma ciudad.
- Realizar la prueba de Tukey para definir esas diferencias y agruparlas cuantitativamente.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO TEÓRICO

Residuo Sólido Residencial

Según Tamayo et al. (2010), los residuos sólidos residenciales son todos aquellos objetos, materiales, sustancias o elementos de consistencia sólida de recipientes, envoltorios, empaques, botellas, frascos, resultantes de los alimentos, y otros artículos de consumo y uso en el hogar.

Composición de residuos sólidos

Composición es el término utilizado para referirse a los componentes individuales que constituyen los residuos sólidos y su distribución relativa, usualmente apoyada en porcentajes de peso. Conocer sobre la composición de los RS es de gran ayuda para valorar las necesidades de equipo, los sistemas y los programas y planes de gestión (Berent y Vedoya, 2005).

Residuos potencialmente reciclables

Según Sánchez (2020), los residuos potencialmente reciclables son aquellos residuos que pueden someterse a procesos que permitan ser utilizados nuevamente. Entre estos encontramos orgánicos, vidrios, cartón, Tetrapak, algunas clases de plásticos y papeles.

2.2 ESTADO DEL ARTE

Dentro de Ecuador no existen normas específicas que establezcan cómo realizar un muestreo y determinación de la PPC, la densidad, ni los CRSR, por lo cual dentro de las investigaciones referentes a la caracterización de CRSR, se utilizó el “método de caracterización urbanística y socioeconómica para poblaciones menores a 150000 habitantes”, este método divide en cuatro estratos socioeconómicos a la muestra: Estrato A, Estrato B, Estrato C, Estrato D. A la par se utilizó las “Técnicas de muestreo y caracterización de residuos sólidos para poblaciones menores que 150000 habitantes”, tomando la muestra durante siete días, con el fin de determinar la producción per cápita, la densidad y componentes de RSU (Arellano et al., 2014).

En el Ecuador, según Soliz Torres et al. (2020), 55.65% de los RSR corresponden a orgánicos, mientras que el 44.35% pertenece a inorgánicos. En la región Costa se producen 38% de RSR inorgánicos y 62% de orgánicos; en la región Sierra, 44% inorgánicos y 56% orgánicos; en la región Amazónica, 45% inorgánicos y 55% orgánicos; y en la región Insular, 85% inorgánicos y 15% orgánicos.

Siguiendo la misma línea sobre la composición de los RSR, el INEC (2022) en su presentación sobre la “Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales”, establece que en el año 2021 el componente orgánico representó 55% (0.65% menos a comparación del año 2020); plástico, 11%;

desechos sanitario no peligrosos, 6.5%; cartón, 5.1%; papel, 4.6%; y otros (vidrio, madera, chatarra, caucho, textil, lámparas/focos ahorradores, pilas, metal), 17%.

En el estudio realizado por Arellano et al. (2014) en la ciudad de Riobamba el 87.33% RSR podrían ser potencialmente reciclables, mientras que el 12.67% de los RSR representan los desechos que podrían ser enviados directamente al relleno sanitario de la ciudad.

En la investigación realizada en la ciudad Otavalo por Cárdenas Averos y Patiño Robles (2022) se menciona que el 85.8% de los residuos sólidos urbanos pueden ser aprovechables y el 14.2% restante debería ser depositado en el relleno sanitario, debido a que son desechos.

Según Rosales Ibarra (2015) en la ciudad Tena no se aprovecha 13.54% de materiales potencialmente reciclables y se los deposita en el relleno sanitario de la ciudad. Rosales Ibarra menciona que esta información puede ser importante para la planificación a corto, mediano y largo plazo para programas de reciclaje en el cantón.

En la ciudad Baños se identificó que los materiales potencialmente reciclables representan el 16.06%; los desechos orgánicos, 62.86%; y los desechos no reciclables, 21.17%. Si se utilizara esta información para desarrollar planes de gestión de residuos en el cantón Baños se evitaría enviar al botadero de basura un 78.83% (Pérez Caicedo, 2015).

Según González Bautista y Gavilanes Montoya (2014) en la ciudad de Chambo los materiales potencialmente reciclables tienen un porcentaje de 88.99%, donde el porcentaje más grande le corresponde al componente orgánico (67.54%). Ellos mencionan que, si les dan un manejo adecuado a estos componentes se reduciría la disposición final de los mismos, ya que en esta ciudad no existe clasificación y todos los RSR son dispuestos en el botadero.

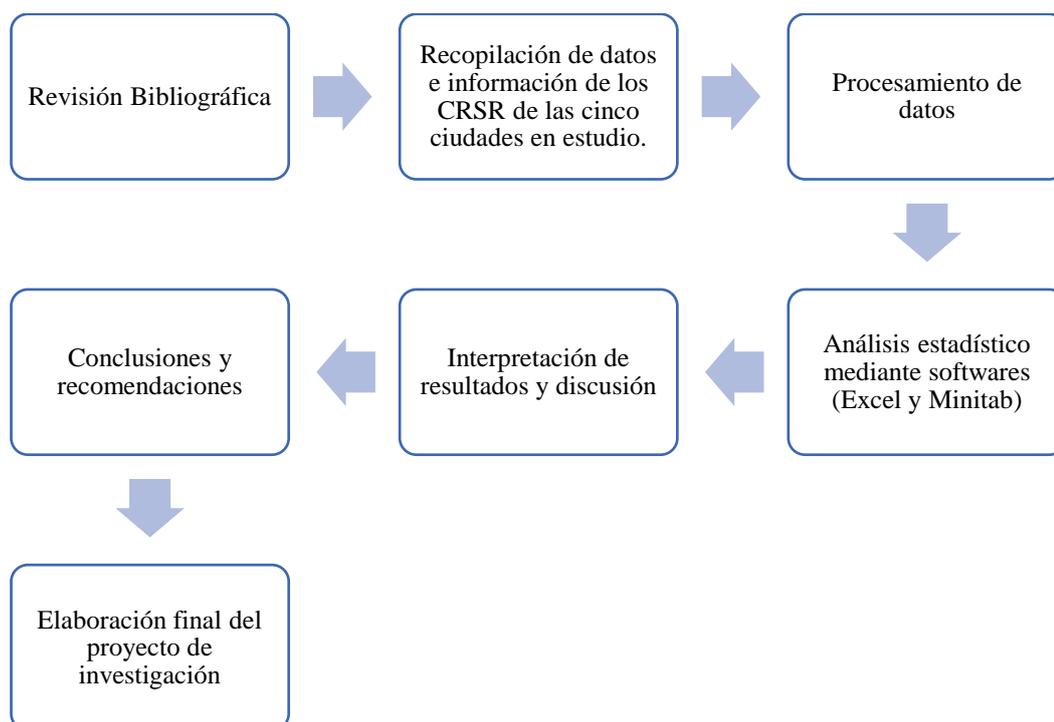
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

La metodología que se utilizó en el desarrollo de esta investigación fue una metodología cuantitativa, con el procesamiento de datos, los mismos que llevaron la medición sistemática que posteriormente se empleó en los análisis comparativos estadísticos.

A continuación, se presenta un diagrama que muestra los pasos seguidos para el desarrollo del proyecto de investigación:

Figura 7.

Diagrama de los pasos seguidos para el desarrollo de la investigación.



El proceso que se siguió en esta investigación comenzó inicialmente con la revisión bibliográfica, se recolectó toda la información disponible acerca del tema, dirigido especialmente a la caracterización de los componentes de residuos sólidos urbanos, para lo cual se utilizaron recursos digitales como ResearchGate, ProQuest, Scopus, Repositorios Universitarios, Revistas digitales como NovaSinergia, Google Académico y diferentes buscadores web.

Se procedió a la recopilación de los datos sobre CRSR, a partir de las investigaciones previas realizadas en los cantones Riobamba, Tena, Otavalo, Baños y Chambo.

Algunos de los datos de CRSR fueron proporcionados por parte del tutor a partir de su base de datos y también a partir de los datos de proyectos de investigación de las ciudades en estudio. Los datos recolectados se los manejó en porcentaje referente a cada componente, ya sea orgánico, papel, cartón, vidrio, etc.

