



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

“Caracterización de residuos sólidos urbanos del cantón Santiago de Quero, provincia de Tungurahua”

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil

Autor:

Medrano Allauca, Juan Carlos

Tutor:

Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga. MSc.

Riobamba, Ecuador. 2025

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **Juan Carlos Medrano Allauca**, con cedula de ciudadanía 060451699-7, autor del trabajo de investigación titulado: **“CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL CANTÓN SANTIAGO DE QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, certifico que la producción de ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi 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, 10 de diciembre de 2025.



Juan Carlos Medrano Allauca

C.I: 0604516997

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, **ALFONSO PATRICIO ARRELLANO BARRIGA** catedrático adscrito a la Facultad de INGENIERIA, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación “**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL CANTÓN SANTIAGO DE QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA**”, bajo la autoría de **JUAN CARLOS MEDRANO ALLAUCA**; por lo que se autoriza ejecutar los tramites legales para su sustentacion.

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

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Alfonso', is written over a horizontal line.

Ing. Mgs, Alfonso Patricio Arellano Barriga

TUTOR

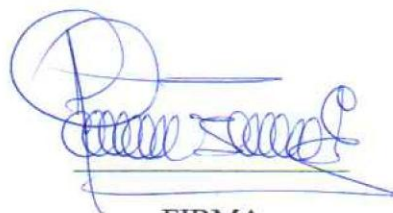
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos del cantón Santiago de Quero, provincia de Tungurahua**”, presentado por Juan Carlos Medrano Allauca, con cedula de identidad número 060451699-7, bajo la tutoría de **Ing. 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 nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 10 de diciembre de 2025.

Mgs. Marco Javier Palacios Carvajal

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



FIRMA

Mgs. Carlos Wladimir Izurieta Recalde

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



FIRMA

Mgs. Marco Marcel Paredes Herrera

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



FIRMA



CERTIFICACIÓN

Que, **MEDRANO ALLAUCA JUAN CARLOS** con CC: **060451699-7**, estudiante de la Carrera **INGENIERÍA CIVIL**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL CANTÓN SANTIAGO DE QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA**", cumple con el 9 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COMPILATIO**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 02 de diciembre de 2025

Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga MsC.
TUTOR

AGRADECIMIENTO

Alcanzar esta meta constituye una travesía definida por retos, aprendizajes y experiencias profundas que conservaré en mi memoria. Por eso deseo manifestar mi más profunda gratitud a cada persona cuyo invaluable apoyo fue indispensable para materializar este anhelo.

En primer lugar, expreso mi gratitud más profunda a Dios, por el regalo de la vida, por otorgarme fortaleza en la adversidad, por guiar mis pasos y nunca desampararme. Su presencia y fe han sido el pilar fundamental que dio sentido a cada esfuerzo.

A mi familia, que ha sido la base inquebrantable de mi perseverancia. A mi madre, gracias por su amor incondicional, por enseñarme con su ejemplo el valor de la humildad, la constancia y la superación, y por confiar en mí incluso en los momentos más difíciles. A mis hermanos, por su respaldo constante, por estar siempre a mi lado brindándome apoyo emocional incondicional, y por celebrar conmigo cada avance. Sin ustedes, rendirme habría sido más fácil; fue su aliento lo que me impulsó a llegar hasta aquí.

Extiendo mi gratitud a los docentes de la Universidad Nacional de Chimborazo, quienes, con dedicación, vocación y compromiso, no solo compartieron sus conocimientos, sino que dejaron una huella en mi formación profesional.

Un agradecimiento muy especial al Ing. Alfonso Arellano, por su orientación constante, su paciencia, sus valiosos consejos y el conocimiento que generosamente compartió durante la elaboración de este trabajo. Su guía y acompañamiento fueron determinantes para culminar con éxito este proceso.

Finalmente, a mis compañeros y a cada una de las personas que compartieron conmigo esta etapa, gracias por su compañía y por brindarme su apoyo en los momentos difíciles. Les expreso mi más sentido agradecimiento y les deseo los mayores éxitos en sus caminos.

A cada uno de ustedes, gracias por creer en mí, por acompañarme y por ser parte fundamental de este logro.

DEDICATORIA

Este logro está dedicado a quienes hicieron posible su realización. A mi madre, Martha Cecilia Allauca, pilar fundamental de mi vida, por su amor incondicional, su infinita paciencia y sus sacrificios silenciosos que allanaron el camino de mi educación. Su apoyo constante y sus palabras de aliento han sido mi fortaleza en los momentos más difíciles. A mis hermanos, Fabián Vicente y María Cecilia, por su apoyo constante, sus palabras de aliento, por caminar a mi lado y creer en mí incluso en los momentos en que yo mismo dudaba.

Este trabajo es, en esencia, un reflejo del acompañamiento que todos me brindaron.

Gracias por ser parte esencial de esta etapa.

Esta conquista es tanto suya como mía.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Antecedentes.....	14
1.2. Planteamiento del Problema	18
1.3. Justificación	19
1.4. Objetivos.....	20
1.4.1.Objetivo General	20
1.4.2.Objetivos Específicos.....	20
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Conceptos Generales.....	21
2.1.1. Residuos Sólidos Urbanos.....	21
2.1.2. Caracterización de los Residuos Sólidos Urbanos.	21
2.1.3. Producción Per Cápita de RSU.	21
2.1.4. Composición y Densidad de los RSU.	22
2.1.5. Densidad Poblacional.....	22
2.1.6. Gestión de Residuos Solidos	22
2.2. Estado del Arte.....	23
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	25
3.1. Métodos y técnicas de recolección de datos.	26
3.1.1. Método de caracterización urbanística y socioeconómica.	26
3.2. Técnicas de muestreo y caracterización de los residuos sólidos.....	26
3.3. Población de estudio y tamaño de muestra.	27
3.3.1. Población de estudio.....	27
3.3.2. Tamaño de muestra	27
3.4. Procesamiento y Análisis de Datos.....	28
3.4.1. Procesamiento y análisis de datos para caracterización Urbanística y	

Socioeconómica.	28
3.5. Procesamiento y Análisis de datos para determinar los componentes de Residuos Sólidos.....	30
3.5.1. Procedimiento.....	30
3.5.2. Análisis de datos.....	31
3.6. Procesamiento y Análisis de datos para determinar Densidad Suelta.	31
3.6.1. Procedimiento.....	31
3.6.2. Análisis de datos.....	31
3.6.3. Densidad Suelta.....	31
3.6.4. Densidad Suelta Ponderada.....	32
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	33
4.1. Caracterización Urbanística del Cantón Santiago de Quero.....	33
4.2.Caracterización Socioeconómica del Cantón Santiago de Quero.....	36
4.3. Producción Per Cápita de RSU del Cantón Santiago de Quero.....	37
4.3.1. Análisis Varianza ANOVA-Prueba Tukey para la producción Per Cápita...	45
4.4.Composición Física de RSU del Cantón Santiago de Quero.....	47
4.5. Densidad Suelta de RSU del Cantón Santiago de Quero.....	56
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	60
5.1. Conclusiones.	60
5.2. Recomendaciones.	61
ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formas en que los Hogares de Quero arrojan los Desechos Solidos.....	16
Tabla 2. Síntesis de resultados de caracterización en diferentes ciudades del Ecuador	24
Tabla 3. Puntuación para la Clasificación de Estratos Socioeconómicos.....	28
Tabla 4. Estratificación Socioeconómica.....	33
Tabla 5. Encuestas por Estrato Socioeconómico	36
Tabla 6. Peso Diario y Producción Per Cápita RSU del Estrato B	38
Tabla 7. Peso Diario y Producción Per Cápita RSU del Estrato C	41
Tabla 8. Prueba Tukey de la PPC de los estratos B y C del Cantón Santiago de Quero	46
Tabla 9. Composición física de los RSU del Estrato B cantón Quero.....	48
Tabla 10. Composición física de los RSU del Estrato C cantón Quero.....	49
Tabla 11. Porcentaje de los Componentes de RSU cantón Quero	51
Tabla 12. Densidad Suelta por días y promedio	56
Tabla 13. Comparación de la Densidad Ponderada entre Quero y Cevallos	57

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación geográfica del cantón Santiago de Quero	14
Figura 2.	Esquema Metodológico de la Investigación	25
Figura 3.	Identificación de Estratos en la Planimetría del cantón Santiago de Quero	34
Figura 4.	Comparación de la Caracterización Urbanística de Santiago de Quero	35
Figura 5.	Promedio de Habitantes por Estrato Económico	37
Figura 6.	PPC promedio de las Viviendas de Santiago de Quero	42
Figura 7.	PPC promedio de las Viviendas sin Atípicos	43
Figura 8.	PPC promedio de los Estratos del cantón Quero	44
Figura 9.	PPC promedio de los Estratos sin Atípicos	45
Figura 11.	Porcentaje de Componentes Orgánicos en Muestra	52
Figura 12.	Promedio de Residuos Reciclables en Muestra	53
Figura 13.	Promedio de Reciclables a Futuro en Muestra.....	54
Figura 14.	Promedio de Residuos Desechables en Muestra.....	55
Figura 15.	Densidad Suelta Promedio y Ponderada	57

RESUMEN

El presente estudio caracterizó los residuos sólidos residenciales urbanos del cantón Santiago de Quero, provincia de Tungurahua, mediante una metodología cuantitativa que incluyó el muestreo en 55 viviendas durante ocho días consecutivos. Los resultados identificaron una estructura socioeconómica bipolar, con predominio del estrato B (72,86%) y C (27,14%), y una población urbana de 3269 habitantes. La producción per cápita (PPC) ponderada fue de 0,372 kg/hab/día, mostrando una variación semanal significativa con un pico dominical de 0,397 kg/hab/día y el valor mínimo los miércoles de 0,326 kg/hab/día, sin que se presenten diferencias estadísticamente significativas entre estratos. La composición física estuvo dominada por residuos orgánicos (80,6%), mientras los reciclables representaron solo el 11,5%. La densidad ponderada fue de 215,78 kg/m³, con una diferencia notable entre el estrato B (236,27 kg/m³) y C (160,78 kg/m³). Estos hallazgos evidencian la necesidad de implementar sistemas de gestión diferenciados, con énfasis en la valorización de materia orgánica, la optimización de rutas de recolección según la densidad y la variabilidad semanal, y el fortalecimiento de la educación ambiental. La investigación constituye una base técnica fundamental para la planificación de un sistema de gestión de residuos eficiente y adaptado a la realidad local, pudiendo servir como un modelo que sea replicable en cantones con características socioeconómicas similares a Santiago de Quero.

Palabras clave: Gestión de residuos, Caracterización, Quero, Producción per cápita, Composición física

ABSTRACT

This study characterized urban residential solid waste in Santiago de Quero canton, Tungurahua province, using a quantitative methodology that included sampling in 55 homes over eight consecutive days. The results identified a bipolar socioeconomic structure, with a predominance of stratum B (72,86%) and C (27,14%), and an urban population of 3269 inhabitants. The weighted per capita production (PPC) was 0,372 kg/inhabitant/day, showing a significant weekly variation, with a peak on Sundays (0,397 kg/inhabitant/day) and a minimum on Wednesdays (0,326 kg/inhabitant/day), with no statistically significant differences between strata. The physical composition was dominated by organic waste (80,6%), while recyclables accounted for only 11,5%. The weighted density was 215,78 kg/m³, with a notable difference between stratum B (236,27 kg/m³) and C (160,78 kg/m³). These findings highlight the need to implement differentiated management systems, with an emphasis on the recovery of organic matter, optimizing collection routes based on density and weekly variability, and strengthening environmental education. The research provides a fundamental technical basis for planning an efficient waste management system adapted to local conditions and can serve as a replicable model in cantons with similar socioeconomic characteristics.

Keywords: waste management, characterization, Quero, Per capita Production, Physical composition.



Reviewed by:
Mgs. Kerly Cabezas
ENGLISH PROFESSOR
I.D. 0604042382

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El cantón Santiago de Quero se encuentra ubicado en la provincia de Tungurahua, localizado en la región central de Ecuador, en la hoya del río Patate ($1^{\circ} 22' 45.48''$ S, $78^{\circ} 36' 25.2''$ W.), aproximadamente a 25 kilómetros al sur de la ciudad de Ambato.

Delimitación:

- **Norte:** Limita con los cantones Cevallos.
- **Sur:** Limita con el cantón Guano, pertenecientes a la provincia de Chimborazo.
- **Este:** Limita con el cantón Pelileo.
- **Oeste:** Limita con el cantón Mocha.

Su extensión territorial es de 179 Km², de los cuales 123 hectáreas son urbanas, 45 Km² corresponden a la Parroquia Yanayacu y 35 Km² a Rumipamba.



Figura 1. Ubicación geográfica del cantón Santiago de Quero

Fuente: GADMQ. (2025)

Según los datos del último Censo realizado [2] se estableció que en el cantón Quero, la población era de aproximadamente 19084 habitantes, distribuida en 3269 habitantes del sector urbano y los restantes 15815 en el sector rural. La economía se basa principalmente en la actividad agrícola, no obstante existe independencia económica

entre la población de la ciudad y del campo, manteniendo su relación comercial en la cabecera cantonal como con los demás centros urbanos de Tungurahua y Chimborazo [1]. En lo que respecta al acceso de los habitantes a los servicios básicos se considera que existen grandes déficits en cuanto al acceso a los servicios de alcantarillado, recolección de basura, redes de agua y electricidad [3].

El cantón Santiago de Quero, ubicado en la provincia de Tungurahua, enfrenta un creciente desafío en la gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU). El aumento constante en la generación de desechos acorde al crecimiento de su densidad poblacional, combinado con la falta de infraestructuras adecuadas y la limitada conciencia ambiental de sus habitantes, ha provocado una serie de problemas ambientales y sociales. Según varios informes Quero es el peor cantón de la provincia de Tungurahua en cuanto a la recolección de desechos pues cuenta con un alcance del 31,9% [4], situación que pone en evidencia la necesidad de una intervención.

Se evidencian prácticas como la acumulación de basura en espacios públicos, la proliferación de botaderos a cielo abierto y la quema de residuos son factores que provocan contaminación en el aire, los suelos y los cuerpos de agua de la zona, además de poner en riesgo la biodiversidad y la salud pública de la población. Esta problemática no es reciente ya que en ocasiones previas la situación ha sido denunciada por los pobladores y diversos medios [4]. En el cantón, de parte de las autoridades seccionales manifiestan que las actuales administraciones han heredado la falta de un relleno sanitario pues la celda que se tenía ya colapsó debido a la gran acumulación de desechos.

El Departamento de Desarrollo Social del Municipio de Quero manifiesta que el área de cobertura en la recolección de residuos es únicamente el casco central del cantón y escuelas. A pesar de existir un estudio que contempla la construcción de un relleno sanitario en Chilcahuaico, mismo que ha enfrentado dos grandes inconvenientes como son la oposición de los pobladores del sector así como no contar con el presupuesto suficiente para su ejecución. En virtud de lo manifestado de parte del GADMQ, las autoridades han recurrido a establecer convenios con cantones vecinos para el arrojo de los desechos, siendo el cantón Guano de la provincia de Chimborazo donde se arrojan los desechos desde el año 2019 [5].

En la actualidad no se cuenta con datos de la situación inherente a los contenedores disponibles en el cantón. Resulta evidente que la cantidad de contenedores disponibles es insuficiente para cubrir la creciente acumulación de basura en muchos sectores. La planificación de las rutas de recolección de residuos sólidos en el cantón se limita

actualmente al área central, una situación evidente en sectores aledaños.

Un claro ejemplo de esta problemática es la acumulación de desechos en la plaza Juan Alarcón después de los días de feria, lo que refleja la insuficiente cobertura del servicio y afecta directamente a la población. De acuerdo con los datos más recientes del Censo de Población y Vivienda, realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos [1], las formas en que los hogares del cantón disponen de sus residuos sólidos se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 1.

Formas en que los Hogares de Quero arrojan los Desechos Solidos

Hogar	Carro recolector	Contenedor municipal	Terreno baldío	La que ma	La entierra	Arroja al río, acequia o quebrada	Otra
Total	742	1179	131	3633	230	25	91
Urbano	604	343	2	29	6	1	2
Rural	138	836	129	3604	224	24	89

Fuente: Medrano J. (2025)

En el informe realizado por INEC [6] se detalla que el cantón cuenta con un total de 6031 hogares censados, en el desglose, existen en el área urbana 987 hogares, y los restantes 5044 se ubican en el sector rural del cantón. En los datos recolectados se apreció que existía un total de 4110 hogares que arrojan sus desechos sólidos sin que estos reciban tratamiento o sean transportados al botadero, estas cifras son alarmantes pues aumenta de manera significativa los índices de contaminación.

La gestión de residuos sólidos se incluye dentro de las políticas nacionales de Ecuador, que promueven prácticas sostenibles y la separación en la fuente. En el país, en 2022, el 34,5% de los GADM han iniciado o implementado procesos de separación de residuos en la fuente [6]. Sin embargo, no se dispone de información pública específica sobre el número de colectores o la implementación de la separación en la fuente en Santiago de Quero. A nivel del Ecuador, en 2022, se recolectaron en promedio 14394 toneladas diarias de residuos sólidos, de las cuales el 16,6% se recolectaron de manera diferenciada y a su vez se estima que cada persona genera en promedio 0,9 kilogramos de residuos sólidos al día, de los cuales un 54,9% corresponde a materiales orgánicos y un 45,1% a inorgánicos [7].

Este estudio busca caracterizar los residuos sólidos residenciales urbanos del cantón Santiago de Quero mediante la identificación de características urbanísticas y socioeconómicas de las viviendas existentes en el casco urbano. La cuantificación de residuos producidos por cada habitante, su composición y densidad, además de la

comparación con otros cantones aledaños. Los resultados obtenidos en la investigación pueden proveer las bases para diseñar e implementar estrategias de gestión sostenible, a su vez fomentar la participación ciudadana y crear una cultura ambiental, sirviendo como modelo replicable para localidades con características similares.

El objetivo del presente proyecto de investigación es analizar y describir los residuos sólidos generados en el sector residencial del cantón Quero, que cuenta con una población menor a 150,000 habitantes. Durante un periodo de 8 días consecutivos, se recolectarán los residuos de una muestra representativa del cantón, y se calculará la producción per cápita (PPC) mediante la relación entre la cantidad de residuos recolectados y el número de habitantes. El estudio se basará en la aplicación de la "Técnica de muestreo y caracterización de residuos sólidos para poblaciones menores a 150,000 habitantes" y el "Método de caracterización urbanística y caracterización socioeconómica" [8].

De este modo, se pretende brindar a las entidades gubernamentales competentes la posibilidad de optimizar la planificación de las etapas clave de la gestión de residuos: almacenamiento, recolección, transporte y disposición final. Se busca fomentar la implementación de proyectos en el aprovechamiento de residuos con el fin de brindar apoyo a grupos vulnerables y maximizar la utilización de los recursos disponibles. No se tiene conocimiento sobre la condición socioeconómica de la población de Quero al no existir estudios previos, lo cual es un dato relevante para su estratificación, dado que cada nivel económico genera distintos tipos de residuos sólidos urbanos (RSU). Hasta el momento, se ha promovido únicamente la separación de los residuos sólidos en categorías de orgánicos e inorgánicos, sin tener en cuenta una clasificación más amplia que permita aprovechar los residuos como plásticos, cartones, vidrio, entre otros.

La adecuada gestión de residuos sólidos producidos por los habitantes es esencial para la conservación del ambiente y la salud pública. El Ministerio del Ambiente ha publicado una serie de instructivos para implementar la separación en la fuente, promoviendo la reducción, reutilización y reciclaje de residuos sólidos. Muchos ciudadanos participan de forma activa en la separación de residuos en sus hogares, además de mantenerse informados sobre las políticas locales en lo referente a la gestión de residuos para contribuir a un entorno más limpio, saludable y sostenible dentro del cantón Quero.

1.2.Planteamiento del Problema

De parte del Gobierno Municipal Autónomo Descentralizado de Quero (GADMQ) no se han realizado análisis recientes de los desechos sólidos. La última ordenanza municipal que se encargaba de la Gestión de Residuos data del año 2020 según el registro oficial [9]. No obstante, la Organización Panamericana de la Salud (OPS), aconseja promover un diálogo sobre cómo avanzar hacia mejores prácticas en la gestión de residuos, promoviendo soluciones que no solo mitiguen los impactos negativos, sino que puedan transformar los residuos en recursos valiosos y reutilizables en el contexto de materiales. En tiempos reciente se adopta un enfoque de economía circular, es decir los desechos pueden ser reciclados, reutilizados o convertidos en recursos, contribuyendo a una sociedad más sostenible [10].

Organizaciones especializadas sugieren actualizar la Producción Per Cápit (PPC) de desechos sólidos urbanos máximo cada cinco años, y de ser posible de forma anual para el desarrollo de políticas contextualizadas, considerando las distintas condiciones socioeconómicas de la población. La Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME) sugiere realizar el análisis de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) cada dos años. Considerando que el último estudio realizado data del año 2022 en el que se realiza un análisis a nivel del país, no se ha considerado un análisis profundo del cantón considerando la información que lo evidencia como uno de los peores cantones del territorio en cuanto a la Gestión de Residuos Sólidos.