Para el procesamiento de datos, se obtuvo la siguiente cantidad de datos:

Tabla 2.

Número de datos de las cinco ciudades para el proyecto de investigación.

Ciudad	No. datos de todos los componentes	No. datos de los componentes potencialmente reciclables
Riobamba	588	280
Tena	588	280
Otavalo	588	280
Baños de Agua Santa	588	280
Chambo	588	280
Total	2940	1400

De la **Tabla 2**, solo se utilizaron los datos de los componentes potencialmente reciclables (fueron diez componentes seleccionados). Estos datos se los compiló y consolidó en Microsoft Excel por estratos y por ciudades, tal como se muestra en la **Tabla 8**. A la par se realizó gráficos comparativos, tomando en cuenta solo los componentes potencialmente reciclables (CPR), al referirse a estratos estos son cuatro (estrato A, estrato B, estrato C y estrato D).

Posteriormente, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si todas las medias son iguales o son significativamente diferentes. Para ello, se realizó dos tipos de análisis ANOVA, en este estudio solo se tomó en cuenta los CPR:

Ciudad y sus cuatro estratos (Riobamba estrato A, Riobamba estrato B, Riobamba estrato C, Riobamba estrato D)

Varias ciudades un mismo estrato (Riobamba estrato A, Tena estrato A, Otavalo estrato A, Baños estrato A, Chambo estrato A)

El análisis ANOVA plantea una hipótesis nula (todas las medias son iguales) y una hipótesis alternativa (no todas las medias son iguales) con un nivel de significancia (α) de 0.05.

Si el valor p (valor de probabilidad de obtener una estadística de prueba que sea por lo menos tan extrema como el valor calculado real) es mayor que el nivel de significancia, se acepta la hipótesis nula y se dice que todas las medias de la muestra son iguales. Pero si el valor p es menor que el nivel de significancia $\alpha=0.05$, se acepta la hipótesis alternativa y se dice que por lo menos un valor de la media de la muestra es diferente (Caicedo Corozo, 2022).

Una vez realizado el análisis ANOVA, se procedió a aplicar la prueba Tukey. Esta prueba está ligada al análisis ANOVA, ya que nos permite agrupar las medias y conocer qué medias son significativamente iguales o diferentes. Para ello, se debe tener en claro que, si las medias comparten una letra, significa que sus medias son significativamente similares. En cambio, las medias que no comparten ninguna letra son significativamente diferentes.

Finalmente, se realizó la interpretación de la variabilidad de los datos para conocer el comportamiento de la producción de cada CPR en diferentes ciudades y estratos.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

Procesamiento de datos de componentes potencialmente reciclables

En este apartado se muestra los resultados del procesamiento de datos. Estos datos fueron realizados con valores en porcentajes, los cuales fueron levantados durante 7 días en las ciudades de Riobamba, Tena, Otavalo, Baños y Chambo.

Debido a la gran cantidad de información sobre los CRSR, solo se escogieron los diez CPR. En la **Tabla 3** se muestran los datos de diez CPR de las cinco ciudades en estudio; a cada fila se asignó el CPR que correspondía; a cada columna, los valores promedio en porcentaje de cada estrato y ciudad.

Tabla 3.

Porcentajes promedios de producción de diez CPR en las cinco ciudades y sus estratos.

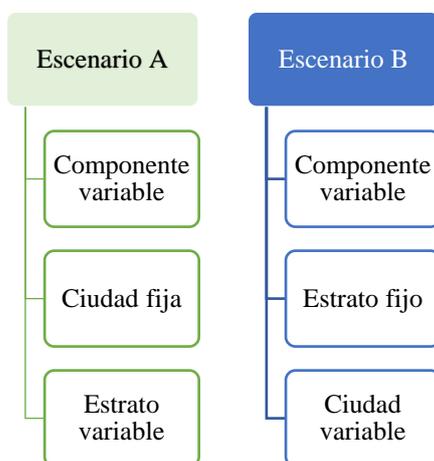
Componentes	Riobamba				Tena				Otavalo				Baños				Chambo			
	Promedio por Estrato (%)				Promedio por Estrato (%)				Promedio por Estrato (%)				Promedio por Estrato (%)				Promedio por Estrato (%)			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Botellas de plástico	3.21	1.61	2.08	1.51	5.04	1.88	1.09	0.57	3.44	2.42	1.40	1.10	1.90	1.51	4.29	0.63	1.33	1.41	1.24	2.39
Botellas y frascos de vidrio	2.69	5.16	3.41	0.99	5.02	2.19	1.95	0.00	2.65	0.88	0.80	0.30	0.50	3.70	0.78	0.33	4.13	1.91	3.87	0.50
Cartón	2.92	2.31	4.94	2.17	2.08	1.04	1.79	2.54	5.12	2.24	1.77	1.58	1.82	2.62	3.26	3.00	1.97	3.96	1.89	0.58
Orgánicos (sobras de comidas, rastros de jardín, excrementos de animales, cáscaras)	60.51	66.79	50.44	66.70	67.73	70.24	69.54	78.52	48.50	65.34	70.34	72.47	67.98	62.05	49.80	65.25	65.82	66.66	69.32	63.37
Papel bond blanco	0.88	0.90	1.19	2.14	0.00	0.26	0.23	1.53	2.50	0.35	0.60	1.01	0.55	1.94	3.87	2.38	0.70	1.34	0.61	1.59
Papel de color	3.23	1.33	0.98	1.50	0.00	0.44	0.00	0.00	1.84	0.14	0.18	0.55	0.86	0.69	5.49	0.61	0.21	2.11	0.19	0.45
Papel periódico	4.45	1.57	1.20	0.98	0.21	1.79	0.32	0.00	1.75	0.29	0.13	0.20	0.15	1.28	1.90	0.65	1.60	1.19	0.81	0.65
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelos)	6.40	5.65	6.18	5.74	6.81	6.93	4.22	6.14	6.80	5.14	4.61	3.17	4.53	5.31	7.57	8.82	2.41	4.46	5.10	3.41
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	1.84	1.88	4.84	2.57	2.02	1.27	1.12	0.65	2.55	1.39	1.10	1.26	1.93	2.20	2.00	2.66	3.01	4.58	3.98	3.45
Tetrapak	0.31	0.26	0.25	0.51	1.22	0.40	0.49	0.11	2.60	1.03	0.93	0.89	1.04	0.25	0.24	0.16	0.79	0.35	0.12	0.00
Total	86.44	87.47	75.50	84.79	90.13	86.43	80.75	90.05	77.74	79.21	81.84	82.51	81.27	81.55	79.21	84.49	81.97	87.98	87.12	76.38

Dentro de la **Tabla 3** se observa que el CPR que presenta los valores más altos en las cinco ciudades es el orgánico, siendo el estrato D perteneciente al cantón Tena donde se produce la mayor cantidad de estos con 78.52%. Existen tres CPR que le siguen al orgánico en porcentaje promedio de producción, estos son: plástico fino, cartón y plástico grueso. En cambio, los CPR que menos se producen son: Tetrapak y los papeles. Además, se observa que el Estrato A de la ciudad Tena presenta el porcentaje total más alto en CPR (90.13%).

Para el análisis estadístico de los CPR se ha tomado en cuenta dos escenarios, tal como se observa en la **Figura 8**. El primer escenario, denominado A, donde se hizo el análisis estadístico entre todos los estratos de una misma ciudad. En el segundo escenario, denominado B, donde se realizó el análisis estadístico entre las cinco ciudades y un mismo estrato, esto se hizo para cada uno de los cuatro estratos.

Figura 8.

Escenarios para el análisis estadístico de los CPR.



Análisis estadístico de los CPR de todos los estratos en las 5 ciudades.

Análisis ANOVA

En la **Tabla 4** se obtuvo diferentes valores p para cada uno de los diez componentes CPR. Cabe destacar que, si el valor p es menor al nivel de confianza (5%), la hipótesis nula (todas las medias son iguales) se rechaza y se acepta la hipótesis alterna (no todas las medias son iguales). En cada columna, se hizo el estudio entre los estratos de una misma ciudad (escenario A), tal como se muestra a continuación:

Tabla 4.