La ausencia de un sistema eficiente de recolección, clasificación y disposición final de residuos producidos por sus habitantes ha derivado en la acumulación de desechos en espacios públicos, la proliferación de botaderos a cielo abierto y el aumento en la quema de desechos, prácticas que tienen consecuencias negativas, derivando en afectaciones para la salud de la población y a su vez para el medio ambiente; este tipo de acciones genera problemas como lo son la contaminación de suelos, cuerpos de agua y mayor polución en el aire, además de impactos progresivos que pueden ir degenerando paulatinamente la biodiversidad local. Según un estudio reciente sobre la gestión de residuos sólidos en el cantón Quero [11], realizado en 2023, se reportó una densidad promedio de 140,8 kg/m³, con predominio de residuos orgánicos, plásticos y cartones. La investigación identificó que el sistema de gestión de residuos actual es ineficiente en varios aspectos, no cubre la totalidad de los residuos generados, derivándose en la acumulación de desechos en espacios públicos, con las consiguientes consecuencias en los niveles de contaminación ambiental y generando un riesgo hacia la proliferación de

enfermedades entre la población. En el estudio no se incluyen datos específicos como la producción per cápita (PPC), la composición física detallada, tampoco el número de días de muestreo o la muestra poblacional, lo que evidencia la necesidad de investigaciones complementarias como la presente.

Tomando de enfoque los preceptos expuestos surge la problemática ¿Cómo puede la caracterización de los residuos generados por la población de Quero servir como base para diseñar un sistema de manejo adaptado a las necesidades reales del cantón?

1.3.Justificación

La problemática de los residuos sólidos en el cantón Quero exige acciones inmediatas debido a sus repercusiones en la salud, el ambiente y la calidad de vida de sus habitantes, dado que la acumulación de residuos en espacios públicos y la falta de un sistema de manejo eficiente genera contaminación en suelos, agua y aire, agravando problemas como la proliferación de bacterias y microorganismos que pueden generar la propagación de diversas enfermedades entre los habitantes del cantón.

Debido a lo expuesto surge la necesidad de realizar un estudio de caracterización de los residuos sólidos urbanos que permitirá obtener información detallada y actualizada sobre las cantidades y composición de los desechos generados por los habitantes. Estudios previos, como el realizado por Cajo Solano [11], han demostrado que en cantones vecinos se puede apreciar la predominancia de residuos orgánicos, plásticos y cartones entre los principales desechos que presentan acumulación en espacios públicos, lo que refuerza la necesidad de implementar sistemas que fomenten la separación en la fuente, el reciclaje y la valorización de materiales; por consiguiente la recolección de esta información es fundamental para diseñar e implementar estrategias de manejo adaptadas a las necesidades específicas del cantón.. Adicionalmente, se podrán identificar oportunidades económicas vinculadas al aprovechamiento de los materiales reciclables, promoviendo un modelo de economía circular.

A través de este estudio se busca generar información clave para mitigar impactos ambientales, salubres y sociales derivados de la disposición inadecuada de los residuos, para lo cual se considera prioritario promover un manejo integral de residuos sólidos urbanos, por medio del involucramiento comunitario y la educación ambiental, los mismos que serán componentes clave del proyecto. Los resultados de esta investigación también podrán ser replicados en otros cantones con características similares, contribuyendo a una gestión integral de residuos sólidos urbanos en toda la región que contribuya hacia mejorar la calidad de vida de los ecuatorianos.

1.4.Objetivos

1.4.1.Objetivo General

- Realizar la caracterización de los residuos sólidos residenciales urbanos del cantón Quero, provincia de Tungurahua.

1.4.2.Objetivos Específicos

- Identificar las características urbanísticas y socioeconómicas de la zona urbana correspondiente al cantón Quero, provincia de Tungurahua, para agruparlos por estratos.
- Cuantificar la producción per cápita de los residuos sólidos residenciales urbanos del cantón Quero.
- Determinar la composición física y densidad de los residuos sólidos residenciales urbanos del cantón Quero, provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1. Conceptos Generales

A continuación se abordan los conceptos fundamentales que se abordaran a lo largo de la investigación, considerando el marco referencial obtenido a través de una investigación bibliográfica que delimitara las actividades y aspectos a ser considerados.

2.1.1. Residuos Sólidos Urbanos

Los residuos sólidos urbanos (RSU) son los desechos que se ocasionan a causa de las actividades domésticas, comerciales e industriales producidos por los habitantes dentro de las áreas urbanas, los residuos más comunes que se pueden mencionar son papel, cartón, plástico, metales, vidrio y residuos orgánicos. Su correcta gestión es esencial para proteger la salud pública de los ciudadanos, preservar el medio ambiente, fomentar la sostenibilidad urbana y en los últimos años como un factor de promoción de la economía circular, el manejo inadecuado de los desechos puede causar múltiples efectos de contaminación sobre suelo, agua y aire, además de contribuir de manera significativa al cambio climático mediante la emisión de gases de efecto invernadero [10].

2.1.2. Caracterización de los Residuos Sólidos Urbanos.

La caracterización de residuos sólidos urbanos (RSU) es un proceso técnico y sistemático de análisis que permite determinar la composición física, la generación per cápita y las variaciones temporales de los desechos producidos en un área específica. Este diagnóstico cuantitativo y cualitativo es fundamental, ya que revela las particularidades de la generación de residuos según el estrato socioeconómico, los hábitos de consumo y las actividades productivas de la población [12]. La información obtenida es la base científica para diseñar, optimizar y planificar sistemas eficientes y sostenibles de manejo integral de RSU, desde la recolección y el transporte hasta el tratamiento, reciclaje y disposición final, minimizando así los impactos ambientales y en la salud pública [13].

2.1.3. Producción Per Cápita de RSU.

La Producción Per Cápita (PPC) de residuos sólidos urbanos es un indicador clave que expresa la cantidad promedio de residuos generados por cada habitante en un día, medido en kilogramos por habitante por día (kg/hab/día). Su cálculo se obtiene mediante la caracterización y el pesaje de muestras representativas de residuos, considerando factores como el nivel socioeconómico, los hábitos de consumo y la estacionalidad. Este valor es fundamental para diagnosticar la generación de residuos, permitiendo dimensionar los servicios de recolección, diseñar sistemas de tratamiento y planificar

estrategias efectivas de gestión integral y reducción [12].

2.1.4. Composición y Densidad de los RSU.

La cantidad, composición y densidad de los RSU se encuentra implícitamente ligados a factores como los hábitos de consumo, el crecimiento poblacional y urbanístico, y las actividades económicas desarrolladas por los habitantes. La falta de recursos para adquirir equipos especializados, como básculas puente, además de una inadecuada implementación de contenedores en zonas urbanas obliga a los municipios a realizar estimaciones basadas en datos generales o de otras ciudades, lo que genera información imprecisa y dificulta la implementación de estrategias de gestión eficientes que van en el deterioro paulatino y continuo de las condiciones de salubridad que se experimentan en las urbes [14].

2.1.5. Densidad Poblacional.

En la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU), la densidad poblacional se constituye en un factor crítico para una adecuada planificación municipal. Las zonas donde la población se congrega, principalmente el centro urbano presenta una gran generación de desechos sólidos, esto aumenta la presión sobre los servicios públicos de recolección y disposición final de los residuos urbanos. Este problema demanda sistemas de gestión que sean eficientes y con una logística compleja para prevenir riesgos ambientales y para la salud de los habitantes[15].

2.1.6. Gestión de Residuos Solidos

En numerosos países de América Latina y el Caribe, la gestión de residuos sólidos urbanos es fundamental para la planificación municipal, ya que proporciona información crucial para organizar la recolección, gestión y eliminación de desechos. Para diseñar rutas de recolección eficaces y rellenos sanitarios con la capacidad y vida útil adecuadas, se necesita analizar factores clave como la población, la composición física de los residuos, la generación de basura por persona y la densidad poblacional[16]. Las estimaciones del Banco Internacional de Desarrollo prevén que para el año 2025 la producción per cápita de residuos sólidos urbanos (RSU) aumentará alrededor de 1.45 kg por persona al día, llegando a alcanzar los 220 millones de toneladas.

En el caso de Ecuador, el promedio ponderado de la total nacional es de 0,777 kg/hab/día. La producción per cápita total se compone en un 73,87% por la generación en los domicilios (0,574 Kg/hab/día) y un 26,13% de la generación asociada (0,203 Kg/hab/día) [17]. Según dicho estudio el cantón Quero se encuentra contemplado en

micro debido a su densidad poblacional estimando una PPC de 0,501 Kg/hab/día.

2.2. Estado del Arte

La gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) en Ecuador representa un desafío multidimensional, particularmente en cantones intermedios como Santiago de Quero, donde los sistemas de gestión enfrentan limitaciones técnicas, operativas y financieras. A nivel nacional, los estudios del INEC [6] revelan que la composición de RSU presenta predominio de materia orgánica (55-58%), seguida de componentes inorgánicos (42-45%), situación que se replica en la mayoría de los cantones ecuatorianos.

Para Santiago de Quero, la falta de datos recientes sobre la generación y composición de sus residuos sólidos urbanos (RSU) representa un obstáculo fundamental para una planificación municipal eficiente. Ante esta carencia, la metodología de Arellano et al. [8] surge como una herramienta vital para identificar la situación actual. Este protocolo, estandarizado y validado en poblaciones de Ecuador, permite caracterizar los residuos para calcular la producción per cápita, identificar composición física, analizar sus variaciones estacionales y estimar sus posibilidades de reciclaje. Esta información es la base técnica indispensable para dimensionar correctamente los servicios de recolección, transporte y tratamiento dentro de diversos cantones.

Al llevar esta metodología a Santiago de Quero, no solo se resuelve un problema local, también se aborda una realidad que enfrenta la mayoría de los municipios en el país. Según el Ministerio de Ambiente [18], la mayoría del 85% de los gobiernos locales carece de estudios técnicos actualizados sobre los residuos sólidos producidos por sus habitantes. Es comprensible, que solo una pequeña fracción (4,6%) logre implementar programas de reciclaje con éxito; es difícil resolver un problema sin primero entenderlo a fondo ni contar con los indicadores adecuados para la correcta planificación.

Realizar este estudio de caracterización es el primer paso para empoderar a la comunidad en el camino hacia la economía circular. Al conocer con exactitud qué y cuánto se puede compostar o reciclar, las autoridades dejan de actuar a ciegas o imitando modelos implementados en otras localidades. Este conocimiento permite crear sistemas de separación en los hogares que sí funcionen, y diseñar campañas de educación ambiental que hablen directamente de los residuos que los ciudadanos generan, haciendo a cada vecino partícipe de la solución, además de promover un criterio de economía circular con el aprovechamiento de la materia.

La información técnica generada resulta esencial para el diseño adecuado de centros de transferencia o aprovechamiento acordes con la escala cantonal. Cabe destacar

que la implementación de sistemas de gestión basados en caracterización técnica representa, según el Banco Mundial [19], una oportunidad estratégica para municipios intermedios que podrían reducir hasta en 40% los costos de disposición final mediante la valorización de residuos y el desarrollo de cadenas locales de aprovechamiento.

A continuación, se presenta una síntesis de los resultados más relevantes de caracterizaciones de RSU realizadas en diferentes cantones del Ecuador, utilizando la misma metodología.

Tabla 2.
Síntesis de resultados de caracterización en diferentes ciudades del Ecuador

Ciudad (Cantón), Provincia	Estratificación Socioeconómica	PPC (kg/hab/día)	Composición Física (%)	Densidad Suelta (kg/m³)	Fuente
Riobamba, Chimborazo	A: 2.13% B: 67.66% C: 27.92% D: 2.29%	A: 0.64 B: 0.70 C: 0.52 D: 0.76	Orgánicos: 65.14 Inorgánicos : 34.86	233.25	(Arellano et al., 2014)
Chambo, Chimborazo	A: 0.75% B: 62.69% C: 35.07% D: 1.49%	A: 0.57 B: 0.31 C: 0.34 D: 0.32	Orgánicos: 67.54 Inorgánicos : 32.46	155.82	(González & Gavilanes, 2014)
Baños, Tungurahua	A: 0.48% B: 30.34% C: 50.73% D: 14.49%	A: 0.52 B: 0.55 C: 0.49 D: 0.45	Orgánicos: 62.86 Inorgánicos : 37.14	201.62	(Pérez & Lara, 2015)
Tena, Napo	A: 0.27% B: 26.61% C: 68.28% D: 4.84%	A: 0.59 B: 0.63 C: 0.55 D: 0.51	Orgánicos: 69.75 Inorgánicos : 30.25	190.72	(Rosales S., 2015)
Guamote, Chimborazo	A: 2.44% B: 27.64% C: 41.46% D: 28.46%	A: 0.52 B: 0.48 C: 0.46 D: 0.50	Orgánicos: 63.52 Inorgánicos : 22.07	205.49	(Villa & Arellano, 2023)
Puerto Ayora, Galápagos	A: 0.00% B: 18.83% C: 50.22% D: 30.94%	A: 0.00 B: 0.59 C: 0.61 D: 0.57	Orgánicos: 57.90 Inorgánicos : 27.97	200.60	(Altamiran o & Arellano, 2024)
Cevallos, Tungurahua	A: 4.17% B: 9.72% C: 72.22% D: 13.89%	PPC Ponderada: 0.62 A: 0.69 B: 0.66 C: 0.59 D: 0.53	Orgánicos: 61.65 Inorgánicos : 38.35	Ponderada: 210.86 A: 132.73 B: 136.26 C: 206.13 D: 311.32	(Mejía, 2024)

Adaptado de:(Cárdenas & Patiño, 2022).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.

El análisis se realiza a través de una investigación descriptiva, centrada en describir de forma comprensiva la situación socioeconómica y urbanística de los habitantes del cantón Santiago de Quero. Para lograr este meta, se ha decidido utilizar un diseño cuasiexperimental, que es adecuado para la dimensión poblacional del cantón (que no excede los 150 mil habitantes), y que se complementa con una perspectiva metodológica analítica y cuantitativa que permite el análisis detallado de los residuos sólidos urbanos (RSU).

Siguiendo las pautas metodológicas de Arellano et al. [8], la recolección de datos se realiza a través de trabajo de campo especializado, utilizando métodos de muestreo estadístico y análisis directo de los RSU. Este método sistemático hace posible calcular con exactitud la Producción Per Cápita (PPC) ajustada, así como también describir su composición física.

La Figura 2 presenta de manera esquemática la secuencia metodológica que orienta el desarrollo de la investigación, asegurando la obtención de información confiable y representativa que servirá como base para la planificación de un sistema integral de gestión de residuos en Santiago de Quero.

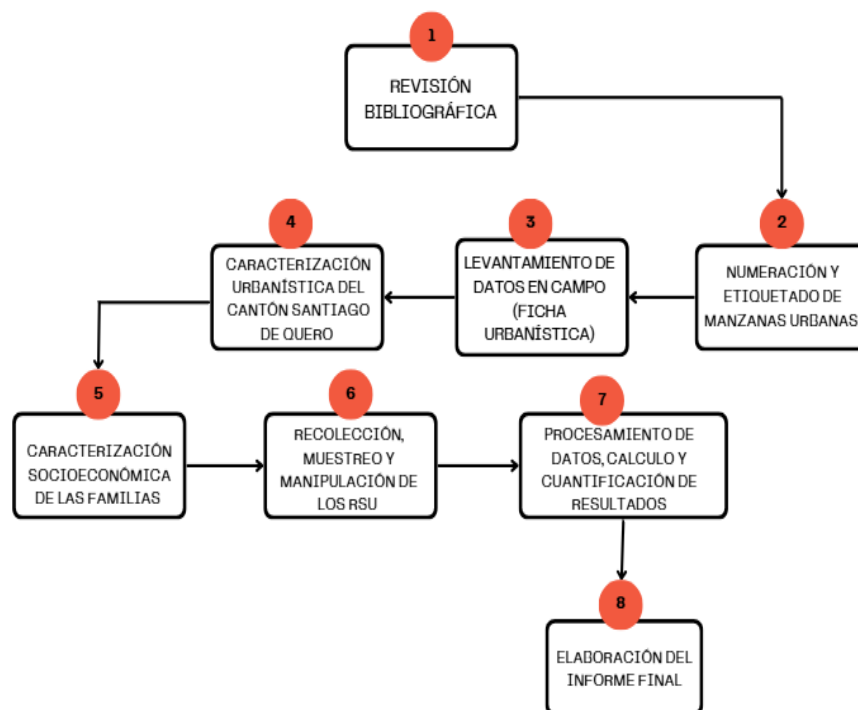


Figura 2. Esquema Metodológico de la Investigación

Fuente: Medrano J. (2025)

3.1. Métodos y técnicas de recolección de datos.

A continuación se mencionan los diversos métodos y técnicas que se emplearon en el transcurso de la investigación para la adquisición de los datos relevantes para el estudio en el cantón Santiago de Quero, provincia de Tungurahua.

3.1.1. Método de caracterización urbanística y socioeconómica.

3.1.1.1. Caracterización urbanística

Se emplea el método propuesto por Arellano et al. [8], para el proceso de analizar de forma detallada una manzana urbana, en dicho método se la considera como la unidad fundamental de estudio. Este método supone reunir datos exactos sobre elementos importantes como la calidad de las fachadas, el uso del suelo, la condición de los caminos y la disponibilidad de servicios básicos en el inmueble. Estos detalles son documentados por medio de la "Ficha de Caracterización Urbana" (Anexo 1).

3.1.1.2. Caracterización Socioeconómica

Para el estudio de las condiciones socioeconómicas y los patrones de consumo de la población, se utilizó la "Encuesta Socioeconómica" (Anexo 2), una herramienta metodológica de recolección de datos fundamentada en las pautas definidas por Arellano et al. [8]. Este instrumento se enfoca en la vivienda como unidad fundamental de análisis al considerar el estado de la fachada, pintura y condiciones físicas de la misma, lo que posibilita la recolección de datos normalizados acerca de las circunstancias socioeconómicas de los hogares.

La información obtenida es crucial para correlacionar los niveles socioeconómicos con los patrones de generación y composición de residuos sólidos urbanos (RSU) y estratificar la población, lo que brinda una base de datos indispensable para caracterizar completamente los RSU en el cantón Santiago de Quero.

3.2. Técnicas de muestreo y caracterización de los residuos sólidos.

Para la evaluación de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en el cantón Santiago de Quero, se aplicó la metodología estandarizada propuesta por Arellano et al. [8]. Este procedimiento integral inició con la enumeración de manzanas urbanas para establecer un marco muestral representativo, seguido de la aplicación de encuestas destinadas a recopilar información detallada del entorno y encuestas socioeconómicas que permitieron la codificación de viviendas por estratos, asegurando así la representatividad de la muestra. Posteriormente, se procedió al acondicionamiento de los residuos sólidos para garantizar su homogeneidad antes de la selección muestral. Las muestras fueron recolectadas y transportadas al laboratorio de campo para su análisis, donde se realizó el

pesaje por estratos socioeconómicos para constituir una base de datos robusta.

El proceso continuó con la homogenización de las muestras de cada estrato para asegurar la consistencia analítica, el cuarteo para obtener una representación fiel de la composición de los residuos, y culminó con la clasificación detallada de componentes, facilitando el análisis preciso de la composición física de los RSU en el cantón.

3.3. Población de estudio y tamaño de muestra.

3.3.1. Población de estudio.

La investigación se centra en la población residente del área urbana del cantón Santiago de Quero, la cual conforma la unidad de análisis central del estudio. Este ámbito urbano alberga una población aproximada de 3269 habitantes, distribuida en un tejido de 79 manzanas. Resulta particularmente significativo que 70 de estas manzanas tengan un uso exclusivamente residencial, lo que refleja una marcada vocación habitacional en la configuración espacial del cantón.

Esta característica urbana es fundamental para la investigación, ya que permite orientar el análisis hacia los patrones de generación de residuos sólidos urbanos originados específicamente en los hogares, reduciendo así la influencia de otras actividades comerciales o industriales. La clara delimitación de esta población y su estructura urbana proporciona, por lo tanto, la base necesaria para implementar un muestreo representativo y asegurar la validez externa de los hallazgos del estudio.

3.3.2. Tamaño de muestra

Para garantizar la representatividad y confiabilidad de los resultados, la determinación del tamaño muestral se realizó mediante la aplicación de la Ecuación 1, propuesta por Arellano et al. (2014). Este modelo matemático establece una relación entre el tamaño de la población y el número mínimo de muestras requeridas para estudios de caracterización de residuos sólidos en localidades con menos de 150,000 habitantes. La ecuación se define de la siguiente manera:

$$Y = -5 \times 10^{-9}X^2 + 17 \times 10^{-4}X + 36.056 \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

Y: Numero de muestras

X: Población urbana de la zona en estudio

Realizando el cálculo con los valores correspondientes al cantón Santiago de Quero se obtiene:

$$Y = -5 \times 10^{-9}(3269)^2 + 17 \times 10^{-4}(3269) + 36.056$$

$$Y_{\text{minimo}} = 42 \text{ muestras}$$

Se determina que el tamaño de la muestra para la realización del estudio corresponde a 42

muestras. Considerando posibles deserciones o falta de colaboración de los habitantes de la zona de estudio, se incrementa un 30% obteniendo:

$$Y_{\text{minimo}} + 30\% = 55 \text{ muestras}$$

La muestra final del estudio quedo conformada por 55 viviendas, considerando las densidades de los diferentes estratos socioeconómicos identificados mediante la caracterización urbanística aplicada en el casco urbano del cantón.