Análisis de varianzas de medias entre cada ciudad y sus cuatro estratos.

Componente	Valor p (%)				
	Riobamba	Tena	Otavalo	Baños	Chambo
Botellas plásticas	50.10	21.70	0.00	7.40	52.20
Botellas - frascos de vidrio	42.70	12.40	0.00	0.70	36.00
Cartón	35.40	40.70	0.00	39.60	4.00
Orgánicos	7.50	22.40	0.00	9.70	79.10
Papel bond blanco	22.50	14.50	0.00	1.00	38.10
Papel de color	67.90	41.00	0.00	6.10	8.00
Papel periódico	11.00	18.20	0.00	8.40	63.10
Plástico fino	93.40	44.40	0.30	21.40	0.40
Plástico grueso	10.70	39.50	0.00	77.40	63.50
Tetrapak	77.30	21.90	0.00	3.00	10.10

En cada uno de los diez componentes potencialmente reciclables de las ciudades Riobamba y Tena no existe diferencia significativa entre sus cuatro estratos, ya que sus valores p son mayores al 5%. En el caso de Baños y Chambo, si existe diferencia significativa entre los estratos de tres CPR (Botellas- frascos de vidrio, papel bond blanco y Tetrapak) y dos CPR (Cartón y Plástico fino), respectivamente. En Otavalo sucede lo contrario, hay diferencia significativa entre todos los estratos de los diez CPR ya todos sus valores p son menores a 5%.

Prueba de Tukey

En la **Tabla 5** se presentan los resultados de la prueba Tukey aplicada a una ciudad y sus cuatro estratos, esto se lo hizo para cada ciudad. Se debe tomar en cuenta que se ha subrayado con diferentes colores las columnas para conocer en qué ciudad se presentan diferencias significativas en sus medias. En el caso de Otavalo, se le asignó el color verde; Baños, plomo; y Chambo, celeste.

Tabla 5.

Prueba de Tukey entre cada ciudad y sus cuatro estratos.

Componentes	Riobamba			Tena			Otavalo			Baños			Chambo		
	Estrato	Media%	Agrupación												
Botellas plásticas	Estrato A	3.21	A	Estrato A	5.04	A	Estrato A	3.44	A	Estrato C	4.29	A	Estrato D	2.39	A
	Estrato C	2.08	A	Estrato B	1.88	A	Estrato B	2.42	B	Estrato A	1.90	A	Estrato B	1.41	A
	Estrato B	1.61	A	Estrato C	1.09	A	Estrato C	1.40	C	Estrato B	1.51	A	Estrato A	1.33	A
	Estrato D	1.51	A	Estrato D	0.57	A	Estrato D	1.10	C	Estrato D	0.63	A	Estrato C	1.24	A
Botellas - frascos de vidrio	Estrato B	5.16	A	Estrato A	5.02	A	Estrato A	2.65	A	Estrato B	3.70	A	Estrato A	4.13	A
	Estrato C	3.41	A	Estrato B	2.19	A	Estrato B	0.88	B	Estrato C	0.78	B	Estrato C	3.87	A
	Estrato A	2.69	A	Estrato C	1.95	A	Estrato C	0.80	B	Estrato A	0.50	B	Estrato B	1.91	A
	Estrato D	0.99	A	Estrato D	0.00	A	Estrato D	0.30	B	Estrato D	0.33	B	Estrato D	0.50	A
Cartón	Estrato C	4.94	A	Estrato D	2.54	A	Estrato A	5.12	A	Estrato C	3.26	A	Estrato B	3.96	A
	Estrato A	2.92	A	Estrato A	2.08	A	Estrato B	2.24	B	Estrato D	3.00	A	Estrato A	1.97	A B
	Estrato B	2.31	A	Estrato C	1.79	A	Estrato C	1.77	B	Estrato B	2.62	A	Estrato C	1.89	A B
	Estrato D	2.17	A	Estrato B	1.04	A	Estrato D	1.58	B	Estrato A	1.82	A	Estrato D	0.58	B
Orgánicos	Estrato B	66.79	A	Estrato D	78.52	A	Estrato D	72.47	A	Estrato A	67.98	A	Estrato C	69.32	A
	Estrato D	66.70	A	Estrato B	70.24	A	Estrato C	70.34	A B	Estrato D	65.25	A	Estrato B	66.66	A
	Estrato A	60.51	A	Estrato C	69.54	A	Estrato B	65.34	B	Estrato B	62.05	A	Estrato A	65.82	A
	Estrato C	50.44	A	Estrato A	67.73	A	Estrato A	48.50	C	Estrato C	49.80	A	Estrato D	63.37	A
Papel bond blanco	Estrato D	2.14	A	Estrato D	1.53	A	Estrato A	2.50	A	Estrato C	3.87	A	Estrato D	1.59	A
	Estrato C	1.19	A	Estrato B	0.26	A	Estrato D	1.01	B	Estrato D	2.38	A B	Estrato B	1.34	A
	Estrato B	0.90	A	Estrato C	0.23	A	Estrato C	0.60	B	Estrato B	1.94	A B	Estrato A	0.70	A
	Estrato A	0.88	A	Estrato A	0.00	A	Estrato B	0.35	B	Estrato A	0.55	B	Estrato C	0.61	A
Papel de color	Estrato A	3.23	A	Estrato B	0.44	A	Estrato A	1.84	A	Estrato C	5.49	A	Estrato B	2.11	A
	Estrato D	1.50	A	Estrato D	0.00	A	Estrato D	0.55	B	Estrato A	0.86	A	Estrato D	0.45	A

	Estrato B	1.33	A	Estrato C	0.00	A	Estrato C	0.18	B	Estrato B	0.69	A	Estrato A	0.21	A
	Estrato C	0.98	A	Estrato A	0.00	A	Estrato B	0.14	B	Estrato D	0.61	A	Estrato C	0.19	A
Papel periódico	Estrato A	4.45	A	Estrato B	1.79	A	Estrato A	1.75	A	Estrato C	1.90	A	Estrato A	1.60	A
	Estrato B	1.57	A	Estrato C	0.32	A	Estrato B	0.29	B	Estrato B	1.28	A	Estrato B	1.19	A
	Estrato C	1.20	A	Estrato A	0.21	A	Estrato D	0.20	B	Estrato D	0.65	A	Estrato C	0.81	A
	Estrato D	0.98	A	Estrato D	0.00	A	Estrato C	0.13	B	Estrato A	0.15	A	Estrato D	0.65	A
Plástico fino	Estrato A	6.40	A	Estrato B	6.93	A	Estrato A	6.80	A	Estrato D	8.82	A	Estrato C	5.10	A
	Estrato C	6.18	A	Estrato A	6.81	A	Estrato B	5.14	A B	Estrato C	7.57	A	Estrato B	4.46	A
	Estrato D	5.74	A	Estrato D	6.14	A	Estrato C	4.61	A B	Estrato B	5.31	A	Estrato D	3.41	A B
	Estrato B	5.65	A	Estrato C	4.22	A	Estrato D	3.17	B	Estrato A	4.53	A	Estrato A	2.41	B
Plástico grueso	Estrato C	4.84	A	Estrato A	2.02	A	Estrato A	2.55	A	Estrato D	2.66	A	Estrato B	4.58	A
	Estrato D	2.57	A	Estrato B	1.27	A	Estrato B	1.39	B	Estrato B	2.20	A	Estrato C	3.98	A
	Estrato B	1.88	A	Estrato C	1.12	A	Estrato D	1.26	B	Estrato C	2.00	A	Estrato D	3.45	A
	Estrato A	1.84	A	Estrato D	0.65	A	Estrato C	1.10	B	Estrato A	1.93	A	Estrato A	3.01	A
Tetrapak	Estrato D	0.51	A	Estrato A	1.22	A	Estrato A	2.60	A	Estrato A	1.04	A	Estrato A	0.79	A
	Estrato A	0.31	A	Estrato C	0.49	A	Estrato B	1.03	B	Estrato B	0.25	A B	Estrato B	0.35	A
	Estrato B	0.26	A	Estrato B	0.40	A	Estrato C	0.93	B	Estrato C	0.24	A B	Estrato C	0.12	A
	Estrato C	0.26	A	Estrato D	0.11	A	Estrato D	0.89	B	Estrato D	0.16	B	Estrato D	0.00	A

Al igual que en la **Tabla 3** se observa que en la ciudad de Otavalo en todos los CPR existen diferencias significativas. En la mayoría de los CPR el Estrato A es el que tiene las medias más grandes a excepción del componente orgánico, donde el Estrato D posee la media más grande con 72.47%.

En el caso de la ciudad de Baños en tres CPR (Botellas-frascos de vidrio, Papel bond blanco y Tetrapak), existen diferencias significativas. Para las botellas-frascos de vidrio de esta ciudad, el Estrato B posee la media más grande con 3.70%; aquí existe diferencia significativa entre el Estrato B con los demás estratos. Para el componente papel bond de Baños, el estrato C tiene la media más grande con un valor de 3.87%; existe diferencia significativa entre los Estratos C y A. Para el Tetrapak, el Estrato A posee la media más grande con 1.04%; en el caso de este existe diferencia significativa con el Estrato D.

En el caso de la ciudad de Chambo, existe diferencia significativa en dos CPR (Cartón y Plástico fino). Para el cartón, el Estrato B posee la media más grande de 3.96% a comparación de los demás estratos; en este componente existe diferencia significativa entre los Estrato A y B. Para el plástico fino de esta ciudad, las medias más grandes les corresponden al Estrato C (5.10%) y Estrato B (4.46%); al tener las medias más grandes existe diferencia significativa con el Estrato A.

Análisis estadístico entre un mismo estrato y las cinco ciudades.

Análisis ANOVA

En la **Tabla 6** se obtuvo diferentes valores p para cada uno de los diez CPR. Cabe destacar que, si el valor p es menor al nivel de confianza (5%), la hipótesis nula (todas las medias son iguales) se rechaza y se acepta la hipótesis alterna (no todas las medias son iguales). En este apartado, se hace el análisis entre un mismo estrato y diferentes ciudades (escenario B).

Tabla 6.

Análisis de varianzas de medias entre cada estrato y cinco ciudades.

Componente	Valor p (%)			
	Estrato A	Estrato B	Estrato C	Estrato D
Botellas plásticas	41.60	71.70	17.50	10.70
Botellas - frascos de vidrio	34.10	14.20	51.20	50.40
Cartón	7.20	9.40	7.40	3.80
Orgánicos	2.50	52.00	0.40	2.90
Papel bond blanco	0.00	16.90	0.00	65.50
Papel de color	29.10	27.20	2.00	10.10
Papel periódico	2.80	62.30	5.90	0.80
Plástico fino	0.30	24.10	50.70	0.30
Plástico grueso	68.90	1.00	0.60	0.80
Tetrapak	0.50	2.60	5.70	0.10

En los componentes potencialmente reciclables botellas plásticas y botellas-frascos de vidrio, no existe diferencia significativa entre las cinco ciudades para cada uno de los estratos. En los ocho CPR restantes sucede lo contrario, sus valores p varían dependiendo del componente y del estrato. El Estrato B tiene diferencia significativa en dos CPR (esta cantidad cambia cuando se realiza la prueba Tukey), ya que solo presenta valores p menores a 5% en dos componentes: plástico grueso y Tetrapak. En cambio, el Estrato D muestra seis CPR con diferencia significativa entre las ciudades.

Prueba de Tukey

En la **Tabla 7** se presentan los resultados de la prueba tukey aplicada en cada estrato y las cinco ciudades en estudio. En esta tabla se ha subrayado con diferentes colores los estratos que presentan diferencias significativas en sus medias. En el caso del Estrato A, se le asignó el color durazno; para el Estrato B, plomo; para el Estrato C, amarillo; y para el Estrato D, verde.

Tabla 7.

Prueba de Tukey entre cada estrato y las cinco ciudades en estudio.

Componentes	Estrato A			Estrato B			Estrato C			Estrato D					
	Ciudad	Media%	Agrupación	Ciudad	Media%	Agrupación	Ciudad	Media%	Agrupación	Ciudad	Media%	Agrupación			
Botellas plásticas	Tena	5.04	A	Otavalo	2.42	A	Baños	4.29	A	Chambo	2.39	A			
	Otavalo	3.44	A	Tena	1.88	A	Riobamba	2.08	A	Riobamba	1.51	A			
	Riobamba	3.21	A	Riobamba	1.61	A	Otavalo	1.40	A	Otavalo	1.10	A			
	Baños	1.90	A	Baños	1.51	A	Chambo	1.24	A	Baños	0.63	A			
	Chambo	1.33	A	Chambo	1.41	A	Tena	1.09	A	Tena	0.57	A			
Botellas - frascos de vidrio	Tena	5.02	A	Riobamba	5.16	A	Chambo	3.87	A	Riobamba	0.99	A			
	Chambo	4.13	A	Baños	3.70	A	Riobamba	3.41	A	Chambo	0.50	A			
	Riobamba	2.69	A	Tena	2.19	A	Tena	1.95	A	Baños	0.33	A			
	Otavalo	2.65	A	Chambo	1.91	A	Otavalo	0.80	A	Otavalo	0.30	A			
	Baños	0.50	A	Otavalo	0.88	A	Baños	0.78	A	Tena	0.00	A			
Cartón	Otavalo	5.12	A	Chambo	3.96	A	Riobamba	4.94	A	Baños	3.00	A			
	Riobamba	2.92	A	Baños	2.62	A	B	Baños	3.26	A	Tena	2.54	A	B	
	Tena	2.08	A	Riobamba	2.31	A	B	Chambo	1.89	A	Riobamba	2.17	A	B	
	Chambo	1.97	A	Otavalo	2.24	A	B	Tena	1.79	A	Otavalo	1.58	A	B	
	Baños	1.82	A	Tena	1.04	B	Otavalo	1.77	A	Chambo	0.58	B			
Orgánicos	Baños	67.98	A	Tena	70.24	A	Otavalo	70.34	A	Tena	78.52	A			
	Tena	67.73	A	Riobamba	66.79	A	Tena	69.54	A	B	Otavalo	72.47	A	B	
	Chambo	65.82	A	B	Chambo	66.66	A	Chambo	69.32	A	B	Riobamba	66.70	A	B
	Riobamba	60.51	A	B	Otavalo	65.34	A	Riobamba	50.44	A	B	Baños	65.25	A	B
	Otavalo	48.50	B	Baños	62.05	A	Baños	49.80	B	Chambo	63.37	B			
Papel bond blanco	Otavalo	2.50	A	Baños	1.94	A	Baños	3.87	A	Baños	2.38	A			
	Riobamba	0.88	B	Chambo	1.34	A	Riobamba	1.19	B	Riobamba	2.14	A			
	Chambo	0.70	B	Riobamba	0.90	A	Chambo	0.61	B	Chambo	1.59	A			
	Baños	0.55	B	Otavalo	0.35	A	Otavalo	0.60	B	Tena	1.53	A			
	Tena	0.00	B	Tena	0.26	A	Tena	0.23	B	Otavalo	1.01	A			
Papel de color	Riobamba	3.23	A	Chambo	2.11	A	Baños	5.49	A	Riobamba	1.50	A			
	Otavalo	1.84	A	Riobamba	1.33	A	Riobamba	0.98	A	B	Baños	0.61	A		
	Baños	0.86	A	Baños	0.69	A	Chambo	0.19	B	Otavalo	0.55	A			