Se aplicaron las Ec.2 y Ec.3 para calcular el porcentaje de manzanas que representa cada estrato socioeconómico, siendo i el estrato socioeconómico y $\%Mz_i$ el porcentaje de manzanas del estrato i respecto al total.

$$\text{Número de muestras}_i = \%Mz_i \times (Y_{\text{minimo}} + 30\%) \quad \text{Ec.2}$$

$$\%Mz_i = \frac{\text{Número de muestras}_i}{\text{Número de manzanas residenciales}} \quad \text{Ec.3}$$

3.4. Procesamiento y Análisis de Datos.

3.4.1. Procesamiento y análisis de datos para caracterización Urbanística y Socioeconómica.

La información de campo recolectada dentro del cantón a través de la encuesta de caracterización urbanística fue organizada y procesada en tablas utilizando el programa Microsoft Excel.

3.4.1.1. Criterios de Caracterización.

Para la caracterización de los diversos estratos socioeconómicos que se han identificado en el cantón Santiago de Quero se emplea la información recabada a través del Anexo 2, considerando la siguiente tabla como puntuación determinante:

Tabla 3.
Puntuación para la Clasificación de Estratos Socioeconómicos

Puntuación	Ingresos
>75	Alto (A)
74-50	Mayores que el promedio (B)
49-25	Menores que el promedio (C)
<24	Bajos (D)

Adaptado de: Arellano et al. (2014)

El procedimiento de estratificación socioeconómica implementado constituye una metodología cuantitativa de clasificación, diseñada para categorizar a los hogares en estratos discretos con base en un índice numérico derivado de variables socioeconómicas clave. Este método opera bajo un marco de dos fases secuenciales: la operacionalización de variables y la clasificación mediante baremo.

En la fase inicial, se determina un conjunto de indicadores a

partir de un instrumento de recolección de datos (encuesta socioeconómica). Para este estudio, las dimensiones críticas se capturan mediante las preguntas 4, 5, 12, 13 y 14 del formulario, las cuales, de acuerdo con el diseño metodológico, presentan una influencia directa en la condición socioeconómica del hogar, siendo el nivel de ingresos el criterio determinante. Se asignan valores numéricos a cada variable, y al sumarlos se obtiene un puntaje total para cada casa. Luego, se compara este resultado con una escala estandarizada (Tabla 3), que establece los límites para la estratificación socioeconómica.

La importancia analítica de este método se basa en su habilidad para convertir una población heterogénea en subgrupos que sean homogéneos por dentro. Esta clasificación es esencial para el diagnóstico territorial, puesto que posibilita la caracterización exacta de las disparidades socioeconómicas, la identificación de grupos prioritarios para la puesta en marcha de políticas públicas concretas y la mejora de la distribución de recursos en el cantón Santiago de Quero.

3.4.1.2. Procesamiento y análisis de datos para PPC de residuos sólidos urbanos. Producción Per Cápita

Se entregó fundas de basura estandarizadas según los lineamientos establecidos en la metodología de Arellano et al. [8], en la cual se demarco el estrato correspondiente, posterior a la recolección diaria de las mismas se procedió con la etapa de pesaje de todos y cada una de las fundas que contenían los residuos sólidos producidos por cada hogar y se registraron los datos en Microsoft Excel. Posteriormente se calculó la producción per cápita (kg/hab/día) aplicando la Ecuación 4.

$$PPC_{(vivienda)} = \frac{\text{Promedio de pesos de RS (kg)}}{\text{Número de personas}} \quad \text{Ec. 4}$$

Promedio Ponderado

Para calcular el promedio ponderado de la producción per cápita según la distribución socioeconómica, se utilizó la Ecuación 5.

$$PPC_{(ponderado)} = \frac{\%A}{100} \times PPC_{(A)} + \frac{\%B}{100} \times PPC_{(B)} + \frac{\%C}{100} \times PPC_{(C)} + \frac{\%D}{100} \times PPC_{(D)} \quad \text{Ec.5}$$

Donde:

PPC (ponderado): Producción per cápita final con unidades en kg/hab/día.

PPCi: Producción per cápita promedio de los días muestreados correspondiente al estrato i.

i: Estratos socioeconómicos (A, B, C, D).

%A, %B, %C y %D: Es la relación entre el número de manzanas del estrato i, respecto

al total de manzanas expresado en porcentaje.

Se utilizó el software MINITAB para crear un diagrama de caja y bigotes que permitiera observar la distribución de los datos, después de haber calculado la producción per cápita de cada hogar. Esta representación gráfica, que se complementó con los datos de las encuestas socioeconómicas, ayudó a detectar valores atípicos que más tarde fueron excluidos del análisis. Se llevó a cabo un análisis estadístico por medio de las pruebas de Tukey y ANOVA en la etapa final para determinar comparaciones entre los promedios de residuos producidos en cada uno de los estratos socioeconómicos. Los resultados totales se pueden consultar en el Anexo 3.

3.5. Procesamiento y Análisis de datos para determinar los componentes de Residuos Sólidos.

3.5.1. Procedimiento

El procedimiento de caracterización se ejecutó siguiendo protocolos estandarizados para garantizar la integridad de los datos. Inicialmente, se realizó la recolección diferenciada de muestras de las viviendas previamente seleccionadas, las cuales fueron clasificadas según su estrato socioeconómico correspondiente. Posteriormente, se procedió a la homogenización y cuarteo de las muestras para asegurar su representatividad, seleccionando un cuadrante de peso específico conforme a los parámetros establecidos.

Cada muestra fue pesada y documentada de acuerdo con protocolos estandarizados, después se colocó en envases normalizados para que su manejo fuera controlado. Los componentes se identificaron y separaron según sus propiedades físicas y composición material, utilizando un proceso manual para la clasificación. Se pesaron todos los elementos de manera individual y se guardaron en bolsas de polietileno debidamente marcadas, asegurando así que el proceso de análisis fuera completamente rastreable.

Este protocolo se repitió de manera sistemática durante cada uno de los ocho días establecidos para el muestreo, manteniendo condiciones consistentes en todas las etapas del proceso para garantizar la comparabilidad de los datos y la validez de los resultados obtenidos en el estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos, mostrándose los resultados obtenidos en el Anexo 4.

3.5.2. Análisis de datos

Se registro los datos en Excel después de realizar el pesaje de cada componente, considerando el margen de error máximo del 2% respecto al peso inicial de la muestra. El error se calculó mediante la Ecuación 6.

$$Error_{(\%)} = \left| \frac{Peso\ inicial\ (kg) \times Peso\ final\ (kg)}{Peso\ inicial\ (kg)} \right| \times 100 \quad \text{Ec. 6}$$

Donde:

Peso inicial: Peso de los RS antes de clasificarlos por componentes (kg).

Peso final: Peso de los RS clasificados manualmente de cada uno de los componentes (kg).

3.6. Procesamiento y Análisis de datos para determinar Densidad Suelta.

3.6.1. Procedimiento

Para la determinación de la densidad aparente de los residuos sólidos urbanos, se implementó un protocolo estandarizado de medición. Inicialmente, se recopilaron muestras representativas de viviendas de los diferentes estratos socioeconómicos identificados, clasificando los residuos según su procedencia socioeconómica. Para garantizar su representatividad, se realizó la homogenización y cuarteo de las muestras en los siguientes pasos. Antes de llenarlos, se tomó el peso de cada uno de los recipientes vacíos como medida de referencia. Los contenedores se llenaron mediante una caída libre desde una altura controlada de 10-20 centímetros, con el propósito de evitar cualquier compactación artificial que pudiera modificar las características físicas naturales de los desechos. Después de que se llenó el recipiente, se anotó el peso de este con la muestra.

La fórmula se utilizó para determinar el peso neto de los residuos a través de la diferencia gravimétrica: Peso de los residuos = Peso del recipiente lleno menos el peso del recipiente vacío. Este protocolo estandarizado posibilitó el cálculo exacto de la densidad aparente de los residuos en condiciones no compactadas, un parámetro esencial para determinar las dimensiones.

3.6.2. Análisis de datos

La determinación de la densidad aparente de los residuos sólidos se realizó mediante el procedimiento establecido en la Ecuación 7. Este cálculo requiere la obtención de la masa neta de los residuos sólidos, la cual se divide entre el volumen interno del recipiente utilizado para la medición. La fórmula aplicada se expresa de la siguiente manera:

3.6.3. Densidad Suelta

$$\rho \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{\text{Peso solamente de RS (kg)}}{\text{Volumen del balde (m}^3\text{)}} \quad \text{Ec. 7}$$

Este parámetro físico es fundamental para el diseño de sistemas de almacenamiento, transporte y disposición final de residuos sólidos, ya que permite estimar los volúmenes requeridos para su manejo adecuado en función de las características particulares de los residuos generados en el cantón Santiago de Quero.

3.6.4. Densidad Suelta Ponderada

Para obtener un valor representativo de la densidad aparente que reflejara la distribución socioeconómica del cantón Santiago de Quero, se aplicó la Ecuación 8 de promedio ponderado. Esta ecuación considera la proporción de cada estrato socioeconómico en la población y su respectiva densidad aparente:

$$\rho_{ponderado} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{\%A}{100} \times \rho_{(A)} + \frac{\%B}{100} \times \rho_{(B)} + \frac{\%C}{100} \times \rho_{(C)} + \frac{\%D}{100} \times \rho_{(D)} \quad \text{Ec. 8}$$

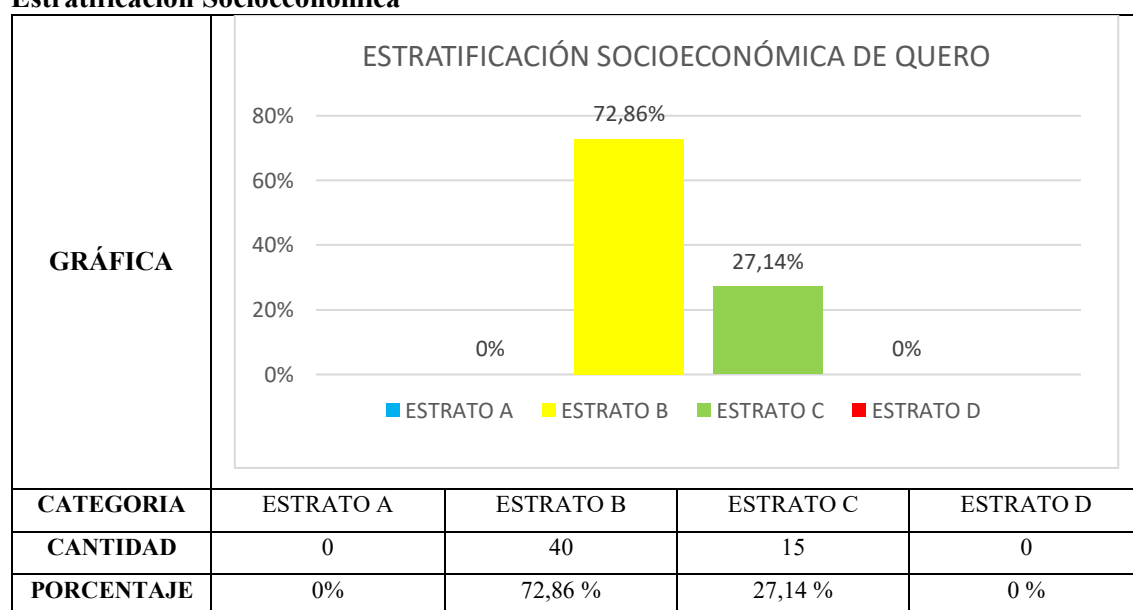
Una vez obtenidos los valores de densidad aparente para todos los estratos, se procedió al análisis estadístico utilizando el software MINITAB. Inicialmente, se aplicó la técnica de diagramas de caja y bigotes para identificar posibles valores atípicos en los datos, los cuales fueron excluidos del análisis posterior para garantizar la robustez de los resultados. Posteriormente, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de un factor complementado con la prueba post-hoc de Tukey, con un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$). Este análisis permitió examinar las diferencias significativas entre las medias de las densidades aparentes de los cuatro estratos socioeconómicos, estableciendo así la existencia de variaciones estadísticamente significativas en la densidad de los residuos según el nivel socioeconómico de origen. Los resultados detallados de este análisis se presentan en el Anexo 5 del documento.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Caracterización Urbanística del Cantón Santiago de Quero.

El estudio del sector urbano descubrió 79 manzanas donde hay una variedad de usos del suelo, que incluyen: áreas verdes, terrenos vacíos, comercio, uso mixto, zonas residenciales, mercados, instituciones educativas y de salud, espacios religiosos y equipamiento administrativo. De acuerdo con lo que se documenta en el Anexo 6, de este total, 70 manzanas (88.6%) tienen un uso únicamente residencial. Mediante la implementación de la metodología sugerida por Arellano et al. [8], estas zonas residenciales se agruparon en cuatro estratos socioeconómicos (A, B, C y D). Esto posibilitó un análisis segmentado de las condiciones socioeconómicas de los habitantes.

Tabla 4.
Estratificación Socioeconómica



Fuente: Medrano J. (2025)

En el cantón Santiago de Quero, ubicado en la provincia de Tungurahua, posterior a la estratificación socioeconómica basándose en la metodología de Arellano et al. [8], se han logrado identificar dos estratos predominantes en el casco urbano, en la Tabla 4 se puede apreciar que el estrato B es el de mayor predominancia al presentarse un 72,86% de viviendas, mientras que el estrato C constituye el restante 27,14% de los hogares.

En las áreas centrales del cantón, especialmente en los barrios con mayor desarrollo de servicios y comercio, se concentra el estrato B, que representa cerca del 75% de la población urbana. Su presencia es más evidente en los sectores cercanos al Parque Central y al Mercado Juan Alarcón. Esta distribución a nivel espacial muestra que es de clase media en términos socioeconómicos, lo cual se caracteriza por una capacidad

adquisitiva intermedia y un acceso más amplio a infraestructuras urbanas de calidad superior.

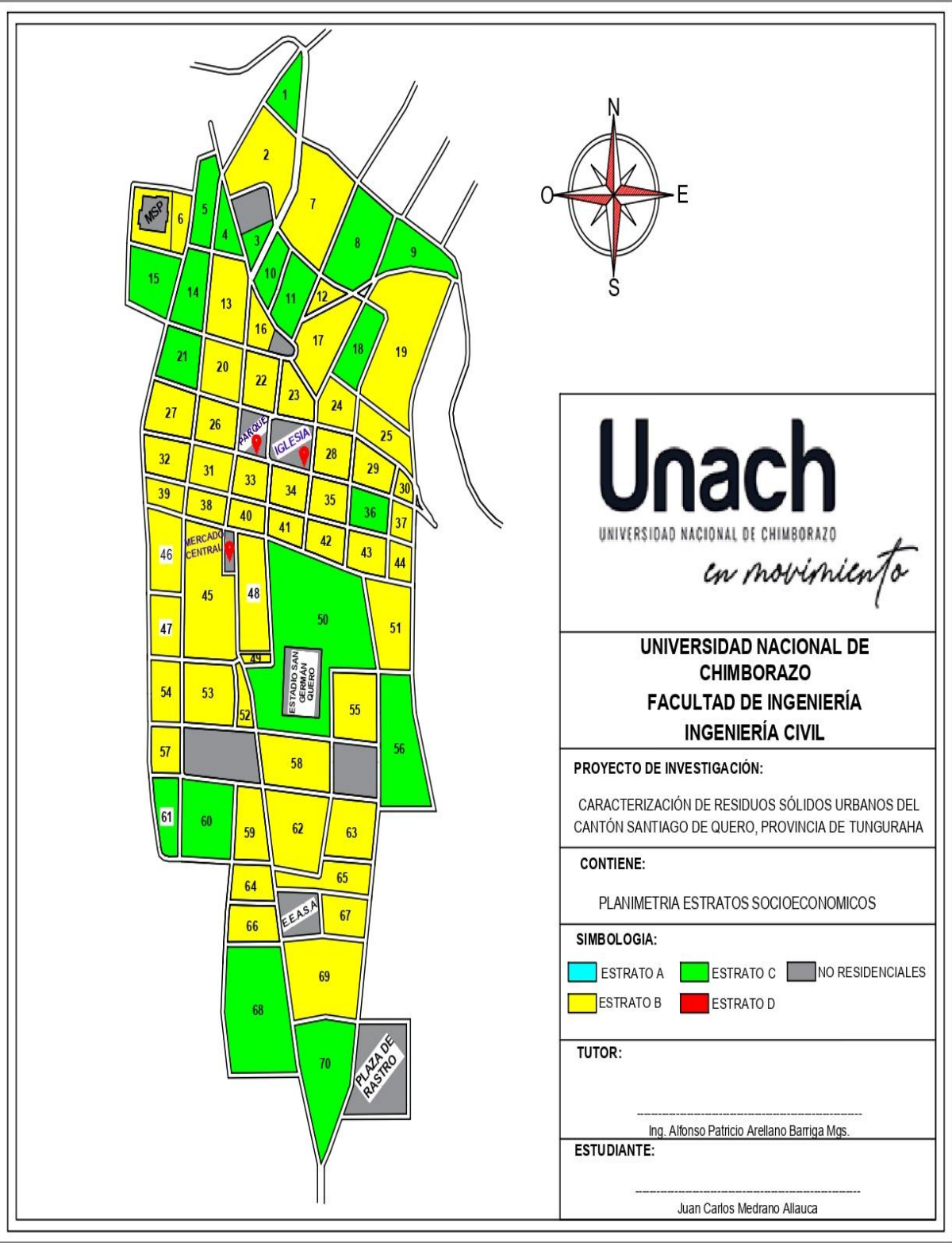


Figura 3. Identificación de Estratos en la Planimetría del cantón Santiago de Quero

Fuente: Medrano J. (2025)

El estrato C, aunque minoritario, no presenta una distribución dispersa, sino que se concentra predominantemente en la periferia urbana, específicamente en sectores de transición hacia usos de suelo rural. Estas áreas se caracterizan por una menor densidad de infraestructura vial y una cobertura limitada de servicios urbanos básicos, lo que establece un claro gradiente de centralidad-periferia.

Esta homogeneidad en términos socioeconómicos, que probablemente es el resultado de procesos históricos de asentamiento y desarrollo territorial, contrasta con la estructura estratificada de cantones cercanos como Guano y Cevallos. En estos lugares, es común que existan simultáneamente estratos muy bajos y altos en un mismo espacio urbano. Esta particularidad estructural contribuye de manera significativa a la planificación municipal, ya que posibilita la creación de políticas públicas con un enfoque más preciso dirigido hacia un grupo social con capacidades y necesidades económicas semejantes. Esta circunstancia, en la práctica, significa que se pueden poner en marcha estrategias estandarizadas y eficaces para servicios como la recolección de residuos, la estructuración tarifaria y las iniciativas de concientización ciudadana, lo que permite optimizar la distribución de recursos a nivel urbano y mejorar la efectividad del manejo municipal.

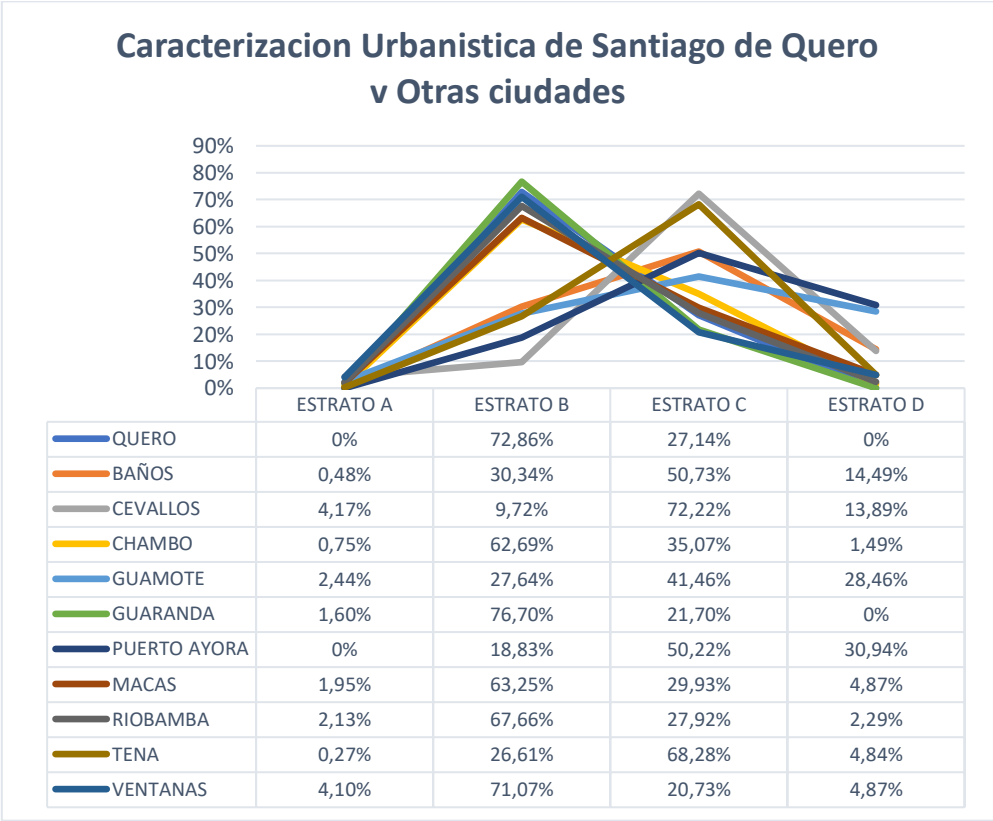


Figura 4. Comparación de la Caracterización Urbanística de Santiago de Quero

Fuente: Medrano J. (2025)

El análisis de la estratificación socioeconómica coloca a Santiago de Quero como un caso particular dentro del panorama regional, definido por una notable homogeneidad y una estructura bipolar que lo distingue de la mayoría de los cantones analizados. Esta configuración lo posiciona como una de las poblaciones con mayor concentración de clase media en la región. De hecho, con su 72.86% en el estrato B, Quero se consolida como el segundo cantón con mayor predominio de este estrato, solo superado por Guaranda (76.70%), y contrasta radicalmente con realidades como las de Cevallos (9.72%), Puerto Ayora (18.83%) o Guamote (27.64%), donde el estrato B es minoritario.