	Chambo	0.21	A		Tena	0.44	A	Otavalo	0.18	B	Chambo	0.45	A			
	Tena	0.00	A		Otavalo	0.14	A	Tena	0.00	B	Tena	0.00	A			
Papel periódico	Riobamba	4.45	A		Tena	1.79	A	Baños	1.90	A	Riobamba	0.98	A			
	Otavalo	1.75	A	B	Riobamba	1.57	A	Riobamba	1.20	A	Chambo	0.65	A	B		
	Chambo	1.60	A	B	Baños	1.28	A	Chambo	0.81	A	Baños	0.65	A	B		
	Tena	0.21	B		Chambo	1.19	A	Tena	0.32	A	Otavalo	0.20	A	B		
	Baños	0.15	B		Otavalo	0.29	A	Otavalo	0.13	A	Tena	0.00	B			
Plástico fino	Tena	6.81	A		Tena	6.93	A	Baños	7.57	A	Baños	8.82	A			
	Otavalo	6.80	A		Riobamba	5.65	A	Riobamba	6.18	A	Tena	6.14	A	B		
	Riobamba	6.40	A		Baños	5.31	A	Chambo	5.10	A	Riobamba	5.74	A	B		
	Baños	4.53	A	B	Otavalo	5.14	A	Otavalo	4.61	A	Chambo	3.41	B			
	Chambo	2.41	B		Chambo	4.46	A	Tena	4.22	A	Otavalo	3.17	B			
Plástico grueso	Chambo	3.01	A		Chambo	4.58	A	Riobamba	4.84	A	Chambo	3.45	A			
	Otavalo	2.55	A		Baños	2.20	A	B	Chambo	3.98	A	B	Baños	2.66	A	B
	Tena	2.02	A		Riobamba	1.88	A	B	Baños	2.00	A	B	Riobamba	2.57	A	B
	Baños	1.93	A		Otavalo	1.39	B		Tena	1.12	B		Otavalo	1.26	A	B
	Riobamba	1.84	A		Tena	1.27	B		Otavalo	1.10	B		Tena	0.65	B	
Tetrapak	Otavalo	2.60	A		Otavalo	1.03	A		Otavalo	0.93	A	Otavalo	0.89	A		
	Tena	1.22	A	B	Tena	0.40	A	B	Tena	0.49	A	Riobamba	0.51	A	B	
	Baños	1.04	A	B	Chambo	0.35	A	B	Riobamba	0.26	A	Baños	0.16	B		
	Chambo	0.79	B		Riobamba	0.26	B		Baños	0.24	A	Tena	0.11	B		
	Riobamba	0.31	B		Baños	0.25	B		Chambo	0.12	A	Chambo	0.00	B		

En la **Tabla 7** para el caso del Estrato A, se puede observar que existe diferencia significativa en cinco componentes potencialmente reciclables (Orgánicos, Papel bond blanco, Papel periódico, Plástico fino y Tetrapak). Para el componente orgánico, las medias que mayores porcentajes poseen les pertenecen a las ciudades de Baños (67.98%) y Tena (67.73%); al ser las ciudades con las medias más grandes existe diferencia significativa con Otavalo, ya que tiene la media más pequeña (48.50%). En el componente papel bond, la media que mayor porcentaje posee le pertenece a la ciudad de Otavalo (2.50%); al ser la ciudad con mayor media, existe diferencia significativa con las demás ciudades. Para el componente papel periódico, Riobamba es la ciudad que cuenta con la media más grande (4.45%); además, tiene diferencias significativas con Tena y Baños. En el componente plástico fino, tres ciudades cuentan con las medias más grandes (Tena, Otavalo y Riobamba), estas ciudades tienen diferencias significativas con Chambo, ya que posee la media más pequeña. En el componente Tetrapak, la ciudad que posee la media más grande es Otavalo (2.60%), al ser la ciudad con la media más grande en este componente, tiene diferencia significativa con Chambo y Riobamba.

En el caso del Estrato B, se observa que hay diferencia significativa en tres CPR (Cartón, Plástico grueso y Tetrapak). Según la **Tabla 6**, no existe diferencia significativa en el componente cartón, pero la prueba Tukey en la **Tabla 7** muestra lo contrario, ya que existe diferencia significativa entre Chambo (3.96%) y Tena (2.04%). Para el componente plástico grueso, al ser Chambo la ciudad con la media más grande (4.58%); existe diferencia significativa con Otavalo y Tena, ya que poseen las medias más pequeñas. Para el componente Tetrapak, la media más grande le pertenece a la ciudad de Otavalo (1.03%); debido a esto, existe diferencia significativa con las ciudades con menor media (Riobamba y Baños).

En el Estrato C, existe diferencia significativa en tres CPR (Orgánicos, Papel bond y Papel de color). En el componente orgánico, la media más grande le pertenece a la ciudad de Otavalo (70.34%); en este componente existe diferencia significativa con Baños de Agua Santa que tiene una media inferior a Otavalo. En el caso de papel bond, la ciudad que posee la media más grande es Baños de Agua Santa (3.87%); aquí existe diferencia significativa con las cuatro ciudades restantes. Para el componente papel de color, la media más grande le pertenece a la ciudad de Baños (5.49%); en este componente existe diferencia significativa con la ciudad de Riobamba que tiene la media más pequeña.

En caso del Estrato D, hay diferencia significativa en seis CPR (Cartón, Orgánicos, Papel periódico, Plástico fino, Plástico grueso y Tetrapak). Para el cartón la media más grande le corresponde a Baños (3%), ya que Baños posee este valor, existe diferencia significativa con Chambo, ciudad que tiene la media más pequeña (0.58%). Para el CPR orgánico la media más grande le pertenece a Tena (78.52%); en este componente existe diferencia significativa con Chambo que tiene la media más pequeña (63.37%). En el componente papel periódico la media más grande le corresponde a Riobamba (0.98%), en este componente existe diferencia significativa con Tena ya que posee la media con el porcentaje más bajo. En el caso del componente plástico fino, la media más grande le corresponde a Baños de Agua Santa (8.82%); en cambio las medias más pequeñas les corresponden a Chambo (3.41%) y

Otavalo (3.17%), lo que muestra que existe diferencia significativa entre estas dos ciudades con Riobamba. Para el componente plástico fino, la media más grande le corresponde a Chambo (3.45%); en cambio la media más baja le corresponde a Tena (0.65); esto demuestra que existe diferencia significativa entre estas dos ciudades. En el componente Tetrapak la media más grande le corresponde a Otavalo (0.89%); en cambio, las medias más bajas les corresponden a Baños de Agua Santa (0.16%), Tena (0.11%) y Chambo (0.0%); lo que demuestra que existe diferencia significativa entre estas tres ciudades con Otavalo.

4.2 DISCUSIÓN

A partir de los resultados encontrados, se confirma la necesidad de realizar análisis comparativos para conocer qué componentes pueden tener variaciones de acuerdo a la ciudad o estrato socioeconómico al que pertenezca el componente, esto a partir de los estudios de Arellano et al. (2014), Cárdenas Averos y Patiño Robles (2022), Rosales Ibarra (2015), Pérez Caicedo (2015), y González Bautista y Gavilanes Montoya (2014).

En el caso del componente orgánico, los porcentajes de producción superan a los valores que se producen a nivel nacional y por región, tal como lo mencionan Soliz Torres et al. (2020) e INEC (2022), solo en el Estrato C de Riobamba (50.44%), Estrato A de Tena (48.50%) y Estrato C de Baños (49.80%) no superan los porcentajes nacionales y regionales. En cuanto al porcentaje de plásticos producidos en las cinco ciudades, no superan el porcentaje promedio que menciona INEC (2022), ya que si se suman los tres CPR (botellas de plástico, plástico fino y plástico grueso), sus porcentajes promedio de cada ciudad son inferiores al 11%. De igual manera en el caso del componente cartón, sus valores no superan el promedio 5.1%.

Al realizar el análisis estadístico aplicando ANOVA y la prueba de Tukey entre una ciudad y sus cuatro estratos, (denominado escenario A), no es posible visibilizar la variación de los componentes entre estratos en todas las ciudades en estudio. Si solo se realiza este análisis (escenario A), sería inútil, ya que muestra que no haría falta realizar un análisis socioeconómico tan minucioso para cada ciudad tal como lo realiza Arellano et al. (2014), debido a que no se tendría diferencia significativa en todas las ciudades y sus estratos, lo cual no es verdad, ya que en el caso de la ciudad de Otavalo sí existe diferencia significativa en los diez CPR. Un punto para tomar en cuenta y que podría mostrar por qué no se observan en todas las ciudades las diferencias significativas es la temporalidad en que fueron levantados los datos en cada ciudad.