La falta significativa de los estratos socioeconómicos extremos (A y D) es un indicador importante de la disminución de las desigualdades económicas en el territorio, lo cual contrasta con situaciones como las de Puerto Ayora o Guamote, donde más del 28% de la población pertenece al estrato D. Así, la singularidad demográfica de Santiago de Quero va más allá de lo estadístico y se transforma en un elemento significativo de ventaja operativa para la administración municipal, lo que posibilita una gestión más uniforme y eficaz de los servicios públicos.

4.2. Caracterización Socioeconómica del Cantón Santiago de Quero

La caracterización socioeconómica de Santiago de Quero se realizó a través de un procedimiento sistemático que comprendió la recolección, evaluación e interpretación de datos relacionados con las condiciones sociales y económicas del pueblo. Para determinar la organización socioeconómica del cantón, el estudio se realizó mediante encuestas aleatorias en el sector residencial urbano, empleando una metodología estandarizada.

Tabla 5.
Encuestas por Estrato Socioeconómico

Estrato Socioeconómico	Porcentaje de Presencia	Nº de Viviendas
A	0 %	0
B	72,86 %	40
C	27,14 %	15
D	0 %	0
TOTAL	100%	55

Fuente: Medrano J.(2025)

Se desarrollaron las encuestas socioeconómicas de manera que se respetara estrictamente la distribución poblacional de cada estrato, calculada a través de la Ecuación 3. Esto aseguró una representación proporcional de todos los segmentos socioeconómicos detectados en el cantón. La Ecuación 2 se utilizó para calcular el tamaño de la muestra final, teniendo en cuenta un margen de seguridad del 30% como precaución ante posibles eventualidades durante el trabajo en campo y considerando como base la población

urbana total (3269 habitantes).

El proceso de recolección de datos implicó la aplicación sistemática del instrumento de encuesta, documentado en el Anexo 2, al número específico de viviendas determinadas para cada estrato socioeconómico. La asignación de viviendas se realizó mediante muestreo aleatorio estratificado, garantizando la cobertura de todos los sectores urbanos representativos del cantón.

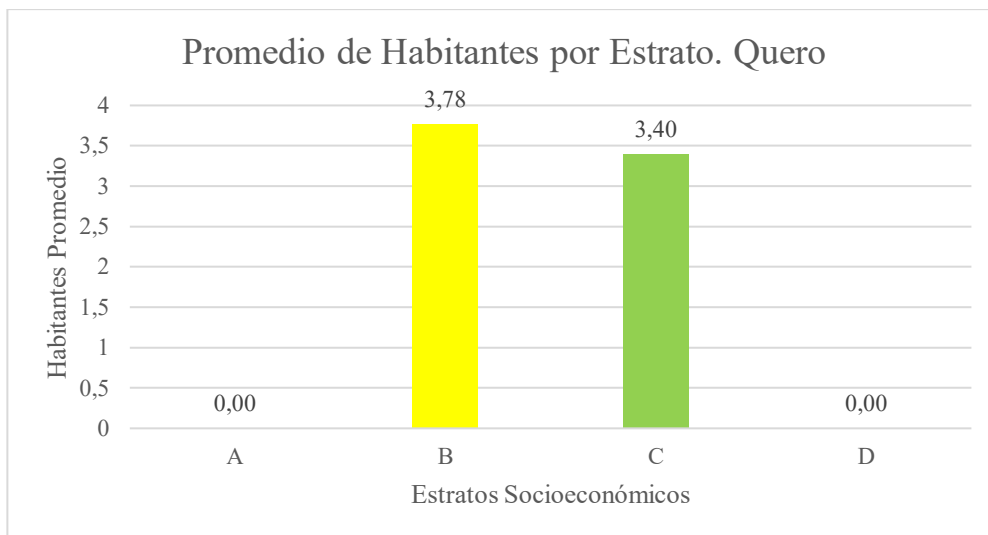


Figura 5. Promedio de Habitantes por Estrato Económico

Fuente: Medrano J. (2025)

La Figura 5 muestra que la cantidad de personas por hogar en Santiago de Quero sigue una tendencia coherente con las tendencias a nivel nacional: el tamaño de los hogares disminuye a medida que se incrementa el nivel socioeconómico. En el caso específico del cantón, en el estrato C (de menos recursos) hay 3,40 residentes por vivienda, mientras que en el estrato B (de condición media) existen 3,78 por hogar.

Esta pequeña disparidad en la estructura familiar indica que existen dinámicas residenciales parecidas entre los dos estratos. En el estrato B y en el C, es común que se formen hogares ampliados que albergan a varias generaciones. Esta estrategia de convivencia colectiva facilita la optimización de recursos económicos y afrontar las dificultades habitacionales de manera conjunta. Este fenómeno, común en contextos socioeconómicos similares, subraya cómo las condiciones económicas influyen en la composición de los hogares.

4.3. Producción Per Cápita de RSU del Cantón Santiago de Quero.

A continuación, se detallan los datos diarios de peso y producción per cápita de residuos sólidos para los estratos B y C presentados en las tablas 6 y 7, respectivamente.

Tabla 6.

Peso Diario y Producción Per Cápita RSU del Estrato B

ESTRATO B																
N°	COD. VIVIENDA	N° HABITANTES	DOMINGO		LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO	
			PESO (KG)	PPC(kg/hab/dia)	PESO (KG)	PPC(kg/hab/dia)	PESO (KG)	PPC(kg/hab/dia)	PESO (KG)	PPC(kg/hab/dia)	PESO (KG)	PPC(kg/hab/dia)	PESO (KG)	PPC(kg/hab/dia)	PESO (KG)	PPC(kg/hab/dia)
1	B01	5	0,850	0,170	0,450	0,090	0,651	0,130	0,390	0,078	0,840	0,168	0,762	0,152	1,186	0,237
2	B02	6	1,730	0,288	1,030	0,172	2,520	0,420	1,450	0,242	2,640	0,440	1,398	0,233	2,190	0,365
3	B03	2	0,790	0,395	1,913	0,957	1,710	0,855	0,916	0,458	1,000	0,500	0,855	0,428	1,050	0,525
4	B04	5	2,340	0,468	2,160	0,432	3,572	0,714	2,860	0,572	1,520	0,304	1,260	0,252	2,500	0,500
5	B05	4	0,950	0,238	0,930	0,233	1,325	0,331	0,350	0,088	0,808	0,202	1,087	0,272	0,930	0,233
6	B06	3	3,370	1,123	4,050	1,350	2,185	0,728	2,131	0,710	3,750	1,250	2,604	0,868	2,650	0,883
7	B07	4	1,880	0,470	2,082	0,521	1,880	0,470	1,382	0,346	1,732	0,433	1,180	0,295	1,520	0,380
8	B08	3	1,275	0,425	0,780	0,260	1,055	0,352	0,640	0,213	0,491	0,164	1,302	0,434	0,870	0,290
9	B09	5	1,510	0,302	1,625	0,325	1,030	0,206	0,947	0,189	1,417	0,283	1,206	0,241	1,680	0,336
10	B10	3	0,670	0,223	0,865	0,288	0,520	0,173	1,113	0,371	1,853	0,618	0,740	0,247	1,470	0,490
11	B11	5	2,620	0,524	2,980	0,596	2,650	0,530	2,010	0,402	1,891	0,378	1,502	0,300	2,280	0,456
12	B12	2	1,732	0,866	1,400	0,700	1,230	0,615	1,650	0,825	1,280	0,640	1,180	0,590	0,935	0,468
13	B13	6	1,521	0,254	1,548	0,258	1,290	0,215	1,395	0,233	1,472	0,245	1,322	0,220	1,230	0,205
14	B14	3	1,148	0,383	0,590	0,197	0,825	0,275	0,562	0,187	0,956	0,319	0,744	0,248	1,220	0,407
15	B15	4	1,530	0,383	1,690	0,423	1,940	0,485	1,248	0,312	1,200	0,300	1,125	0,281	1,590	0,398
16	B16	5	1,365	0,273	1,250	0,250	1,260	0,252	0,550	0,110	1,060	0,212	0,987	0,197	1,110	0,222
17	B17	4	2,860	0,715	1,985	0,496	1,214	0,304	1,176	0,294	0,988	0,247	1,032	0,258	1,681	0,420
18	B18	3	0,860	0,287	1,190	0,397	1,550	0,517	0,910	0,303	0,954	0,318	0,865	0,288	1,337	0,446
19	B19	3	2,210	0,737	2,600	0,867	2,124	0,708	2,620	0,873	1,970	0,657	1,759	0,586	2,390	0,797
20	B20	5	0,920	0,184	0,820	0,164	0,870	0,174	1,084	0,217	0,890	0,178	1,017	0,203	1,150	0,230

Fuente: Medrano J. (2025)

ESTRATO B																
N°	COD. VIVIENDA	N° HABITANTES	DOMINGO		LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO	
			PESO (KG)	PPC(kg/hab/día)	PESO (KG)	PPC(kg/hab/día)	PESO (KG)	PPC(kg/hab/día)	PESO (KG)	PPC(kg/hab/día)	PESO (KG)	PPC(kg/hab/día)	PESO (KG)	PPC(kg/hab/día)	PESO (KG)	PPC(kg/hab/día)
21	B21	4	1,162	0,291	1,400	0,350	1,760	0,440	1,450	0,363	1,182	0,296	1,280	0,320	0,927	0,232
22	B22	3	1,886	0,629	2,452	0,817	1,910	0,637	1,389	0,463	1,658	0,553	1,436	0,479	1,681	0,560
23	B23	3	1,997	0,666	2,130	0,710	1,527	0,509	2,308	0,769	1,705	0,568	1,620	0,540	2,016	0,672
24	B24	4	0,664	0,166	0,692	0,173	0,960	0,240	0,270	0,068	0,944	0,236	1,022	0,256	0,890	0,223
25	B25	3	1,579	0,526	1,350	0,450	1,070	0,357	0,798	0,266	0,840	0,280	1,071	0,357	1,153	0,384
26	B26	2	2,331	1,166	2,775	1,388	2,680	1,340	1,580	0,790	1,670	0,835	1,595	0,798	1,764	0,882
27	B27	4	1,053	0,263	1,182	0,296	1,041	0,260	1,907	0,477	1,080	0,270	0,922	0,231	1,220	0,305
28	B28	5	1,354	0,271	1,715	0,343	1,800	0,360	1,603	0,321	1,540	0,308	1,461	0,292	0,953	0,191
29	B29	4	0,880	0,220	0,338	0,085	0,721	0,180	1,032	0,258	0,658	0,165	0,860	0,215	0,512	0,128
30	B30	5	1,380	0,276	1,080	0,216	1,390	0,278	1,650	0,330	1,330	0,266	1,580	0,316	0,625	0,125
31	B31	3	2,080	0,693	2,420	0,807	2,050	0,683	1,723	0,574	1,558	0,519	1,521	0,507	2,168	0,723
32	B32	4	1,760	0,440	1,123	0,281	1,301	0,325	0,920	0,230	1,010	0,253	0,986	0,247	0,770	0,193
33	B33	3	2,190	0,730	1,300	0,433	1,770	0,590	1,412	0,471	1,360	0,453	1,140	0,380	1,115	0,372
34	B34	4	1,130	0,283	0,750	0,188	0,450	0,113	0,603	0,151	0,960	0,240	1,052	0,263	1,521	0,380
35	B35	4	1,467	0,367	1,041	0,260	1,180	0,295	1,065	0,266	1,192	0,298	1,358	0,340	0,956	0,239
36	B36	3	1,128	0,376	1,571	0,524	1,480	0,493	1,800	0,600	1,600	0,533	1,250	0,417	1,027	0,342
37	B37	4	0,913	0,228	0,520	0,130	0,821	0,205	0,412	0,103	0,730	0,183	0,944	0,236	0,789	0,197
38	B38	2	1,790	0,895	1,090	0,545	1,100	0,550	0,821	0,411	0,860	0,430	1,200	0,600	1,024	0,512
39	B39	5	1,015	0,203	0,890	0,178	0,928	0,186	0,390	0,078	1,100	0,220	0,782	0,156	0,633	0,127
40	B40	4	2,020	0,505	2,820	0,705	2,570	0,643	2,710	0,678	2,524	0,631	1,550	0,388	1,753	0,438

Fuente: Medrano J. (2025)

El análisis del estrato B revela una significativa heterogeneidad en la generación de residuos, con fluctuaciones diarias atribuibles a dinámicas socioeconómicas particulares. Se identifican valores atípicos destacados, como la vivienda B02 que registra una PPC excepcional de 0,420 kg/hab/día los martes, coincidiendo con un pico en la generación de residuos orgánicos y reciclables (2,520 kg en MARTES), posiblemente asociado a actividades comerciales informales o preparación de alimentos a gran escala. Además, se señala que la vivienda B06 tiene la Producción Per Cápita (PPC) más alta del estrato los lunes (1,123 kg/hab/día), con una producción total de 3,370 kg en esa jornada. Este patrón indica la posibilidad de una concentración de residuos durante el fin de semana y también que existen actividades productivas en casa que aumentan la producción de desechos. En contraste, se aprecian descensos considerables en otros hogares, como el caso de la vivienda B10 que tiene un PPC de solo 0,175 kg/hab/día los miércoles. Esta reducción está probablemente asociada con la asistencia de sus habitantes al mercado central ese día, donde tienden a ingerir alimentos fuera del hogar. La importancia de incluir elementos estacionales en la planificación de los servicios de recolección se pone de manifiesto por estas notables fluctuaciones en la producción de desechos a lo largo de la semana, ya que posibilitan ajustar las frecuencias y capacidades de recolección a los patrones reales de generación poblacional.

Tabla 7.
Peso Diario y Producción Per Cápita RSU del Estrato C

ESTRATO C																
N°	COD. VIVIENDA	N° HABITANTES	DOMINGO		LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO	
			PESO (KG)	PPC(kg/hab/dia)	PESO (KG)	PPC(kg/hab/dia)	PESO (KG)	PPC(kg/hab/dia)	PESO (KG)	PPC(kg/hab/dia)	PESO (KG)	PPC(kg/hab/dia)	PESO (KG)	PPC(kg/hab/dia)	PESO (KG)	PPC(kg/hab/dia)
1	C01	5	1,316	0,263	1,350	0,270	1,470	0,294	1,580	0,316	1,157	0,231	0,880	0,176	0,821	0,164
2	C02	4	1,032	0,258	0,882	0,221	0,490	0,123	0,728	0,182	0,435	0,109	1,032	0,258	0,716	0,179
3	C03	2	1,600	0,800	1,020	0,510	1,764	0,882	1,502	0,751	1,770	0,885	1,233	0,617	1,074	0,537
4	C04	3	0,954	0,318	0,920	0,307	0,882	0,294	0,415	0,138	0,695	0,232	0,857	0,286	0,848	0,283
5	C05	2	0,870	0,435	0,562	0,281	0,380	0,190	0,154	0,077	0,983	0,492	0,627	0,314	1,050	0,525
6	C06	4	1,055	0,264	0,864	0,216	0,705	0,176	1,036	0,259	0,687	0,172	1,098	0,275	1,085	0,271
7	C07	4	1,484	0,371	1,450	0,363	1,514	0,379	1,862	0,466	1,682	0,421	1,146	0,287	1,338	0,335
8	C08	4	1,660	0,415	2,290	0,573	1,970	0,493	2,100	0,525	1,601	0,400	2,057	0,514	2,710	0,678
9	C09	2	1,522	0,761	1,686	0,843	1,575	0,788	1,870	0,935	1,328	0,664	1,342	0,671	1,423	0,712
10	C10	3	1,008	0,336	0,956	0,319	0,843	0,281	0,778	0,259	0,220	0,073	0,783	0,261	0,636	0,212
11	C11	3	0,773	0,258	0,320	0,107	0,281	0,094	1,020	0,340	0,766	0,255	0,927	0,309	1,180	0,393
12	C12	6	0,930	0,155	1,004	0,167	0,865	0,144	1,387	0,231	1,492	0,249	1,614	0,269	1,400	0,233
13	C13	3	1,920	0,640	1,560	0,520	1,840	0,613	1,430	0,477	1,277	0,426	1,270	0,423	1,270	0,423
14	C14	3	0,810	0,270	0,735	0,245	1,200	0,400	1,386	0,462	1,060	0,353	1,530	0,510	0,651	0,217
15	C15	3	0,827	0,276	0,575	0,192	0,320	0,107	1,035	0,345	0,840	0,280	1,043	0,348	1,134	0,378

Fuente: Medrano J. (2025)

En el estrato C se evidencia una clara tendencia al incremento de la PPC durante el fin de semana, particularmente en viviendas con mayor capacidad adquisitiva relativa. La vivienda C03 muestra picos consistentes desde el viernes hasta el domingo, con una PPC dominical de 0,710 kg/hab/día (1,620 kg en DOMINGO), explicable por reuniones sociales y mayor consumo de productos envasados. Casos atípicos como la vivienda C08 registra valores atípicos el sábado (PPC de 0,690 kg/hab/día con 2,060 kg totales), coincidiendo con registros elevados de residuos de aparatos eléctricos, lo que indicaría renovación de electrodomésticos o actividades de mantenimiento hogareño. Paralelamente, se constata una menor generación los martes y miércoles (ej. Vivienda C11, con PPC de 0,153 kg/hab/día en MIÉRCOLES), patrón que podría relacionarse con la jornada laboral fuera de la vivienda. La presencia de trabajadores de construcción en viviendas como la C01 explicaría desviaciones adicionales, requiriendo muestreos diferenciados para estos casos especiales.

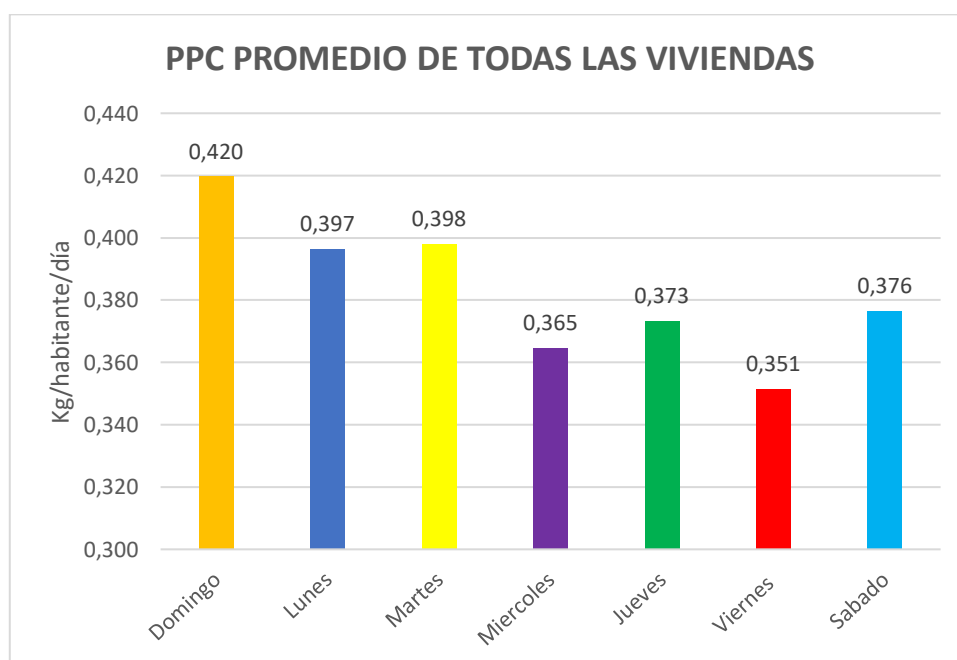


Figura 6. PPC promedio de las Viviendas de Santiago de Quero

Fuente: Medrano J. (2025)

Cuando se analiza el volumen de desechos que produce una persona al día en el cantón Santiago de Quero, es evidente la significativa variación entre un día y otro. Las cifras oscilan entre 0.351 y 0.420 kg por persona diariamente. Se puede apreciar en las cifras que la producción de basura no sigue un patrón constante a lo largo de la semana, se tiene que los días con las cifras más altas son los sábados y domingos días de reunión familiar, mientras que los martes y miércoles suelen tener las cifras más bajas debido a la

realización de ferias en los cantones aledaños. Este patrón semanal sugiere que los hábitos de consumo en el fin de semana afectan directamente la cantidad de residuos producidos en cierta parte devenidos de ser los días donde la mayoría de los familiares se reúnen.