Por otra parte, el análisis estadístico comparativo aplicando ANOVA y la prueba Tukey en un estrato y las cinco ciudades (denominado escenario B), permitió visibilizar la variación de las medias en los diez CPR. Además, se pudo evidenciar que aplicar el análisis ANOVA para conocer si existe diferencia significativa no es suficiente, ya que en la **Tabla 6** se muestra que el valor p del componente cartón perteneciente al Estrato B (9.50%), es mayor al 5%, lo que significaría que no existe diferencia significativa entre las ciudades, pero la prueba Tukey en la **Tabla 7** muestra lo contrario, puesto que las ciudades de Chambo y Tena están agrupadas con letras distintas.

A partir del análisis en el escenario B, se puede comparar y definir qué componentes son más importantes (en cantidad), para direccionar hacia allá planes de manejo integral o clasificación en la fuente. A esto se debe añadir la rentabilidad que cada uno genera a cada GADM.

Un componente para tomar en cuenta para realizar un manejo integral es el orgánico debido a su alta producción; en este componente se puede evidenciar cómo el estrato socioeconómico influye en su producción, tal es el caso de los Estratos A y B donde las

medias que los encabezan son inferiores a la medias de los Estratos C y D que posee porcentajes mayores, esto podría deberse al poder adquisitivo que tienen los estratos A y B para comprar alimentos preparados, cosa que no sucede en los otros estratos, donde se tiende a preparar la comida en el hogar para ahorrar dinero e incluso se suele tener la crianza de animales.

En el caso de las botellas plásticas, botellas de vidrio, cartón, plástico fino y plástico grueso, sería rentable realizar la clasificación en la fuente debido al porcentaje de producción que tiene y al volumen que pueden llegar a ocupar dentro de un camión recolector o un contenedor.

En el caso de los papeles y Tetrapak debido a su almacenamiento (los papeles son propensos a contaminarse fácilmente) y al porcentaje de producción, sería mejor generar un plan de manejo integral para estos componentes.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación se compiló los datos de los componentes de residuos sólidos residenciales de los cantones Riobamba, Tena, Otavalo, Baños de agua Santa y Chambo, donde se obtuvo 2940 datos pertenecientes a 21 componentes. Posteriormente, los datos fueron consolidados de acuerdo con el Estrato socioeconómico y ciudad que correspondían, cabe destacar que, de los 2940 datos, solo se utilizaron 1400 debido a que estos datos les pertenecen a los 10 componentes potencialmente reciclables que pueden tener mercado. Todos estos datos fueron recuperados de las tesis de: Arellano et al., 2014; Cárdenas Averos y Patiño Robles, 2022; González Bautista y Gavilanes Montoya, 2014; Pérez Caicedo, 2015 y Rosales Ibarra, 2015.

Dentro de este estudio, se realizó el análisis de varianzas (ANOVA) donde se pudo entrever que, sí existen diferencias significativas entre los estratos socioeconómicos de cada ciudad, a excepción de Riobamba y Tena. Además, también existen diferencias significativas entre los componentes que pertenecen a cada estrato socioeconómico, excepto en los componentes botellas plásticas y botellas-frascos de vidrios.

Al mismo tiempo, se realizó la prueba Tukey para cada uno de los componentes. La prueba arrojó la misma cantidad de ciudades y componentes con diferencias significativas. En cambio, la prueba que se realizó para los estratos socioeconómicos mostró la misma cantidad de diferencias significativas en tres estratos, exceptuando al Estrato B.

Por otro lado, en este trabajo de investigación se comparó los componentes de residuos sólidos residenciales de cinco ciudades del Ecuador dando como resultado que los porcentajes de producción de los componentes de cada ciudad y en cada estrato socioeconómico son diferentes; lo que significa que van a ser diferentes sus políticas de recuperación o reciclaje. Además, vale destacar que la estratificación de las ciudades y la toma de muestra durante siete días permite ver de manera eficiente la producción de los componentes de la población y basado en esa información se pueden implementar planes de recolección, transporte y reciclaje de los componentes.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar la técnica de estratificación socioeconómica de las ciudades y la toma de muestras durante siete días para tener análisis minuciosos de la producción de los componentes.

Se recomienda realizar una actualización de la caracterización de componentes de residuos sólidos de las ciudades de: Riobamba, Chambo, Tena y Baños de Agua Santa. Esto debido a que es necesario conocer cómo ha ido evolucionando la producción de los componentes que va de la mano con el aumento de la población y la realidad socioeconómica de cada ciudad.

Desde un punto de vista económico, se recomienda a las ciudades pequeñas, como las que se estudian en este trabajo, a través de la Asociación de Municipalidades de Ecuador, realizar alianzas público-privadas para implementar planes donde las ciudades sean las encargadas de proveer y recibir beneficios económicos o sociales por entregar la materia prima que provenga de los componentes potencialmente reciclables.

BIBLIOGRAFÍA

- Arellano, A., González, J., y Gavilanes, A. (2014). *Características de los Residuos Sólidos de Riobamba*.
https://www.researchgate.net/publication/343267462_CHARACTERISTICAS_DE_LOS_RESIDUOS_SOLIDOS_DE_RIOBAMBA
- Berent, M. R., & Vedoya, D. E. (2005). *Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos un Ciudades Intermedias del NEA, Orígenes, Tipos y Composición de Residuos*.
<https://www.researchgate.net/publication/349305731>
- Caicedo Corozo, A. M. (2022). *Análisis de los consumos históricos de agua potable en el cantón Ibarra*. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9256>
- Cando, C., Salazar, D., y Muñoz, J. (2021). *Boletín técnico No 04-2020-GAD Municipales*.
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2020/Residuos_solidos_2020/Boletin_Tecnico_Residuos_2020.pdf
- Cárdenas Averos, R. J., & Patiño Robles, C. A. (2022). *Caracterización de residuos sólidos urbanos de la Ciudad de Otavalo* [Universidad Nacional de Chimborazo].
http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/9028/1/TESIS_CARDENAS%20Y%20PATIÑO%20C%20R%20J.pdf
- De La Torre, F. (2013). *Estudio de Impacto Ambiental del Relleno Sanitario del cantón Tena*. <https://maenapo.files.wordpress.com/2015/03/esia-gestion-de-residuos1.pdf>
- Espín Oleas, E. R. (2018). *Proyecto de factibilidad para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos generados en la ciudad de Riobamba* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8370/1/20T01021.pdf>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Baños. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Baños de Agua Santa*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Chambo. (2018). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Chambo*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Otavalo. (2020). *Actualización Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Otavalo*.
<https://drive.google.com/file/d/1bBiapXftUeHmKGwLfp2pGvHqZnTh7cKv/view>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Riobamba. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Riobamba*.
<https://www.gadmriobamba.gob.ec/index.php/ordenamiento-territorial/plan-pdyot-2020-2030>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Tena. (2020). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Tena-PUGS- 2020-2023*.