El promedio semanal de 0,379 kg/hab/día constituye un indicador fundamental para la planificación del sistema de gestión integral de residuos sólidos del cantón. Estos valores permiten dimensionar con mayor precisión las capacidades requeridas en los servicios de recolección, transporte y disposición final, optimizando la asignación de recursos y la operatividad del sistema.



Figura 7. PPC promedio de las Viviendas sin Atípicos

Fuente: Medrano J. (2025)

Posterior de la filtración de los datos atípicos, se puede observar que la cantidad de basura producida por cada habitante en el cantón Santiago de Quero oscila entre 0.326 y 0.397 kg al día, con un promedio semanal de 0.354 kg. A pesar de que estos números pueden parecer reducidos, muestra un patrón que se repite semanalmente: el día con la cifra más alta es el domingo y el de menor cifra es el miércoles.

Los cambios en la generación de residuos a lo largo del día no son fortuitos, sino que estos cambios muestran los patrones de consumo asociados con la vida diaria del cantón. El incremento dominical es probablemente una consecuencia de las dinámicas propias de este día, que incluyen la concentración de actividades comerciales, reuniones familiares y trabajos de limpieza en casa. Por el contrario, el mínimo del miércoles se correspondería con una actividad comercial reducida y rutinas más fijas durante la semana de trabajo.

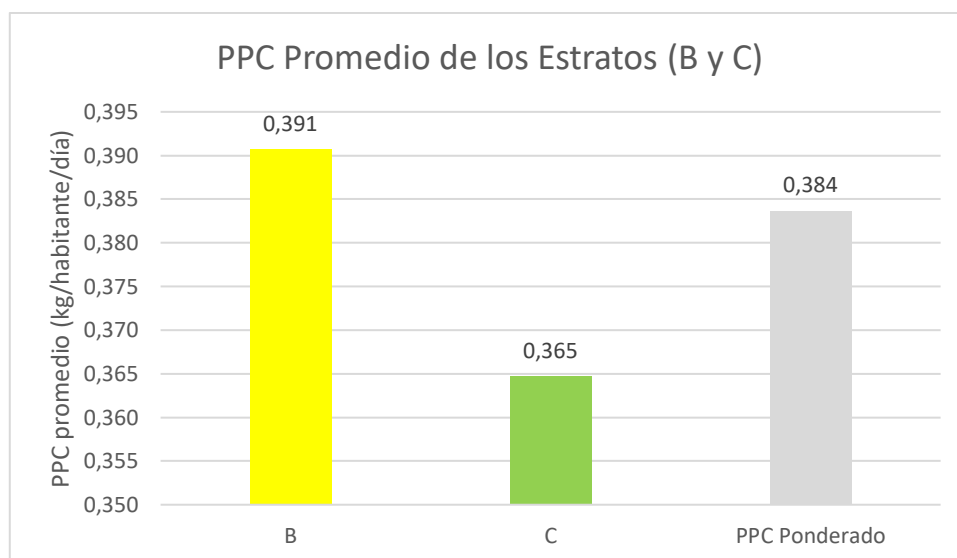


Figura 8. PPC promedio de los Estratos del cantón Quero

Fuente: Medrano J. (2025)

Estas fluctuaciones, aunque numéricamente contenidas, adquieren relevancia al considerar la estructura socioeconómica particular de Santiago de Quero, caracterizada por la predominancia de los estratos B y C. El valor promedio se sitúa por debajo de los promedios nacionales reportados para zonas urbanas similares, lo que podría relacionarse con patrones de consumo más moderados y prácticas de aprovechamiento de recursos acordes con el perfil socioeconómico mayoritario del cantón.

Estos resultados proporcionan datos útiles para optimizar la recolección de residuos, pues posibilitan ajustar la capacidad y frecuencia del servicio en función de las fluctuaciones diarias en el volumen de desechos. Al confirmar que los miércoles permiten disminuir recursos y que los domingos requieren una mayor capacidad operativa, se obtiene información técnica fundamental para una planificación más eficaz. Los hallazgos obtenidos apoyan la puesta en marcha de tácticas que se ajustan a las especificidades de cada jornada, mejorando así el empleo de vehículos, instalaciones de procesamiento y personal. Detectar exactamente estos patrones en la producción de desechos constituye un avance significativo hacia un sistema de administración fundamentado en datos específicos y criterios técnicos robustos.

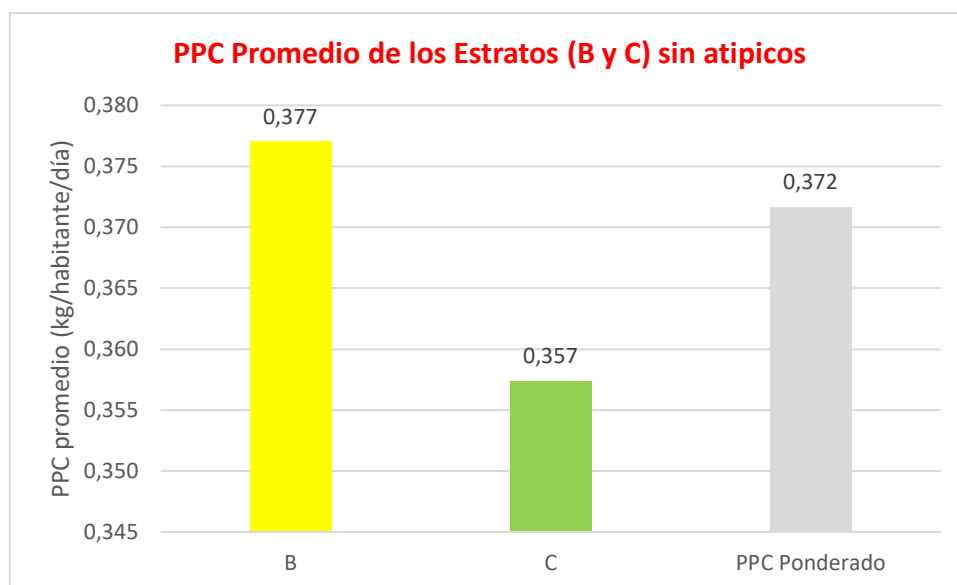


Figura 9. PPC promedio de los Estratos sin Atípicos

Fuente: Medrano J. (2025)

La PPC ponderada resultante refleja una estimación depurada que considera las particularidades de generación de cada sector, proporcionando una base técnica más confiable que los promedios simples. La ligera diferencia en generación de residuos entre el estrato B y C, sugiere patrones de consumo notablemente homogéneos en Santiago de Quero.

Esta pequeña variación, que solo supone un 5,6%, parece corroborar que existen prácticas colectivas y una oferta comercial uniforme que sobrepasan las disparidades socioeconómicas de la comunidad. Que los dos números permanezcan por debajo de la media regional es particularmente importante, ya que esto indicaría que la población tiene prácticas establecidas para optimizar el uso de recursos y reducir los residuos. La coherencia en los datos sobre la generación de residuos posibilita que se planifiquen programas educativos estandarizados y estructuras de tratamiento progresivos, lo que maximiza el diseño municipal. Para poner en marcha sistemas de valorización, como el compostaje, que necesitan suministros regulares para funcionar de manera eficaz, la previsibilidad en los flujos de residuos es especialmente beneficiosa.

4.3.1. Análisis Varianza ANOVA-Prueba Tukey para la producción Per Cápita

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza (ANOVA), se obtuvo un valor P de 0.257, el cual es superior al nivel de significancia establecido de 0.05. Los datos de Producción Per Cápita (PPC) de residuos en el cantón revelan la ausencia de

diferencias estadísticamente significativas entre los estratos socioeconómicos analizados. Esta conclusión se ve reforzada por los resultados de la prueba de comparación múltiple de Tukey, que agrupa las medias de ambos estratos en una misma categoría homogénea, confirmando la similitud estadística entre los valores registrados.

La mínima variación estadística detectada contrasta notablemente con los patrones. La pequeña variación que se ha notado en Quero contrasta significativamente con los patrones encontrados en investigaciones parecidas a cantones vecinos como Guano y Cevallos. Las investigaciones indican que en estas zonas, los diferentes estratos socioeconómicos generan residuos de manera dispar, con diferencias que en ocasiones sobrepasan el 15%. Esta brecha en términos regionales indica que la situación socioeconómica específica de Quero, caracterizada por una clase media mayoritaria y la falta de extremos económicos, produce patrones de consumo y deseo más uniformes entre su población. Esta homogeneidad en los datos, desde un enfoque metodológico, posibilita que el diseño de estudios de muestreo futuros se simplifique, ya que disminuye la necesidad de implementar una estratificación compleja cuando se supervisan los residuos sólidos. Sin embargo, es relevante tener en cuenta las limitaciones de esta investigación, porque el tamaño de la muestra podría haber afectado la habilidad para identificar diferencias más sutiles entre los diferentes grupos sociales.

Tanto los resultados del ANOVA como los de la prueba de Tukey se presentan de manera resumida en la Tabla 8, mientras que la Figura 10 ilustra gráficamente la comparación de las medias entre los dos estratos.

Tabla 8.

Prueba Tukey de la PPC de los estratos B y C del Cantón Santiago de Quero

Cantón	Valor F	Valor P
Santiago de Quero	1,29	0,257
Estrato	Media O PPC kg/hab/día	Agrupación
PPC B	0,36	A
PPC C	0,34	A
PPC Ponderado	0,35	

Fuente: Medrano J. (2025)

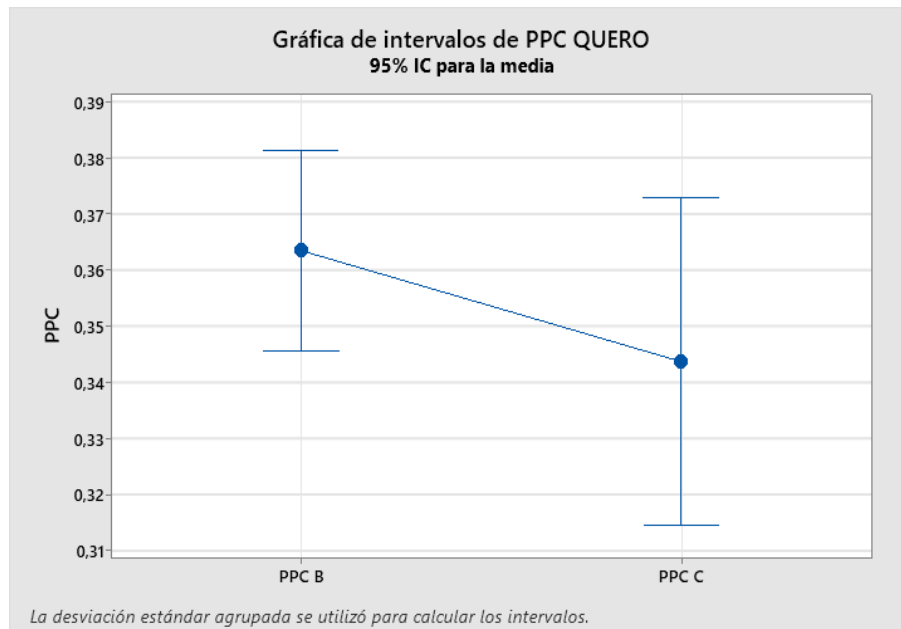


Figura 10. Comparación de los PPC de los estratos B y C

Fuente: Medrano J. (2025)

4.4.Composición Física de RSU del Cantón Santiago de Quero.

Los elementos de los desechos sólidos recolectados en los estratos B y C se detallan en las tablas 9 y 10. Se observa una diversidad considerable entre los materiales encontrados, que incluye desde empaques de cartón y recipientes plásticos hasta productos electrónicos, cuero, metales, caucho y residuos orgánicos.

La caracterización de estos desechos se llevó a cabo durante siete días seguidos, registrando para cada material su proporción porcentual en relación con el peso total de las muestras, así como sus promedios ponderados correspondientes. Este enfoque metodológico permitió comparar de manera efectiva tanto la composición de los residuos como los patrones de generación entre los dos grupos socioeconómicos analizados en el área estudiada.

Tabla 9.
Composición física de los RSU del Estrato B cantón Quero

	ESTRATO B							
	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	PROMEDIO
Peso Inicial (100%)	6,03 Kg	5,43 Kg	5,89 Kg	5,76 Kg	6,1 Kg	5,38 Kg	5,99 Kg	
COMPONENTES	%	%	%	%	%	%	%	%
Botellas de plástico	1,1%	0,4%	0,9%	1,7%	2,5%	1,6%	1,1%	1,3%
Botellas y Frascos de vidrio	3,0%	5,9%	14,8%	0,0%	0,3%	0,2%	2,7%	3,9%
Cartón	0,3%	3,5%	1,5%	0,0%	0,2%	0,8%	1,3%	1,1%
Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,1%
Cuero	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Caucho	0,1%	0,4%	0,3%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,2%
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0,1%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Maderas	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Material de construcción- cerámicas (loza	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Metales	0,5%	0,0%	0,2%	0,0%	0,6%	0,4%	0,7%	0,3%
Orgánicos (sobras de comida, rastrojos de jardín, excrementos de animales, cáscaras	81,8%	76,3%	71,6%	88,3%	72,1%	89,0%	80,9%	80,0%
Papel bond blanco	0,3%	0,3%	3,9%	0,5%	7,4%	1,3%	0,0%	2,0%
Papel de color	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	1,4%	0,3%
Papel periódico	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	1,1%	0,0%	0,0%	0,2%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina	1,4%	0,7%	1,5%	1,9%	2,7%	2,5%	2,5%	1,9%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%	0,0%	0,3%	0,2%
Pilas y baterías	0,0%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,2%
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	2,5%	3,5%	3,2%	4,0%	5,3%	1,7%	4,7%	3,5%
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	7,0%	7,0%	0,3%	1,1%	2,3%	0,0%	2,8%	3,0%
Tetrapac	0,3%	0,6%	0,7%	0,7%	0,0%	1,1%	0,0%	0,5%
Poliestireno	0,0%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Textiles	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Mascarillas	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%
Toallas sanitarias y pañales	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	1,4%	0,3%	1,0%	0,5%
Otros	0,4%	0,0%	0,2%	1,4%	2,7%	0,7%	0,1%	0,8%

Fuente: Medrano J. (2025)

Tabla 10.
Composición física de los RSU del Estrato C cantón Quero

	ESTRATO C							
	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	PROMEDIO
Peso Inicial (100%)	5,19 Kg	5,05 Kg	5,48 Kg	6,34 Kg	5,25	5,71	6,82	
COMPONENTES	%	%	%	%	%	%	%	%
Botellas de plástico	1,7%	1,3%	1,6%	0,8%	1,0%	1,8%	3,0%	1,6%
Botellas y Frascos de vidrio	0,3%	0,0%	3,7%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,6%
Cartón	1,2%	2,2%	2,2%	4,1%	1,5%	0,0%	2,4%	1,9%
Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cuero	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Caucho	0,4%	0,5%	0,0%	0,0%	0,3%	0,4%	0,0%	0,2%
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	1,2%	0,3%
Maderas	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Material de construcción- cerámicas (loza)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Metales	0,2%	0,0%	0,0%	1,6%	1,4%	0,6%	2,7%	0,9%
Orgánicos (sobras de comida, rastrojos de jardín, excrementos de animales, cáscaras)	85,4%	80,1%	79,3%	81,4%	83,6%	82,0%	77,0%	81,3%
Papel bond blanco	0,0%	0,6%	0,0%	0,0%	0,5%	0,2%	0,0%	0,2%
Papel de color	1,6%	0,0%	0,9%	0,0%	1,0%	0,0%	0,5%	0,6%
Papel periódico	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,0%	0,0%	0,1%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)	2,8%	1,0%	0,4%	1,3%	3,0%	2,1%	2,9%	1,9%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)	0,0%	0,0%	0,7%	2,7%	0,0%	0,0%	0,7%	0,6%
Pilas y baterías	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,1%
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	1,8%	2,6%	3,7%	4,1%	5,5%	4,4%	2,4%	3,5%
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	2,6%	5,4%	4,0%	2,2%	0,4%	3,2%	1,2%	2,7%
Tetrapac	0,0%	0,9%	0,7%	0,8%	0,2%	0,0%	0,4%	0,4%
Poliestireno	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Textiles	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	1,8%	0,4%
Mascarillas	0,2%	0,4%	0,5%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,2%
Toallas sanitarias y pañales	0,0%	0,2%	0,7%	0,0%	1,4%	1,1%	2,2%	0,8%
Otros	0,6%	4,5%	1,5%	0,9%	0,0%	1,9%	1,4%	1,5%

Fuente: Medrano J. (2025)

El análisis de los datos acerca de la composición física de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), revela que el componente predominante en la recolección es claramente el material orgánico, que incluye sobras de comida, rastrojos de jardín, excrementos de animales y cáscaras.

Los datos obtenidos tras los 7 días de recolección muestran que el estrato C produce una cantidad de desechos orgánicos elevada, la cual equivale al 81.3% de su composición en las muestras de basura recogidas. En todas las funda recogidas, esta proporción se mantuvo alta de manera constante, con fluctuaciones entre el mínimo de 77% y un máximo de 85.4%. Esta conducta evidencia que las labores del hogar, sobre todo la preparación de comida casera, son mayoritarias en este sector social y representan la porción más importante de sus residuos. Materiales como el cartón (1.9%) y las botellas plásticas (1.6%) se presentan en cantidades reducidas, lo que sugiere un uso mínimo de productos con potencial para ser reciclados.

En el estrato B, se presenta una actividad comparable, con un 80.0% de residuos orgánicos en promedio, que oscila entre 71.6% y 89.0% a lo largo del periodo estudiado. Estos números revelan patrones de consumo y desecho semejantes entre los dos estratos, en los cuales la preparación de alimentos en casa continúa siendo una costumbre común. Se observan cambios importantes en ciertos materiales concretos tales como envases de vidrio (3.9%) y plásticos de alta densidad (3.0%) muestran una presencia ligeramente mayor que el estrato C, probablemente debido a las diferencias en los hábitos de consumo de productos envasados.

En las cifras totales de residuos recolectados, se observa que ambos estratos tienen volúmenes casi iguales en los porcentajes y composición de sus desechos. Se corroboró que la producción diaria de residuos es comparable entre los estratos B y C, con 5.92 kg en el primero y 5.86 kg en el segundo, lo que refuerza la semejanza en sus perfiles de descarte.

Los porcentajes de error señalados son mínimos (menores al 1%), lo que confirma la confiabilidad del muestreo y la precisión de los datos recolectados. El análisis sugiere que en el cantón Quero los estratos B y C presentan una alta generación de residuos orgánicos, vinculada a hábitos de cocina y consumo doméstico frecuentes. Además, las proporciones relativamente bajas de plásticos y vidrio indican una predominancia clara de residuos biodegradables en estos estratos, aspecto importante para diseñar estrategias adecuadas de manejo y reciclaje, enfocadas en la valorización y compostaje de los residuos orgánicos. Los patrones similares entre estratos reflejan estilos de vida

socioeconómicos y culturales parecidos en cuanto a la preparación de alimentos y consumo dentro del cantón.

Tabla 11.
Porcentaje de los Componentes de RSU cantón Quero

COMPONENTES	ESTRATO B	ESTRATO C	PROMEDIO
Botellas de plástico	1,3%	1,6%	1,5%
Botellas y Frascos de vidrio	3,9%	0,6%	2,2%
Cartón	1,1%	1,9%	1,5%
Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)	0,0%	0,0%	0,0%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0,1%	0,0%	0,03%
Cuero	0,0%	0,0%	0,0%
Caucho	0,2%	0,2%	0,2%
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0,1%	0,3%	0,2%
Maderas	0,0%	0,0%	0,0%
Material de construcción- cerámicas (loza)	0,0%	0,0%	0,0%
Metales	0,3%	0,9%	0,6%
Orgánicos (sobras de comida, rastrojos de jardín, excrementos de animales, cáscaras)	80,0%	81,3%	80,6%
Papel bond blanco	2,0%	0,2%	1,1%
Papel de color	0,3%	0,6%	0,4%
Papel periódico	0,2%	0,1%	0,2%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)	1,9%	1,9%	1,9%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)	0,2%	0,6%	0,4%
Pilas y baterías	0,2%	0,1%	0,1%
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	3,5%	3,5%	3,5%
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	3,0%	2,7%	2,8%
Tetrapac	0,5%	0,4%	0,5%
Poliestireno	0,1%	0,0%	0,05%
Textiles	0,0%	0,4%	0,2%
Mascarillas	0,0%	0,2%	0,1%
Toallas sanitarias y pañales	0,5%	0,8%	0,7%
Otros	0,8%	1,5%	1,2%
Sumatoria	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: Medrano J. (2025)

Cuando se comparan estos números con los que se informaron en investigaciones similares hechas en Guano y Cevallos, localidades cercanas, aparece un rasgo notablemente particular en el caso de Quero. Los datos de Quero indican una producción de residuos mucho más baja en comparación, ya que en Cevallos se reportan cifras per cápita más allá de 0,65 kg/hab/día y en Guano rondan los 0,60 kg/hab/día.

Esta discrepancia puede atribuirse a varias factores estructurales:

- La composición socioeconómica predominantemente media de Quero, contrasta

con la de Cevallos, donde el estrato C representa el 72,22% de la población

- Los patrones de consumo diferenciados, posiblemente relacionados con la menor actividad comercial e industrial en comparación con Cevallos

La menor PPC de Quero en comparación con sus vecinos sugiere oportunidades importantes para la optimización de recursos en el sistema de gestión de residuos. El dimensionamiento de la flota vehicular y la frecuencia de recolección pueden ajustarse a realidades de generación más contenidas, representando potenciales ahorros operativos.

La logística del servicio se simplifica en gran medida debido a esta leve discrepancia en la producción de desechos entre los estratos B y C, que es solo de 0.02 kg por persona al día. Esta homogeneidad en Quero posibilita el diseño de rutas para la recolección y una estructura de tarifas más uniforme y eficaz, en contraposición a lo que ocurre con los cantones que tienen mayor diversidad social, donde son necesarias tarifas y estrategias segmentadas.

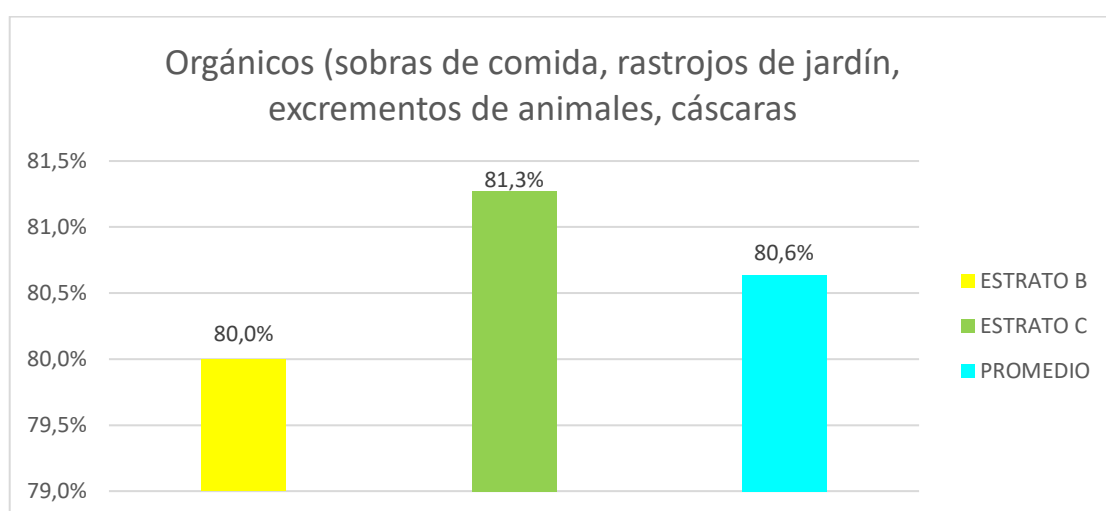


Figura 11. Porcentaje de Componentes Orgánicos en Muestra

Fuente: Medrano J. (2025)

Al contrastar los datos de recolección de residuos orgánicos con los de cantones vecinos, se observa que Santiago de Quero presenta una concentración de residuos orgánicos notablemente superior a la reportada en Cevallos (65,43%) y Guano (68,50%). Esta variación sugiere particularidades en los patrones de consumo y gestión de desechos que distinguen a Quero dentro de la provincia de Tungurahua.

La notable similitud en la composición de los residuos entre las distintas capas sociales refuerza la idea de una comunidad con un perfil socioeconómico cohesionado, en la que parece que los usos alimenticios y las prácticas para manejar desechos son comunes a toda la población urbana.

Para la planificación de la gestión de residuos a nivel provincial, estos hallazgos tienen consecuencias prácticas significativas. La persistencia de una alta proporción de residuos orgánicos en Santiago de Quero constituye una oportunidad excepcional para establecer sistemas especializados de valorización, especialmente mediante métodos de compostaje que tendrían la posibilidad de ser utilizados con mayor estandarización que en cantones con estructuras socioeconómicas más variadas.

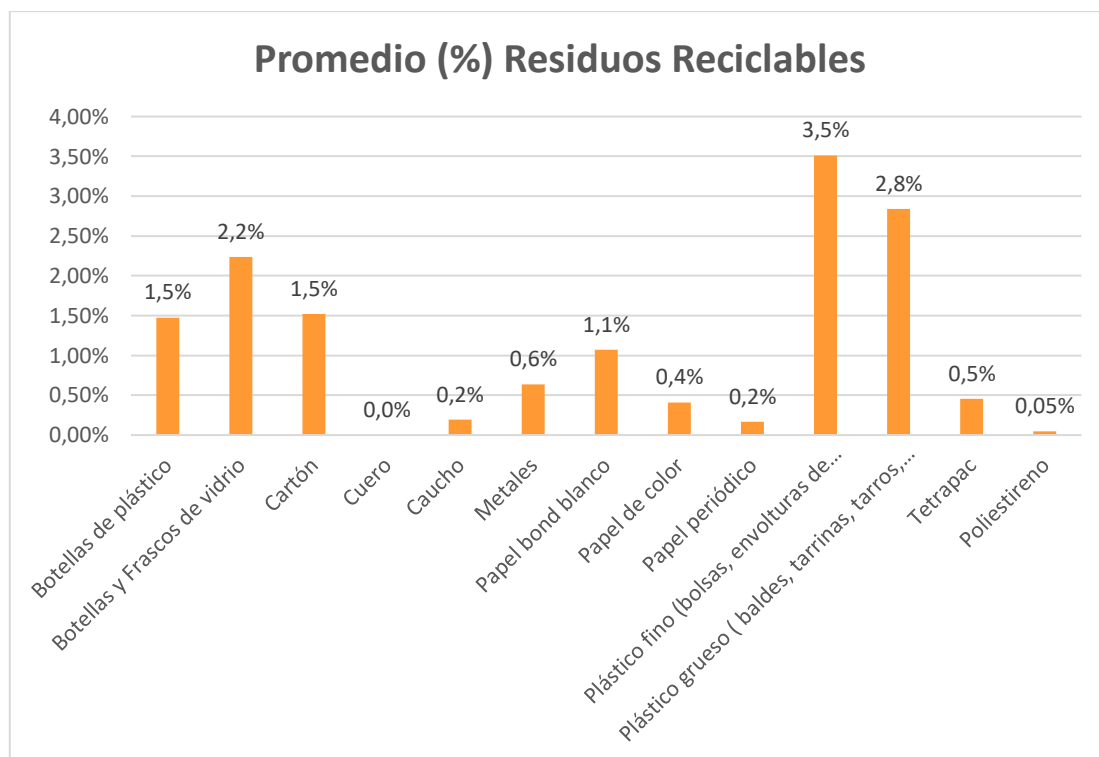


Figura 12. Promedio de Residuos Reciclables en Muestra

Fuente: Medrano J. (2025)

El análisis cuantitativo de los componentes reciclables dentro de la composición global de residuos sólidos urbanos, representado en la figura adjunta, revela una presencia marginal y altamente fragmentada de estos materiales. Los plásticos, en sus variantes de finos (bolsas, envolturas) y gruesos (baldes, tarrinas, juguetes), constituyen los materiales reciclables más significativos, con un 3,5% y 2,8% respectivamente. Les sigue el cartón con un 1,5% y los metales con un 0,6%, mientras que el vidrio, representado en la categoría Botellas y Frascos de vidrio, alcanza un 2,2%. El resto de los materiales, como diversos tipos de papel (bond, color, periódico) y poliestireno, presentan porcentajes inferiores al 0,5%, siendo casi imperceptibles en la composición general.

El panorama para las acciones de reciclaje es complicado, como muestra esta composición de los desechos. La escasa presencia mundial de materiales con valor de mercado indica que están muy esparcidos en una corriente de residuos compuesta

principalmente por materia orgánica. Esta característica reduce considerablemente la posibilidad de que se recupere, aumentando el costo de los procesos de separación, clasificación y comercialización subsiguiente.

La cantidad relativamente alta de plásticos parece ser un reflejo de hábitos de consumo relacionados con los productos empaquetados y desechables. Además, la escasez de papel y vidrio puede explicarse por la presencia de circuitos informales de recuperación o porque en la comunidad se producen menos cantidades de estos materiales.

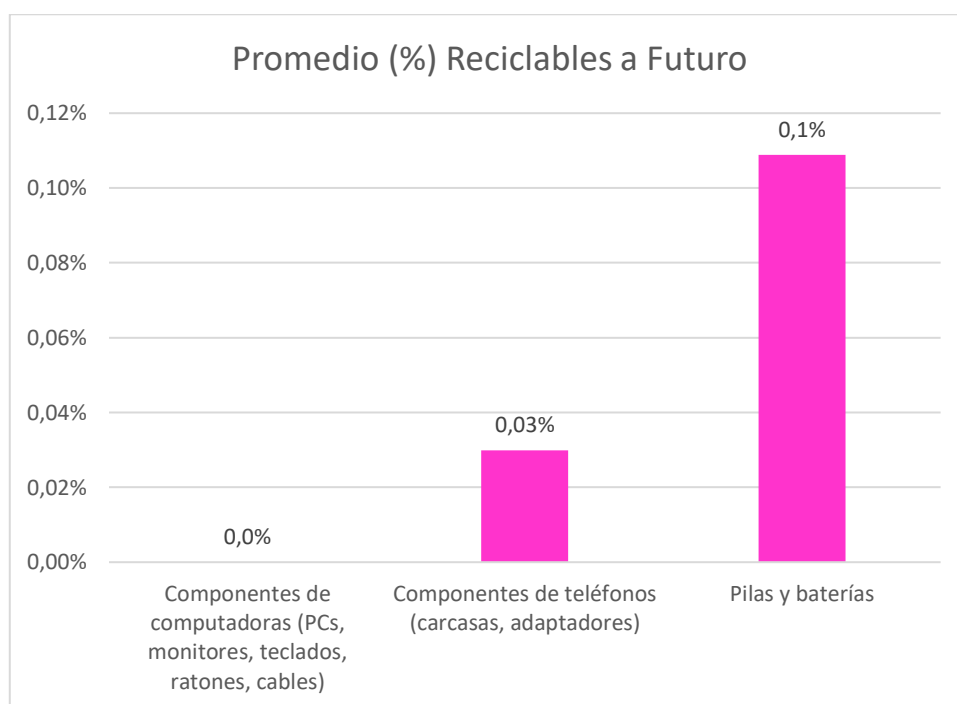


Figura 13. Promedio de Reciclables a Futuro en Muestra

Fuente: Medrano J. (2025)

El análisis cuantitativo de los denominados reciclables a futuro, que comprende componentes de computadoras, componentes de teléfonos y pilas o baterías, revela una presencia marginal en la composición global de los residuos sólidos urbanos, con porcentajes promedio relativamente bajos. Estas cifras, enmascaran un problema crítico de gestión y ambiental. Su muy baja proporción no indica una escasa generación, sino más bien una eficiente canalización hacia flujos de manejo especial o, en un escenario negativo, su disposición inadecuada en canales no formales, lo que explicaría su casi nula aparición en la bolsa de residuos domiciliarios común.

La virtual ausencia de estos componentes en el flujo general de residuos es, en realidad, un indicador alarmante. Los RAEE y las pilas son residuos peligrosos por su

contenido de metales pesados y sustancias tóxicas, cuyo manejo debe ser especializado. Sin duda, el hecho de que estos residuos no acaben en un vertedero convencional podría parecer una ventaja. Sin embargo, la falta de un sistema formal para la recolección y el reciclaje sugiere que su gestión actual depende de circuitos informales. Esta circunstancia representa peligros importantes tanto para la salud de los recuperadores como para el medioambiente, ya que a menudo incluyen procedimientos inadecuados de desensamble y disposición final.

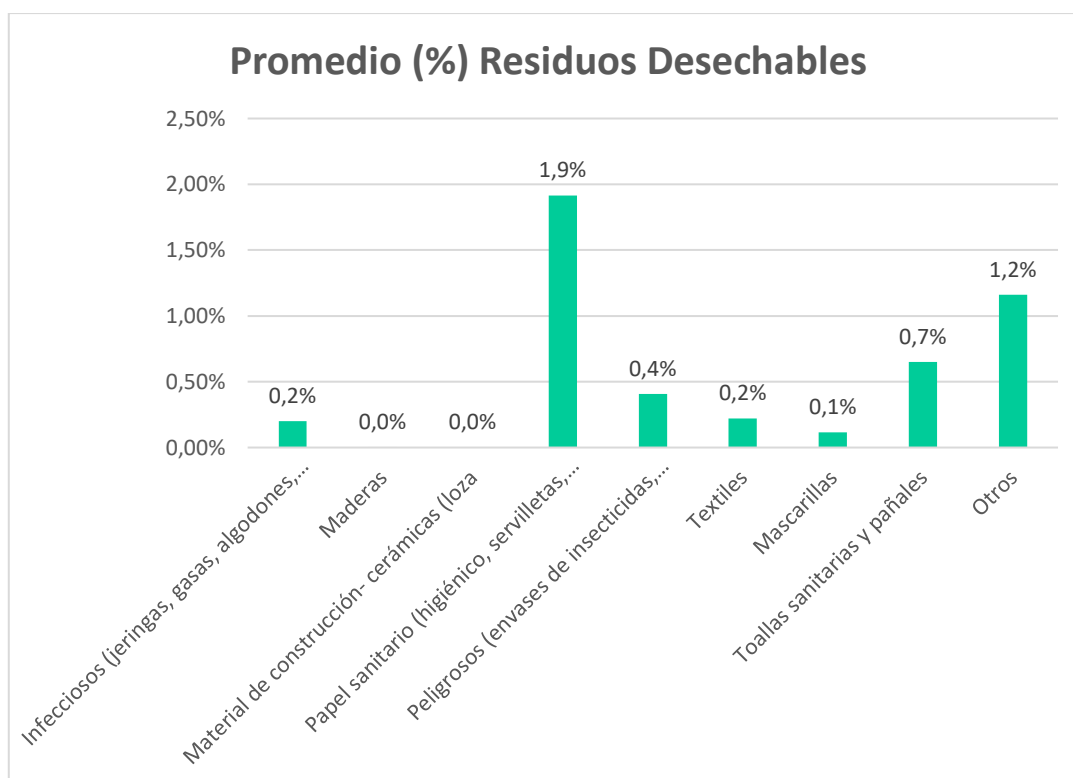


Figura 14. Promedio de Residuos Desechables en Muestra

Fuente: Medrano J. (2025)

La clasificación de los componentes de desecho que requieren un manejo especial en los residuos sólidos urbanos recogidos en el cantón, valida la existencia de materiales que necesitan ser tratados de manera particular debido a su impacto en el ecosistema y la salud. Los residuos peligrosos encontrados en las fundas representan un 0.4% del total de las muestras recogidas, los desechos infecciosos constituyen un 0.2%. A pesar de que estos porcentajes pueden parecer bajos, se vuelven significativos cuando se considera el alto riesgo que representan para la gente que se dedica al reciclaje y el medio ambiente si no son tratados de manera apropiada.

Destacan particularmente los papeles sanitarios con un 1.9% del total, seguidos

por las toallas sanitarias y pañales con 0.7%. Estos productos de higiene personal, de uso cotidiano y generalizado, representan un desafío para los sistemas de gestión por su volumen y características de disposición. Las mascarillas, incluidas en el análisis posiblemente como resultado de su uso durante la pandemia, representan un 0.1%, mientras que los textiles alcanzan un 0.2% del total de residuos.

La aparición continua de estos materiales en el flujo general de desechos pone de manifiesto la necesidad de desarrollar sistemas especializados para su correcta gestión de parte de las autoridades municipales. Al desechar estos productos a través del sistema de disposición común, junto con residuos orgánicos y materiales que pueden reciclarse, no solo provocan contaminación cruzada, sino también obstaculizan la valorización de otros materiales.

4.5. Densidad Suelta de RSU del Cantón Santiago de Quero

La densidad aparente de los residuos sólidos municipales (RSU), que es la relación entre la cantidad de residuos y el volumen que ocupan antes de cualquier proceso de compactación, es un parámetro esencial para la gestión integral de residuos. Esta actividad tiene un impacto directo en la eficiencia del transporte, el almacenamiento temporal y la elección de las técnicas de manipulación. La información obtenida durante siete días consecutivos es de utilidad para el diseño y dimensionamiento de los sistemas locales de manejo de residuos en el cantón.

Tabla 12.
Densidad Suelta por días y promedio

ESTR ATO	DENSIDAD (Kg/m3)							
	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	PROMEDIO
B	263,04	238,26	251,74	215,65	232,17	242,17	210,87	236,27
C	157,39	166,52	148,70	168,70	140,43	181,96	161,74	160,78

Fuente: Medrano J. (2025)

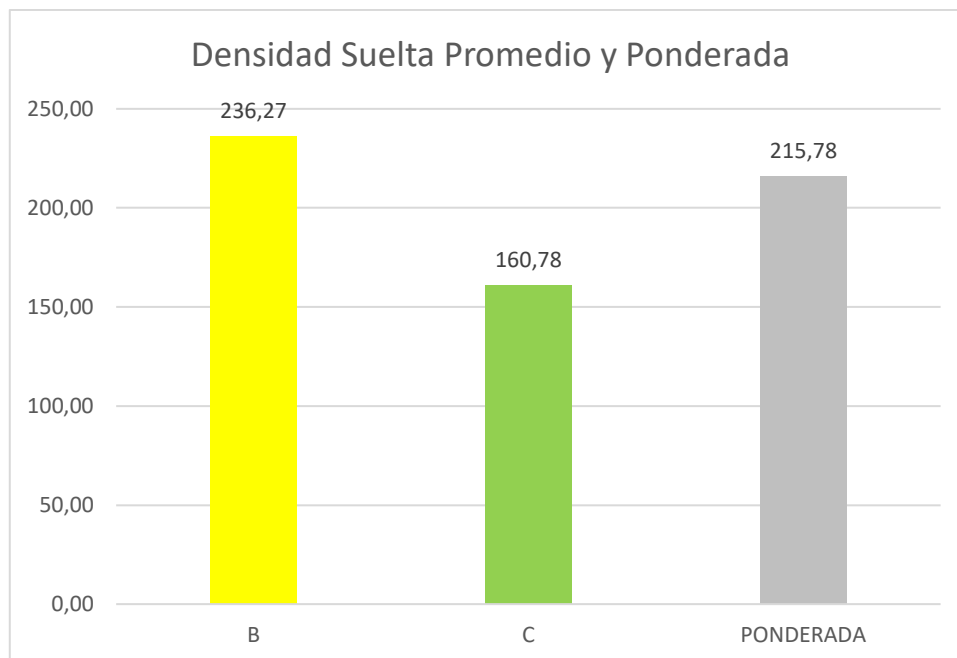


Figura 15. Densidad Suelta Promedio y Ponderada

Fuente: Medrano J. (2025)

El análisis de densidad de los residuos en Santiago de Quero gana profundidad al compararlo con datos de estudios realizados en cantones vecinos. La siguiente tabla sintetiza los hallazgos clave para una comparación directa.

Tabla 13.

Comparación de la Densidad Ponderada entre Quero y Cevallos

Cantón	Densidad Ponderada de RSU (kg/m³)	Características Socioeconómicas y de Composición Relevantes
Santiago de Quero	215.78	Estructura bipolar (Estratos B y C). Alta densidad en estrato B (236.27) asociada a predominio de materia orgánica.
Cevallos	210.86	Población predominantemente del estrato C (72.22%) . Economía basada en comercio, textiles y turismo . Marcado predominio de materia orgánica en los RSU .

Fuente: Medrano J. (2025)

La comparación de los datos disponibles permite contextualizar los resultados de Santiago de Quero dentro de la realidad regional:

- **Similitud con Cevallos:** La densidad ponderada de Quero es muy similar a la reportada para Cevallos. Este paralelismo es notable considerando que Cevallos tiene una composición socioeconómica diferente, con una abrumadora mayoría en el estrato C . Ambos cantones comparten, sin embargo, una marcada presencia

de materia orgánica en sus residuos, lo que parece ser un factor clave que determina una densidad elevada y consistente en la región .

- **Un patrón regional en la composición:** La predominancia de materia orgánica se identifica como un denominador común en los estudios de caracterización de residuos de estos cantones de Tungurahua . Este hallazgo sugiere que, más allá de las variaciones en la estratificación socioeconómica, los patrones de consumo y descarte de la población en la provincia generan un perfil de residuos con una alta carga de material orgánico.
- **Contraste en la variabilidad interna:** Santiago de Quero muestra una diferencia sustancial en la disparidad interna de densidades entre sus estratos (236,27 vs. 160,78 kg/m³). Este dato sugiere que, a pesar de la homogeneidad general en la generación per cápita, los hábitos de consumo o la composición detallada de los residuos dentro de cada estrato sí varían de manera significativa, un aspecto que podría estar menos marcado en un cantón con una composición socioeconómica menos bipolar que la de Quero.

Cuando se comparan los rasgos del perfil de Quero con los de otros cantones de la zona, se manifiestan características que lo vuelven único. Su composición socioeconómica se distingue por una fuerte concentración en los grupos C y B, sin que haya presencia de extremos económicos. Esta disposición se diferencia de la realidad de cantones cercanos, como Cevallos, donde el nivel C es mayoritario, o Guano, que tiene una repartición más variada entre los cuatro estratos sociales.