- González Bautista, J. C., y Gavilanes Montoya, A. V. (2014). *Análisis Situacional de los Residuos Urbanos y Propuesta Técnica de Optimización de Transporte y Rutas en la Ciudad de Chambo, Chimborazo*. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/785>
- INEC. (2022). *Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. Gestión de Residuos Sólidos 2021*. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2021/Residuo_solidos_2021/Presentaci%C3%B3n%20residuos%202021%20v07JA_CGTP%20\(Rv%20%20CGTPE\)%20\(Rev.%20Dicos\).pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2021/Residuo_solidos_2021/Presentaci%C3%B3n%20residuos%202021%20v07JA_CGTP%20(Rv%20%20CGTPE)%20(Rev.%20Dicos).pdf)
- Ministerio del Ambiente. (2015). *ACUERDO MINISTERIAL NRO. 028- SUSTITUYESE EL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA*. Registro oficial Nro. 270. <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/05/Libro-VI-Calidad-Ambiental.pdf>
- Pérez Caicedo, F. I. (2015). *Caracterización de los residuos sólidos de la ciudad de Baños y propuesta técnica de reciclaje de botellas, plásticos, cartón y papel* [Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/1382/1/UNACH-EC-IAMB-2016-0003.pdf>
- Rosales Ibarra, S. A. (2015). *Diseño de una propuesta técnica para las rutas de recolección de los desechos sólidos urbanos, en la ciudad de Tena, provincia Napo* [Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/820/1/UNACH-EC-IMB-2015-0006.pdf>
- Sáez, A., & Urdaneta, J. A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia Año, 20(3)*, 1315–8856.
- Sanchez, J. (2020, June 8). *Qué son los RESIDUOS SÓLIDOS y cómo se clasifican - Con VÍDEO*. <https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-residuos-solidos-y-como-se-clasifican-1537.html>
- Soliz Torres, M. F. ed., Durango Cordero, J. S., Solano Peláez, J. L., y Yépez Fuentes, M. A. (2020). *Cartografía de los residuos sólidos en Ecuador, 2020*. <http://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/7773>
- Tamayo, M., Orozco, J., & Monteiro, T. (2010). *Hacia una Vivienda Saludable. Manual Educativo Nacional* (J. Galindo, J. Muñoz, & R. León, Eds.; Segunda Edición). Organización Panamericana de la Salud. <http://www.paho.org/col>

ANEXOS

Tabla 8.

Datos compilados y consolidados de las cinco ciudades en estudio.

Ciudad	Estrato	Botellas de plástico (%)	Botellas y frascos de Vidrio (%)	Cartón (%)	Orgánicos (sobras de comidas, rastrojos de jardín, excrementos de animales, cáscaras) (%)	Papel bond blanco (%)	Papel de color (%)	Papel periódico (%)	Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelos) (%)	Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes) (%)	Tetrapak (%)
Riobamba	Estrato A	2.75	4.19	1.39	74.22	2.33	0.09	0.45	3.32	2.98	0.00
		0.47	4.98	1.02	69.19	0.18	0.00	4.65	4.35	2.72	0.00
		2.86	9.66	0.00	21.92	1.44	18.29	14.41	10.87	1.61	0.00
		1.03	0.00	1.76	70.49	0.14	2.22	0.00	5.43	1.23	0.69
		2.53	0.00	7.21	68.86	0.45	0.34	0.08	8.46	0.26	1.47
		6.21	0.00	0.20	67.55	0.81	0.27	8.53	6.14	0.71	0.00
		6.62	0.00	8.85	51.34	0.80	1.42	3.03	6.19	3.40	0.00
	Estrato B	1.69	2.17	5.95	70.45	0.53	0.12	0.70	5.33	1.43	0.00
		1.02	1.91	3.89	58.11	0.71	6.00	2.81	5.12	1.90	0.83
		0.62	9.18	0.49	68.35	2.14	0.45	4.80	4.51	0.52	0.00
		2.53	10.53	1.87	56.65	1.15	0.31	0.82	3.89	1.56	0.00
		0.39	6.88	0.97	65.58	0.39	0.37	0.42	8.39	2.60	0.00
		5.06	3.16	1.79	65.16	0.60	1.66	0.20	9.33	1.45	0.56
		0.00	2.31	1.20	83.21	0.80	0.43	1.23	2.99	3.69	0.40
	Estrato C	0.00	20.18	4.97	49.57	1.48	3.64	0.12	1.38	10.83	0.83
		0.94	0.00	1.20	66.47	2.27	0.00	1.07	5.73	3.30	0.00
		0.00	0.00	8.46	41.89	2.63	2.13	2.93	5.20	11.76	0.00
		0.00	0.00	14.01	52.37	0.60	0.04	1.32	6.20	2.32	0.00
		3.76	3.66	1.90	58.13	0.00	0.88	1.32	4.90	2.99	0.00
		8.77	0.00	2.84	55.35	0.65	0.10	1.37	12.62	0.36	0.00
		1.09	0.00	1.19	29.27	0.73	0.08	0.24	7.22	2.31	0.95
	Estrato D	1.06	0.08	2.75	52.64	1.69	0.29	0.88	5.81	2.54	0.18
		1.62	0.00	1.07	71.01	2.63	1.12	2.20	7.02	4.60	0.00
		4.28	0.00	3.37	57.88	6.62	4.68	0.61	5.25	2.14	0.33
		0.98	0.00	1.97	73.04	0.57	0.20	0.49	5.99	3.00	1.96
		0.00	0.00	3.28	70.51	1.57	0.00	0.81	6.58	0.63	0.66
		0.71	2.24	1.79	75.50	0.87	0.00	0.36	3.51	1.38	0.12
1.90		4.59	0.98	66.29	1.00	4.20	1.48	6.05	3.67	0.31	
Tena	Estrato A	22.55	0.00	2.45	49.83	0.00	0.00	0.00	9.62	7.17	0.00
		6.30	9.81	1.84	53.15	0.00	0.00	0.00	9.44	1.10	0.00
		0.00	11.63	0.65	74.30	0.00	0.00	0.00	6.35	0.24	0.00
		2.64	0.00	1.40	87.46	0.00	0.00	0.00	2.34	0.88	3.16
		2.06	10.32	4.01	70.38	0.00	0.00	0.00	6.71	1.33	2.17
	Estrato B	0.00	0.00	4.19	69.50	0.00	0.00	0.00	8.73	0.00	0.00
		1.73	3.39	0.00	69.51	0.00	0.00	1.49	4.49	3.39	3.21
		0.00	0.00	0.00	72.73	0.00	0.00	0.00	12.36	0.00	1.96
		0.00	2.68	0.42	75.46	0.00	3.09	1.03	9.07	2.24	0.00
		2.26	0.00	0.00	58.71	0.00	0.00	0.00	3.63	0.58	0.00
2.33	0.63	0.00	83.70	0.00	0.00	1.22	5.78	1.98	0.00		