Esta característica se manifiesta en patrones de producción de residuos que son interesantes. Aunque la cantidad de desechos generada por cada individuo es parecida en ambos estratos, surgen diferencias significativas al examinar la densidad de estos residuos. Los residuos del estrato B son mucho más compactos, con cifras parecidas a las de Cevallos (210.86 kg/m³), mientras que los residuos del estrato C son significativamente menos densos (160.78 kg/m³). Esta diferencia indica que, a pesar de que la cantidad de basura producida es semejante, los tipos de materiales desechados son significativamente distintos entre los dos grupos sociales.

La predominancia de materia orgánica, que alcanza el 80,6% en la composición global de residuos, emerge como un factor determinante en las características físicas de los residuos del cantón. Este porcentaje supera considerablemente los registros de otras localidades de la provincia, lo que sugiere patrones de consumo y gestión de desechos específicos del contexto local. La marcada estacionalidad en la generación, con valores

máximos los domingos y mínimos los miércoles, refleja dinámicas sociales y económicas intrínsecas al cantón que trascienden las variables estrictamente socioeconómicas.

Una combinación específica de factores tiene un impacto directo en el manejo de los desechos sólidos urbanos del cantón Santiago de Quero. La adecuada planificación de las rutas y turnos para la recolección es más fácil cuando el volumen de residuos generados por cada habitante se mantiene estable, los cambios en el peso y la compactación de los desechos requieren ajustar la capacidad de los vehículos recolectores además de la colocación de contenedores en las zonas urbanas donde se requiere mayor capacidad.

La gran cantidad de material orgánico supone un desafío logístico y, al mismo tiempo, una oportunidad valiosa para crear sistemas de utilización por medio de compostaje o tratamientos biológicos, además considerando las grandes extensiones de tierras dedicada a la agricultura, la reutilización sería un potenciador económico. La experiencia adquirida en cantones cercanos muestra que las estrategias exitosas en comunidades con realidades socioeconómicas distintas requerirían grandes modificaciones para operar correctamente en ese contexto particular, sin embargo Quero al ser una población homogénea permite generar planes de acción inmediata.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones.

- Se logró identificar las características urbanísticas y socioeconómicas del área urbana del cantón Santiago de Quero, identificándose la presencia de dos estratos socioeconómicos predominantes, el estrato B que corresponde al 72,86%, mientras el estrato C que constituye el 27,14% de las viviendas. El estrato B se localiza en el área central mientras el C en las áreas que conectan hacia el campo. Se debe destacar que no se encontraron manzanas con valoración A o D.
- Se pudo determinar que la PPC ponderada de Santiago de Quero es de 0,372 kg/hab/día. Se observó que los días domingo y sábado con 0,397 kg/hab/día presentan los valores más altos, asociados a dinámicas de consumo propias del fin de semana, mientras que los miércoles con 0,326 kg/hab/día registraron la menor generación. El estrato B presentó una PPC ligeramente superior de 0,377 kg/hab/día en comparación con el estrato C de 0,357 kg/hab/día).
- El análisis de los residuos urbanos en Quero determinó que más del 80% corresponde a desechos orgánicos, mientras los materiales reciclables apenas alcanzan un 11.5%, evidenciando una mínima separación en origen. La densidad promedio de 215.78 kg/m³ varía significativamente entre sectores (236.27 kg/m³ en estrato B frente a 160.8 kg/m³ en C), lo que implica diseñar sistemas de recolección diferenciados. Adicionalmente, se identificó un 1.9% de residuos peligrosos que requieren manejo especial.

5.2. Recomendaciones.

- Se recomienda poner en marcha un programa de separación en origen y aprovechamiento de residuos orgánicos, dada su amplia predominancia en la composición de los desechos del cantón. La estrategia podría incluir la instalación progresiva de composteras familiares y comunitarias, principalmente en la zona aledaña al mercado Juan Alarcón, complementadas con una planta municipal de compostaje. Esta acción produciría compostaje para uso agrícola, cerrando así el ciclo de la materia orgánica de manera sostenible.
- Implementar un sistema de recolección diferenciada que facilite la recuperación eficiente de materiales inorgánicos, complementado con la dotación de contenedores especializados y campañas continuas de educación ciudadana. Esto permitirá integrar estos recursos en cadenas formales de reciclaje, impulsando su aprovechamiento y comercialización.
- Crear un sistema específico para manejar los residuos especiales y peligrosos, como materiales infecciosos, electrónicos y sustancias riesgosas. Esto incluye establecer protocolos claros y habilitar puntos de acopio temporal seguro, accesibles para la comunidad, que eviten que estos desechos se mezclen con los residuos comunes. Esta medida es fundamental para proteger tanto la salud de las personas como el entorno natural.
- Establecer un sistema de gestión para residuos especiales y peligrosos, incluyendo materiales infecciosos, electrónicos y sustancias de riesgo. Para ello, se sugiere crear protocolos operativos claros y habilitar puntos de acopio temporal seguro, accesibles y debidamente señalizados, que impidan que estos desechos se mezclen con los residuos convencionales. Esta acción no solo prevendrá impactos ambientales, sino que protegerá la salud de la población y de los trabajadores involucrados en el manejo de residuos.
- Implementar un programa permanente de educación ambiental que llegue a todos los sectores de la comunidad, con mensajes prácticos sobre separación de residuos, técnicas de compostaje doméstico, manejo seguro de desechos peligrosos y reducción en la generación de basura. La estrategia debe combinar talleres participativos, material visual claro y ejemplos concretos que muestren los beneficios ambientales y económicos de estas prácticas, creando así una cultura ciudadana comprometida con la gestión sostenible de residuos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] GADMQ, «División Política del Cantón Santiago de Quero,» 2025. [En línea]. Available: <https://www.quero.gob.ec/division-politica/>.
- [2] INEC, «Censo Ecuador,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.censoecuador.gob.ec/resultados-censo/#resultados>.
- [3] La Hora, «Quero y Patate son los cantones con menos cobertura de alcantarillado en Tungurahua,» 14 Noviembre 2023.
- [4] La Hora, «Quero con problemas para la recolección de basura,» 26 Marzo 2021.
- [5] AME, «Alcaldes de Quero y Guano analizan convenio para tratamiento de desechos sólidos,» 31 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://ame.gob.ec/2019/05/31/alcaldes-quero-guano-analizan-convenio-tratamiento-desechos-solidos/>.
- [6] INEC, «Gestión de Residuos 2022,» Diciembre 2023. [En línea]. Available: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2022/Residuos_Solidos/Boletin_Tecnico_Residuos_2022%20VF.pdf?utm_source.
- [7] INEC, diciembre 2023. [En línea]. Available: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2022/Residuos_Solidos/Presentacion_GIRS_2022vFINAL.pdf.
- [8] A. & G. A. Arellano, «Método para la Determinación de la Muestra para Estudios de Producción de Residuos Sólidos y/o de Consumo de Agua Potable en poblaciones menores a 150.000 habitantes,» 2014.
- [9] GADMQ, «Ordenanzas del GADM de Quero,» 2025. [En línea]. Available: <https://www.quero.gob.ec/ordenanzas/>.
- [10] OPS, «Residuos sólidos: el reto de mejorar la gestión desde el diálogo sobre las mejores prácticas y la apuesta por la economía circular,» 19 Septiembre 2024. [En línea]. Available: <https://www.paho.org/es/noticias/19-9-2024-residuos-solidos-reto-mejorar-gestion-desde-dialogo-sobre-mejores-practicas>.
- [11] S. Cajo Solano, Desarrollo de un sistema de gestión ambiental de residuos sólidos urbanos del cantón Quero, provincia de Tungurahua., Latacunga: UTC, 2023.
- [12] Banco Interamericano de Desarrollo, «¿Qué hacer con los residuos sólidos urbanos?,» Sector de Infraestructura y Energía, 2022.
- [13] E. Alayón, «Guía para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos,» *INVENTUM*, vol. 29, n° 15, pp. 76-94, 2021.
- [14] N. R. E. C. P. M. A. G. C. L. I. R. M. & T. V. Ferronato, «Introducción de la economía circular en los países en desarrollo: un estudio de caso sobre la recuperación de residuos en Bolivia,» *Materiales*, vol. 4, n° 13, pp. 189-215, 2020.
- [15] Banco Mundial, «Residuos sólidos urbanos: Gestionando los flujos de residuos en áreas de alta densidad,» 2023.
- [16] A. & U. J. Saéz, «Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe,» *Omnia*, vol. 20, n° 3, pp. 121-135, 2014.
- [17] Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, «Proyecto de Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva (GRECI),» 2023. [En línea]. Available: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/07/1.pdf>.
- [18] Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, «Informe de Gestión Anual 2022,» 2022.
- [19] Banco Mundial, «Gestión de residuos sólidos en municipios intermedios: Enfoque hacia la economía circular,» 2023.

- [20] M. Garrido, Metodología de Diagnostico Ambiental de Vertederos. Tesis, Andalucia, España, 2008.
- [21] J. & G. A. Gonzáles, Análisis Situacional de los Residuos Urbanos y Propuesta Técnica de Optimización de Transporte y Rutas en la Ciudad de Chambo, Chimborazo. Tesis, Riobamba, Ecuador, 2014.
- [22] V. Santillán Yambay, Caracterización de Residuos Sólidos y Propuesta Técnica para Transporte y Rutas de Recolección en la Parroquia San Luis, Cantón Riobamba. Riobamba., Riobamba, Ecuador, 2018.
- [23] A. & R. I. Quezada, Caracterización de residuos sólidos urbanos del cantón Guano parroquia La Matriz, Riobamba, Ecuador, 2024.
- [24] B. Mejía, Caracterización de residuos sólidos urbanos del cantón Cevallos provincia de Tungurahua. Tesis, Riobamba, Ecuador, 2024.
- [25] F. Quishpe, “Caracterización de residuos sólidos urbanos de la parroquia Yaruquíes del cantón Riobamba”. Tesis., Riobamba, 2024.
- [26] M. & P. S. Lucero, Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de Macas. Tesis, Riobamba, 2023.
- [27] A. & R. I. Quezada, Caracterización de residuos sólidos urbanos del cantón Guano parroquia La Matriz. Tesis., Riobamba, 2024.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha completada de Caracterización Urbanística.

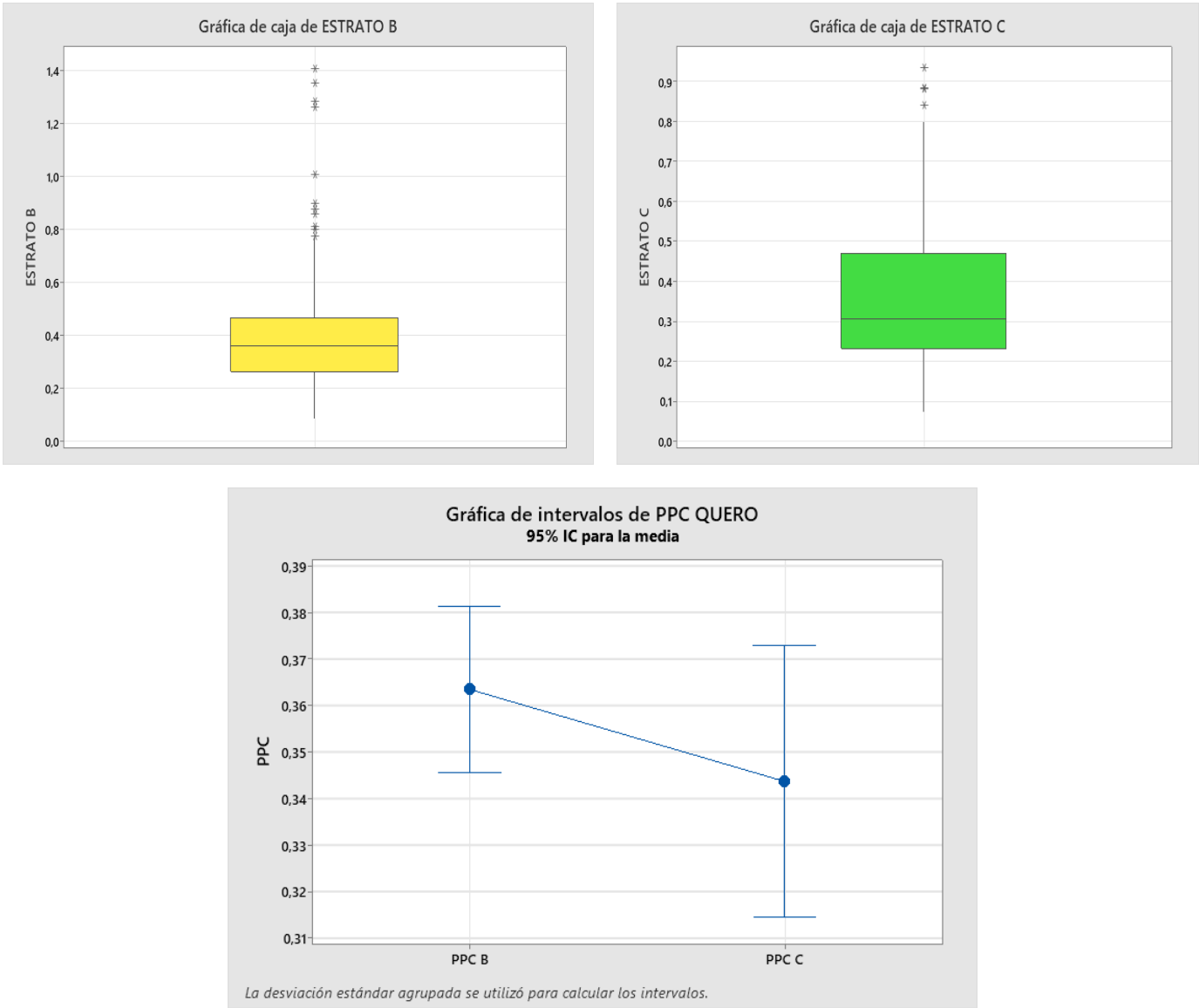
SECTOR	FECHA:		MANZANA															PUNTAJUE POR LADO DE MANZANA										P. MANZANA		CATEGORIAS												
	Me N°	LADOS	# DE CASAS	CANTIDAD DE EDIFICACIONES DE USO								VIVIENDAS (#)				CALIDAD		SERVICIOS QUE DISPONE					CANTIDAD DE EDIFICACIONES RESIDENCIALES Y MIXTAS	PUNTOS	CANTIDAD DE PISOS	PUNTOS	CALIDAD DE LAS FACHADAS	PUNTOS	CALIDAD DE LAS CALZADAS	PUNTOS	SERVICIOS QUE DISPONE	PUNTOS	TOTAL PUNTOS POR LADO	TOTAL PUNTOS POR MANZANA	CATEGORIA DEL LADO	CATEGORIA DE MANZANA						
				RESIDENCIAL	COMERCIO	MIXTA	MERCADO	EDUCACIÓN PÚBLICA	PARQUES	SALUD	IGLESIAS	BALDIO	1 PISOS	2 PISOS	3 PISOS	4 o + PISOS	FACHADAS (CALIFICACIÓN DEL 1 AL 5)	CALZADA (MARQUE CON UNA X) ASF/ADQ PIEDRA TIERRA	MARQUE LOS SERVICIOS OBSERVADOS																							
																			1) AGUA POTABLE PÚBLICO	2) LUZ ELÉCTRICA	3) SEGURIDAD PRIVADA	4) ALUMBRADO PÚBLICO															5) AL CANTRIL LADO					
																																						1	2	3	4	5
1	1	5	3		1					1	2	2		2	X									4	10	6	10	2	5	ASF/ADQ	20	4	8	53	116	B	C					
	2	1								1																																
	3	4	3							1	2	1			X								X	X	X	X		3	10	4	20	2	5	ASF/ADQ		20		4	8	63	D	
	4																																									
2	1	4	1							3	1				2	X							X	X	X	X	1	20	1	20	2	5	ASF/ADQ	20	4	8	73	253	B	B		
	2	5	4								1	2	1		1	X							1	ASF/ADQ	10	8	10	1	1	ASF/ADQ	20	4	8	49	C							
	3	3	3												3	X							X	X	X	X	3	10	4	20	3	10	ASF/ADQ	20	4	8	68		B			
	4	5	4					1			3	1			2	X							X	X	X	X	4	10	5	20	2	5	ASF/ADQ	20	4	8	63		B			
3	1	5	2	2	1						2	2	1		2	X							X	X	X	X	3	10	4	20	2	5	ASF/ADQ	20	4	8	63	184	B	C		
	2	3	3									2	1		3	X							X	X	X	X	3	10	4	20	3	10	ASF/ADQ	20	4	8	68		B			
	3	4	4									1			2	X							X	X	X	X	4	10	7	10	2	5	ASF/ADQ	20	4	8	53		D			
	4																																									
Mercado	1	2				1																																				
	2	1				1																																				
	3	2			1																																					
	4	1						1																																		
4	1	6	5	1							3	2	1		2	X							X	X	X	X	6	5	10	10	2	5	ASF/ADQ	20	4	8	48	126	C	C		
	2	4	2	1			1					1			3	X							X	X	X	X	2	20	5	20	3	10	ASF/ADQ	20	4	8	78		A			
	3	1																																								
	4																																									
5	1	7	6								1	1	5		2	X							X	X	X	X	6	5	11	5	2	5	ASF/ADQ	20	4	8	43	112	C	C		
	2	1																																								
	3	1	1									1			1	X							X	X	X	X	1	20	1	20	1	1	ASF/ADQ	20	4	8	69		D			
	4																																									
6	1	6	4								2	2	1	1		3	X						X	X	X	X	4	10	7	10	3	10	ASF/ADQ	20	4	8	58	200	B	B		
	2	2	1							1					2	X							X	X	X	X	1	20	1	20	2	5	ASF/ADQ	20	4	8	73		B			
	3	1																																								
	4	2	1												1	X							X	X	X	X	1	20	2	20	1	1	ASF/ADQ	20	4	8	69		D			
7	1	5	2	1							2		2										X	X	X	X	2	20	4	20	2	5	TIERRA	5	4	8	58	228	B	B		
	2	5	4								1	3	1		2								X	X	X	X	4	10	5	20	2	5	TIERRA	5	4	8	48		C			
	3	5	4								1	3	1		2	X							X	X	X	X	4	10	5	20	2	5	ASF/ADQ	20	4	8	63		B			
	4	3	3										1	2		1	X						X	X	X	X	3	10	5	20	1	1	ASF/ADQ	20	4	8	59		B			
8	1	2	1										1																													
	2	2	1									1				1	X						X	X	X	X	1	20	1	20	1	1	ASF/ADQ	20	4	8	69	123	B	C		
	3	1																																								
	4	1																																								
9	1	9	6								3	4	2			2	X						X	X	X	X	6	5	8	10	2	5	ASF/ADQ	20	4	8	48		190		C	C
	2	4	1								3	1				1	X						X	X	X	X	1	20	1	20	1	1	ASF/ADQ	20	4	8	69	B				
	3	3				1					1	1				2	X						X	X	X	X	1	20	1	20	2	5	ASF/ADQ	20	4	8	73	B				
	4																																									
10	1	1									1																															
	2	4	4									3	1			1							X	X	X	X	X	4	10	5	20	1	1	TIERRA	5	4	8	44	160	C	C	
	3	4	1	1	2							1	2			2	X						X	X	X	X	3	10	5	20	2	5	ASF/ADQ	20	4	8	63	B				
	4	4	2									2	2			2	X						X	X	X	X	4	10	6	10	2	5	ASF/ADQ	20	4	8	53	B				
11	1	1									1					1	X						X	X	X	X	3	10	4	20	1	1	ASF/ADQ	20	4	8	59	171		B		C
	2	4	1	1	2							2	1			2	X						X	X	X	X	3	10	5	20	2	5	ASF/ADQ	20	4	8	63		B			
	3	6	1	3	2											1	X						X	X	X	X	4	10	6	10	1	1	ASF/ADQ	20	4	8	49		C			
	4	4	4										3			2	X						X	X	X	X	1	20	1	20	2	5	ASF/ADQ	20	4	8	73		B			
12	1	3	1	1							1	1																														
	2	2	1													1	2	X																								
	3	1	1										1			2	X						X	X	X	X	1	20	2	20	2	5	ASF/ADQ	20	4	8	73	219	B	B		
	4																																									
13	1	10	5	3	1						3	2	1			2	X						X	X	X	X	6	5	10	10	2	5	ASF/ADQ	20	4	8	48		247		B	B
	2	5	1	2	2										3	X							X	X	X	X	3	10	5	20	3	10	ASF/ADQ	20	4	8	68				B	
	3	8	1	4	2						1	2				3	X						X	X	X	X	3	10	6	10	3	10	ASF/ADQ	20	4	8	58	B				
	4	3	2								1	2				2	X						X	X	X	X	2	20	2	20	2	5	ASF/ADQ	20	4	8	73	B				
14	1	7	5	1	1						1	1		4		3	X						X	X	X	X	6	5	15	5	3	10	ASF/ADQ	20	4	8	48	190	C	C		
	2	1																																								
	3	1	1										1			2	X						X	X	X	X	1	20	2	20	2	5	ASF/ADQ	20	4	8	73		B			
	4	1	1									1				1	X						X	X	X	X	1	20	1	20	1	1	ASF/ADQ	20	4	8	69		B			
15	1	3	1				</																																			

Anexo 2. Encuesta Socioeconómica.

INFORMACIÓN GENERAL									
ENCUESTA Nº	DIRECCIÓN:	FECHA:	SECTOR INEC:	MANZANA:	CASA CÓDIGO:				
NOMBRE DEL ENCUESTADO:		ES UD LA CABEZA DEL HOGAR SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>							
INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA									
1.- Nº DE PERSONAS QUE HABITAN EN EL HOGAR:	2.- Nº DE PERSONAS QUE DUERMEN GENERALMENTE EN EL HOGAR	3.- EN QUÉ TRABAJA USTED			4.- Nº DE PERSONAS QUE APORTAN ECONÓMICAMENTE EN EL HOGAR	5.- A CUÁNTAS PERSONAS MANTIENE	6.- CUÁNTAS PERSONAS COMEN EN EL HOGAR		
<input type="text"/>	<input type="text"/>	1) JUBILADO <input type="checkbox"/> 2) COMERCIANTE <input type="checkbox"/> 3) TRANSPORTISTA <input type="checkbox"/> 4) AGRICULTOR <input type="checkbox"/> 5) GANADERO <input type="checkbox"/> 6) ENSEÑANZA <input type="checkbox"/> 7) GERENTE O DIRECTOR <input type="checkbox"/> 8) TRABAJADOR DE LOS SERVICIOS <input type="checkbox"/>	9) PROFESIONAL Y/O TÉCNICO <input type="checkbox"/> 10) MANUFACTURA <input type="checkbox"/> 11) EMPLEADO DE OFICINA <input type="checkbox"/> 12) TRABAJADOR NO CALIFICADO <input type="checkbox"/> 13) OPERARIO U OPERADOR DE MAQUINARIAS <input type="checkbox"/> 14) ESTUDIANTE <input type="checkbox"/> 14) OTRO <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	FRECUENTEMENTE <input type="checkbox"/> OCASIONALMENTE <input type="checkbox"/> RARA VEZ <input type="checkbox"/>	
13.- TIENEN VEHÍCULOS EN EL HOGAR	12.- LA VIVIENDA ES	11.- LA VIVIENDA QUE UD HABITA LA UTILIZA COMO			10.- Nº DE DORMITORIOS DE LA VIVIENDA	9.- Nº DE PISOS QUE OCUPA EN LA VIVIENDA	8.- CUÁLES		7.- TIENE ANIMALES
1) SI <input type="checkbox"/> 2) NO <input type="checkbox"/> USO PERSONAL <input type="text"/> DE TRABAJO <input type="text"/>	1) PROPIA <input type="checkbox"/> 2) ARRENDADA <input type="checkbox"/> 3) PRESTADA <input type="checkbox"/> 4) HEREDADA <input type="checkbox"/>	- COMERCIAL <input type="checkbox"/> VENTA DE COMIDAS Y BEBIDAS <input type="checkbox"/> TIENDA DE ABASTOS <input type="checkbox"/> SUPERMERCADO <input type="checkbox"/> ROPA <input type="checkbox"/> LAVADORA <input type="checkbox"/> PELUQUERIA <input type="checkbox"/> MECANICA <input type="checkbox"/> OFICINA <input type="checkbox"/> FARMACIA <input type="checkbox"/> LICORERIA <input type="checkbox"/> HOSPEDAJE <input type="checkbox"/> PAPELERIA <input type="checkbox"/> - EDUCATIVA <input type="checkbox"/> - RESIDENCIAL <input type="checkbox"/> CASA <input type="checkbox"/> DEPARTAMENTO <input type="checkbox"/> CUARTO <input type="checkbox"/>			<input type="text"/>	<input type="text"/>	- PERRO <input type="checkbox"/> - CUY <input type="checkbox"/> - GATO <input type="checkbox"/> - OVEJA <input type="checkbox"/> - CHANCHO <input type="checkbox"/> - AVES <input type="checkbox"/> - BURRO <input type="checkbox"/> - OTRO <input type="text"/> - CONEJO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
14.- SERVICIOS QUE DISPONE					15.- CUÁLES DE LOS SIGUIENTES GASTOS SON MÁS IMPORTANTES EN SU HOGAR (ENUMERE EN EL ORDEN DE IMPORTANCIA)			16.- TIENE JARDÍN	
1) AGUA POTABLE <input type="checkbox"/> 5) ALUMBRADO PÚBLICO <input type="checkbox"/> 9) TV PAGADA <input type="checkbox"/> 2) LUZ ELÉCTRICA <input type="checkbox"/> 6) RECOLECCIÓN DE BASURA <input type="checkbox"/> 10) EMPLEADA DOMÉSTICA <input type="checkbox"/> 3) TELF CONVENCIONAL <input type="checkbox"/> 7) TELF CELULAR <input type="checkbox"/> 11) SEGURIDAD PRIVADA <input type="checkbox"/> 4) ALCANTARILLADO <input type="checkbox"/> 8) INTERNET <input type="checkbox"/> 12) OTRO <input type="text"/>					ALIMENTACIÓN <input type="checkbox"/> EDUCACIÓN <input type="checkbox"/> SEGUROS <input type="checkbox"/> SALUD <input type="checkbox"/> VESTUARIO <input type="checkbox"/> VIAJES <input type="checkbox"/> VIVIENDA <input type="checkbox"/> CRÉDITOS <input type="checkbox"/> OTROS <input type="text"/>			SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
RESIDUOS									
21.- BOTA UD EL PAPEL HIGIÉNICO DENTRO DEL INODORO	20.- COBRA ALGO POR ENTREGAR ESTOS MATERIALES A LOS RECIKLADORES	19.- CADA CUANTO TIEMPO ENTREGA ESTOS MATERIALES A LOS RECIKLADORES		18.- QUÉ TIPO DE MATERIALES ENTREGA A LOS RECIKLADORES			17.- ENTREGA UD. ALGÚN TIPO DE BASURA A LOS RECIKLADORES		
SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> A VECES <input type="text"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> A VECES <input type="text"/>	CONSTANTEMENTE <input type="checkbox"/> RARA VEZ <input type="checkbox"/> A VECES <input type="text"/> OTRO <input type="text"/>		1) CHATARRA <input type="checkbox"/> 4) PAPEL Y CARTÓN <input type="checkbox"/> 7) RESIDUOS PARA CHANCHOS <input type="checkbox"/> 2) ROPA <input type="checkbox"/> 5) PERIÓDICO <input type="checkbox"/> 8) OTRO <input type="text"/> 3) BOTELLAS <input type="checkbox"/> 6) MUEBLES <input type="checkbox"/>			SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
OBSERVACIONES DE CAMPO									
SIMBOLOGÍA	TIPO DE VIVIENDA (INEC)	ESTADO DE LA FACHADA		ACERA		CALLE			
CALIDAD EN ÓPTIMAS CONDICIONES A EN BUENAS CONDICIONES B EN MALAS CONDICIONES C	- MEDIAGUA <input type="checkbox"/> - RANCHO <input type="checkbox"/> - COVACHA <input type="checkbox"/> - CHOZA <input type="checkbox"/>	CATEGORÍA A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> *Se refiere al estado de elementos como: pintura exterior, ventanas, puertas, cubierta, cerramiento.		TIPO BALDOSA <input type="checkbox"/> ENCEMENTADA <input type="checkbox"/> TIERRA <input type="checkbox"/> NO EXISTE <input type="checkbox"/> CATEGORÍA A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/>		TIPO ASFALTADA <input type="checkbox"/> ADOQUINADA <input type="checkbox"/> LASTRADA <input type="checkbox"/> TIERRA AFIRMADA <input type="checkbox"/> EMPEDRADA <input type="checkbox"/> CATEGORÍA A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/>			
NOMBRE DEL ENCUESTADOR:					FIRMA:				

Fuente: Arellano et al. (2014)

Anexo 3. Análisis de valores Atípicos y ANOVA, de producción per cápita en MINITAB.



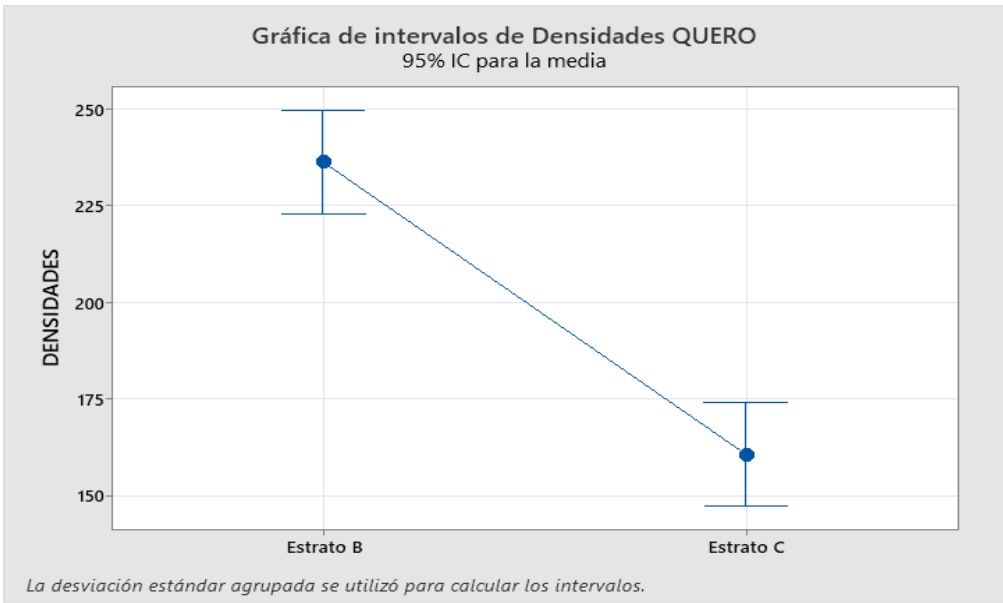
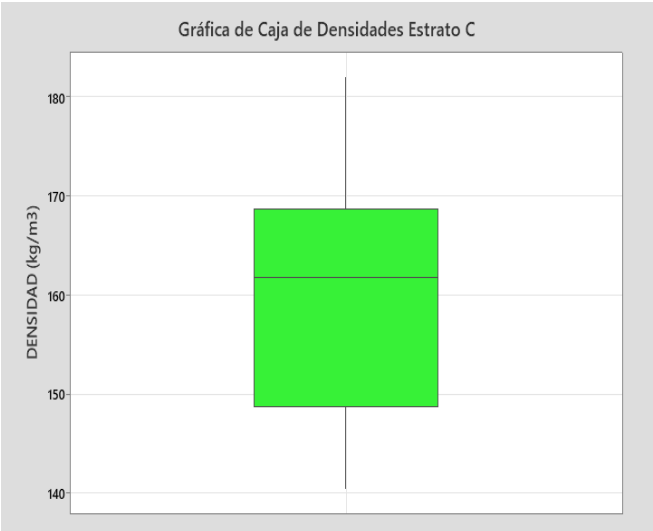
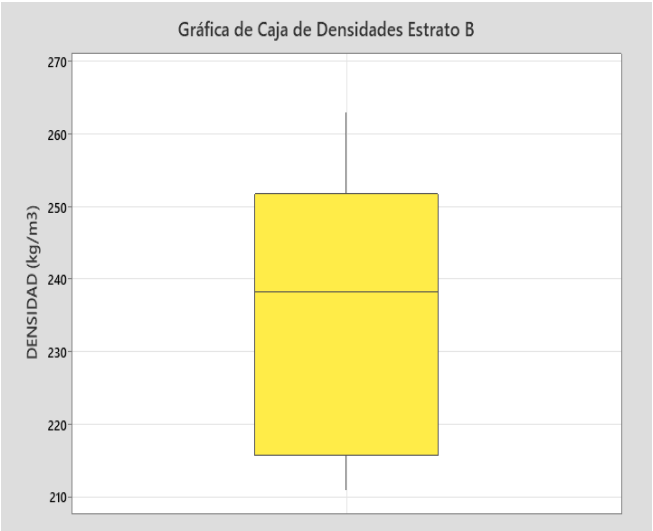
Fuente: Medrano J. (2025)

Anexo 4. Ficha de Registro por Componentes.

COMPONENTES				
Fecha:	Peso Inicial (Kg)	Peso Inicial (Kg)	Peso Inicial (Kg)	Peso Inicial (Kg)
COMPONENTES	Peso (gramos)			
	Estrato A	Estrato B	Estrato C	Estrato D
Botellas de Plástico				
Botellas y frascos de Vidrio				
Cartón				
Componentes de Computadora (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)				
Componentes de teléfonos(carcazas, adaptadores)				
Cuero y caucho				
Infecciosos(jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)				
Maderas				
Material de construcción- cerámicas (lozas)				
Metales				
Orgánicos(sobras de comida, rastros de jardín, excrementos de animales, cascaras)				
Papel bond blanco				
Papel de color				
Papel periódico				
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)				
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)				
Pilas y baterías				
Plástico fino(bolsas, envolturas de caramelo)				
Plástico grueso(baldes, tarrinas, tarros, juguetes)				
Tetrapak				
Textiles				
Toallas sanitarias y pañales				
Otros				
Total (g)				

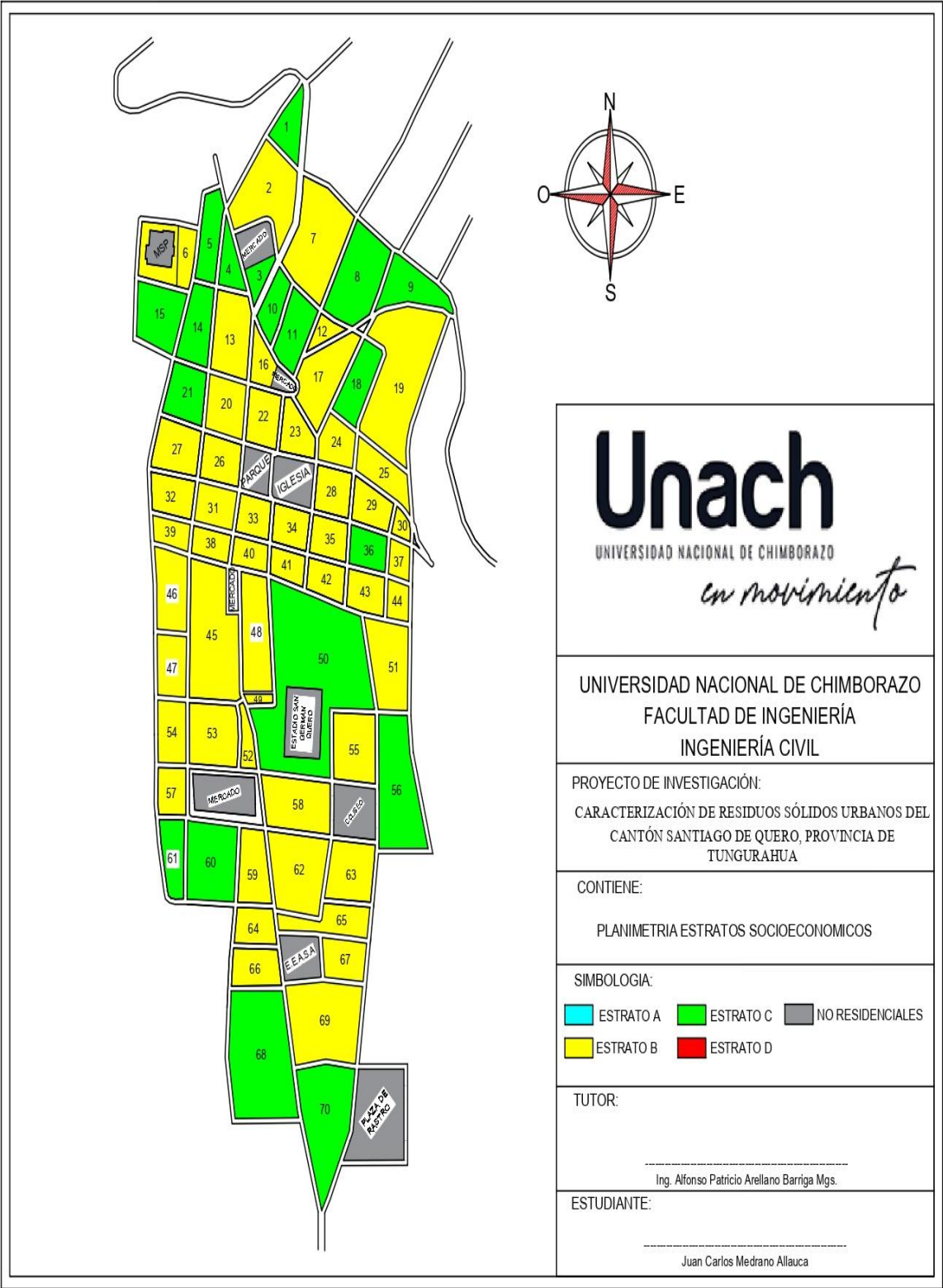
Fuente: Arellano et al. (2014)

Anexo 5. Análisis de valores Atípicos y ANOVA, de la densidad suelta en MINITAB.



Fuente: Medrano J. (2025)

Anexo 6. Identificación de la muestra de los estratos de las manzanas en la planimetría Urbana.



Fuente: Medrano J. (2025)

Anexo 7. Resultados de Estratificación socioeconómica.

ESTRATIFICACIÓN SOCIOECONÓMICA					
ÍTEM	Nº MANZANA	CÓD. VIVIENDA	NOMBRE DEL ENCUESTADO	PUNTAJE	CATEGORÍA
1	2	B01	Edison Jonathan Yugsin Sanchez	68	B
2	64	B02	Guillermo Silva	75	B
3	34	B03	Henry Yucsin	75	B
4	25	B04	Alison Reveló	79	B
5	23	B05	Dennis Guijarro	64	B
6	16	B06	Emily Gissel Calí López	76	B
7	44	B07	Sebastián Pallo	74	B
8	65	B08	Holger Hipólito Franco	65	B
9	33	B09	Segundo Carlos Cruz Salinas	70	B
10	41	B10	Aida Beatriz Aguas Sanchez	71	B
11	28	B11	Milton Aldas	69	B
12	17	B12	Dolores Magdalena Cruz Salinas	76	B
13	58	B13	Jahaira Nicole Gutiérrez Molina	79	B
14	66	B14	Vicente Saul Miranda	65	B
15	51	B15	Hilda Magdalena Calero Nuñez	70	B
16	20	B16	Magdalena Castro	61	B
17	19	B17	Martha Isabel Cardenas Arcos	75	B
18	63	B18	Jenny Margoth Calero Calero	73	B
19	64	B19	Cesar Patricio Flores Paredes	79	B
20	31	B20	Jose Anibal Bayas Guevara	80	B
21	38	B21	Marco Ojeda	78	B
22	13	B22	Garela Cristina Barreno Sanchez	79	B
23	47	B23	Mireya Macarena Calero Lopez	74	B
24	32	B24	Norma Liliana Martinez	69	B
25	39	B25	Maria Teresa Guachimbosa Villalva	66	B
26	19	B26	Luis Abelardo Jaya	68	B
27	6	B27	Carlos Hugo Jerez Gavilanez	61	B
28	35	B28	Leonardo Coello	70	B
29	26	B29	Fabian Tarquino Lopez Ayala	74	B
30	53	B30	Blanca Marina Coba Vargas	65	B
31	27	B31	Delicia Judith Coca Paredes	66	B
32	30	B32	Francisco Cornelio Santos Pazmiño	78	B
33	7	B33	Sandra Paulina Robalino Ocaña	65	B
34	45	B34	Galo Torres	61	B
35	62	B35	Dolores Enriqueta Guevara Silva	66	B
36	40	B36	Luis Alfonso Contreras Silva	65	B
37	57	B37	Angel Rafael Araujo Sanchez	69	B
38	69	B38	Amparito Mercedes Torres	74	B
39	42	B39	Julio Dvid Gavilanes	70	B
40	2	B40	Alicia Carrera	75	B
41	58	C01	Camila Nayleth Lliguin Arevalo	59	C
42	21	C02	Antonio Rubi Arias	60	C
43	50	C03	Trajano Alberto Palacios	59	C
44	21	C04	Rosa Cleotilde Cevallos	46	C
45	22	C05	Angel Ovidio Arevalo Izurieta	52	C
46	60	C06	Pedro Pablo Llerena Castro	45	C
47	70	C07	Jose Antonio Altamirano	41	C
48	14	C08	Maria Elvia Barreno Mayorga	46	C
49	56	C09	Martha Cecilia Malusin Villacres	59	C
50	8	C10	Jorge Clodoveo Espinoza Constante	55	C
51	36	C11	Roxana Ayala	41	C
52	1	C12	Jose Leonso Coba Soria	45	C
53	61	C13	Juana Beatriz Frias Bastidas	50	C
54	10	C14	Noemi Cajas	54	C
55	68	C15	Leon Alberto Criollo Cahuana	44	C

Fuente: Medrano J. (2025)

Anexo 8. Registro fotográfico del procedimiento realizado

	
<p>Fotografía 1. Cuzco Urbano de Quero.</p>	<p>Fotografía 2. Identificación de Contenedores existentes.</p>
	
<p>Fotografía 3. Aplicación de Encuesta Socioeconomica.</p>	<p>Fotografía 4. Recoleccion de PPC de Vivienda.</p>
	
<p>Fotografía 5. Colocación y preparación de EPP y materiales.</p>	<p>Fotografía 6. Pesaje de PPC de viviendas.</p>



Fotografía 7. Homogenización de RSU de viviendas.



Fotografía 8. Cuarteo de los RSU



Fotografía 9. Pesaje de densidades



Fotografía 10. Estado actual de los contenedores existentes

Fuente: Medrano J. (2025)