		6.49	10.70	1.45	64.98	0.00	0.00	0.00	7.60	3.02	0.00
		0.80	0.00	2.89	60.20	1.80	0.00	8.64	3.40	0.00	0.00
		1.26	1.32	2.52	75.91	0.00	0.00	1.62	6.67	1.06	0.81
		2.87	9.00	2.24	59.41	0.00	0.00	0.00	5.15	1.43	0.00
		0.00	0.00	2.50	71.28	0.00	0.00	2.23	6.99	0.59	1.03
		1.10	0.00	1.91	62.67	0.00	0.00	0.00	2.39	0.00	0.00
		0.00	4.64	0.92	70.06	0.00	0.00	0.00	1.34	0.65	0.00
		2.05	0.00	2.61	65.40	1.60	0.00	0.00	3.97	1.47	2.41
		1.63	0.00	0.89	84.55	0.00	0.00	0.00	3.43	2.28	0.00
		0.00	0.00	1.46	73.41	0.00	0.00	0.00	6.29	1.40	0.00
		0.68	0.00	1.97	71.77	0.00	0.00	0.00	17.06	0.00	0.77
		1.08	0.00	2.74	78.45	0.00	0.00	0.00	4.18	1.65	0.00
		0.00	0.00	0.37	92.14	0.00	0.00	0.00	2.82	0.30	0.00
		0.93	0.00	0.31	64.21	2.37	0.00	0.00	5.74	0.00	0.00
		0.00	0.00	5.17	76.43	6.64	0.00	0.00	2.75	1.13	0.00
		0.59	0.00	6.66	76.86	0.00	0.00	0.00	7.26	0.37	0.00
		0.69	0.00	0.53	89.80	1.72	0.00	0.00	3.15	1.08	0.00
		3.69	2.51	7.11	47.91	1.38	0.70	1.79	11.87	2.00	2.74
		4.05	2.08	8.33	43.61	2.00	1.07	1.36	8.17	2.35	4.00
		3.32	1.93	4.55	51.14	1.69	1.47	2.82	7.18	2.68	2.70
		2.85	3.20	5.01	51.42	1.75	1.59	1.45	4.97	2.50	2.03
		3.08	3.43	3.78	54.90	2.46	2.03	1.07	5.23	2.56	2.23
		3.27	2.52	4.34	41.32	4.36	3.55	2.05	5.09	2.93	1.97
		3.79	2.90	2.70	49.21	3.87	2.43	1.71	5.05	2.82	2.51
		2.26	0.00	2.58	68.04	0.00	0.00	0.25	4.94	0.69	0.57
		2.94	0.63	3.72	66.56	0.22	0.00	0.00	5.59	0.35	0.41
		2.20	0.40	1.86	62.55	0.59	0.31	0.00	6.33	1.19	0.82
		1.97	1.00	1.31	66.71	0.54	0.21	0.25	4.14	1.89	1.60
		2.92	1.36	2.42	61.99	0.26	0.43	0.35	5.54	0.97	1.10
		2.15	2.06	2.41	66.41	0.00	0.00	0.80	4.87	2.06	1.77
		2.52	0.68	1.38	65.14	0.82	0.00	0.39	4.56	2.56	0.95
		1.43	1.54	2.42	63.95	0.46	0.00	0.31	8.16	1.25	1.12
		0.94	0.52	2.41	76.87	0.15	0.00	0.00	3.81	0.62	0.54
		1.56	1.03	1.75	65.09	0.85	0.49	0.00	4.99	1.54	1.28
		1.23	0.63	0.97	72.92	0.91	0.26	0.20	3.71	0.76	1.17
		1.05	0.53	2.11	67.38	0.72	0.00	0.38	4.01	1.05	0.91
		1.90	0.32	1.27	74.48	0.71	0.32	0.00	3.39	0.89	0.60
		1.69	1.04	1.46	71.67	0.36	0.19	0.00	4.20	1.58	0.87
		0.40	0.00	1.21	71.08	0.39	0.26	0.00	2.08	1.56	0.00
		1.04	0.43	1.86	66.06	0.77	1.06	0.58	3.09	1.72	0.96
		0.78	0.00	1.10	77.77	0.22	0.60	0.00	2.65	0.40	1.43
		1.00	0.00	1.90	75.62	0.60	0.00	0.00	3.53	1.39	0.78
		1.51	0.85	0.96	76.14	1.87	0.35	0.80	3.16	1.51	1.09
		1.37	0.00	2.18	67.33	0.88	0.63	0.00	4.27	1.97	1.17
		1.57	0.82	1.83	73.25	2.36	0.96	0.00	3.40	0.24	0.79
		2.36	0.00	0.00	73.61	0.19	0.31	0.00	2.98	0.87	0.00
		0.00	0.00	1.30	76.76	1.07	1.01	0.00	8.50	2.01	0.00
		2.97	0.00	1.39	59.05	0.74	0.27	0.54	3.65	0.81	2.09
		1.74	3.47	4.57	57.83	0.94	0.12	0.00	5.11	5.29	1.82
		0.90	0.00	4.10	75.98	0.00	3.76	0.00	4.83	2.88	1.27
		2.36	0.00	0.00	73.61	0.19	0.31	0.00	2.98	0.87	0.00

		2.97	0.00	1.39	59.05	0.74	0.27	0.54	3.65	0.81	2.09
		2.02	5.48	1.15	67.25	0.66	0.26	1.62	4.46	0.91	0.36
		1.73	0.00	3.14	69.49	7.44	3.03	2.41	4.12	0.71	0.00
		0.00	1.11	2.28	64.17	1.58	0.04	0.13	6.17	3.77	0.00
	Estrato B	1.45	8.89	4.28	51.12	0.99	0.84	2.01	5.13	2.64	1.02
		3.38	3.82	4.07	50.91	0.68	0.34	1.07	6.63	2.67	0.00
		2.02	5.48	1.15	67.25	0.66	0.26	1.62	4.46	0.91	0.36
		0.00	1.11	2.28	64.17	1.58	0.04	0.13	6.17	3.77	0.00
		9.95	0.00	2.02	60.96	3.45	0.21	0.43	3.64	0.70	0.00
		0.00	2.47	0.71	73.41	1.43	1.75	0.07	6.30	3.08	0.00
	Estrato C	0.48	0.00	4.87	45.51	4.91	16.10	3.26	4.99	2.02	0.83
		1.04	0.00	3.91	61.77	5.44	3.24	0.00	4.95	2.16	0.00
		9.95	0.00	2.02	60.96	3.45	0.21	0.43	3.64	0.70	0.00
		8.15	3.02	4.39	0.47	3.53	0.84	5.82	24.50	3.33	0.00
		0.48	0.00	4.87	45.51	4.91	16.10	3.26	4.99	2.02	0.83
		0.00	0.00	2.06	56.86	1.21	0.37	0.69	9.78	4.46	0.33
		0.00	0.00	4.99	68.19	3.79	1.80	1.48	13.17	3.78	0.44
	Estrato D	1.86	1.15	1.40	62.82	4.47	0.42	0.00	9.11	1.38	0.00
		0.00	0.00	5.51	75.79	0.43	0.60	1.70	5.97	0.85	0.00
		0.00	0.00	2.06	56.86	1.21	0.37	0.69	9.78	4.46	0.33
		0.66	0.00	3.57	73.44	1.09	0.27	0.00	4.84	2.32	0.00
		1.86	1.15	1.40	62.82	4.47	0.42	0.00	9.11	1.38	0.00
		0.00	0.00	1.88	65.41	1.35	0.31	0.00	4.14	4.98	0.00
		3.11	0.00	0.16	75.27	0.81	0.00	3.14	1.88	1.20	0.00
	Estrato A	0.00	14.29	0.65	56.07	0.93	0.00	3.16	2.01	2.84	1.15
		1.45	0.91	0.65	84.84	0.25	0.49	0.19	1.77	1.90	2.95
		1.03	13.15	2.63	56.30	0.11	0.27	0.00	2.17	1.82	0.00
		2.59	0.55	6.71	63.34	0.25	0.21	0.00	2.55	1.49	1.40
		1.13	0.00	1.13	59.52	1.17	0.22	4.73	2.34	6.85	0.00
		3.24	0.00	1.10	77.38	0.96	0.28	0.59	2.86	0.23	0.28
		0.00	9.90	2.55	65.93	0.73	1.35	0.39	4.56	3.90	0.00
	Estrato B	1.49	0.00	1.34	70.51	0.81	0.04	0.60	2.52	7.25	0.49
		0.00	0.00	5.66	74.32	0.68	4.46	0.15	3.50	3.93	0.43
		1.91	3.28	9.85	60.99	0.63	0.27	0.00	7.60	3.83	0.51
		1.61	0.20	5.04	42.91	5.29	7.96	5.74	5.57	10.38	0.00
		1.62	0.00	2.20	74.58	0.31	0.43	0.85	4.61	2.55	0.75
		0.30	9.25	1.30	68.24	0.17	0.00	0.76	5.12	3.81	0.00
	Estrato C	2.45	0.00	2.04	67.13	1.81	0.39	1.47	6.13	2.61	0.83
		0.88	5.07	3.95	70.52	0.47	0.11	1.06	3.78	3.20	0.00
		0.47	0.00	3.59	56.91	0.97	0.14	0.18	6.46	4.66	0.00
		1.50	0.00	0.59	78.98	0.24	0.18	0.89	5.36	4.68	0.00
		0.00	5.54	0.98	69.98	0.39	0.22	1.16	4.48	5.68	0.00
		3.07	7.20	0.76	73.45	0.25	0.29	0.13	4.39	3.19	0.00
		1.69	3.47	0.77	57.81	0.95	0.00	0.99	4.06	0.64	0.00
	Estrato D	0.00	0.00	0.88	59.62	0.76	0.82	0.00	3.53	4.07	0.00
		1.75	0.00	0.52	84.70	0.74	0.00	0.00	2.30	5.78	0.00
		2.02	0.00	0.43	61.22	5.00	1.01	1.20	3.94	2.21	0.00
		7.77	0.00	0.14	62.31	1.43	0.11	0.68	5.88	1.64	0.00
		0.79	0.00	0.90	75.73	0.64	0.07	1.06	2.77	2.51	0.00
		2.69	0.00	0.44	42.17	1.61	1.12	0.64	1.37	7.31	0.00