



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“Caracterización de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Píllaro”

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil

Autor:

Pérez Álvarez José Francisco

Tutor:

Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga MSc.

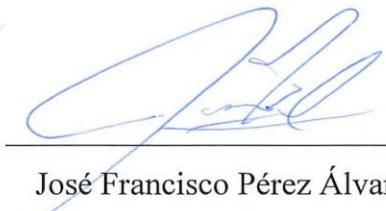
Riobamba, Ecuador. 2025

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **José Francisco Pérez Álvarez** con cédula de ciudadanía 1804384335, autor del trabajo de investigación titulado: **CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE PÍLLARO**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

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

En Riobamba, 12 de diciembre del 2025.



José Francisco Pérez Álvarez
C.I: 1804384335

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga, Mgs catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: **“CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE PÍLLARO”**, bajo la autoría de, **José Francisco Pérez Álvarez**; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 12 días del mes de diciembre de 2025



Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga, Mgs
C.I: 0601823313

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE PÍLLARO**”, presentado por **José Francisco Pérez Álvarez** con cédula de ciudadanía 1804384335, bajo la tutoría de Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga, Mgs; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 12 de diciembre de 2025.

Ing. Carlos Wladimir Izurieta Recalde, Mgs.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Nelson Estuardo Patiño Vaca, Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Víctor Hugo Valverde Orozco, Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





CERTIFICACIÓN

Que, **PÉREZ ÁLVAREZ JOSÉ FRANCISCO** con CC: **180438433-5**, estudiante de la Carrera **INGENIERÍA CIVIL**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE PÍLLARO**", 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

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación está dedicado a mis padres, cuyo amor incondicional, esfuerzo incansable y guía constante han sido el fundamento de cada logro alcanzado. Gracias por enseñarme a perseverar, a mantenerme firme y a creer en mis capacidades incluso cuando yo dudaba.

A mis hermanas y a mis queridas sobrinas, por su cariño, su apoyo sincero y la alegría con la que llenan mi vida. Su presencia ha sido un impulso invaluable durante este proceso.

A mis abuelos, por su preocupación genuina, su ternura inagotable y ese cariño que siempre me ha acompañado en cada etapa de mi vida. Su ejemplo y sus palabras han sido un refugio y una motivación. Y a mis amigos, por su compañía leal, su comprensión y por estar presentes en los momentos más importantes. Gracias por ser la fuerza, el amor y la inspiración que hicieron posible mi camino.

AGRADECIMIENTO

Llegar a este momento ha sido el resultado de un camino lleno de desafíos, aprendizajes y experiencias que marcaron profundamente mi formación personal y profesional. Por ello, deseo expresar mi más sincero agradecimiento a quienes hicieron posible la realización de este sueño.

A Dios, por iluminar mis pasos, darme fortaleza en los momentos de duda y recordarme que todo esfuerzo, cuando se acompaña de fe y perseverancia, siempre encuentra su recompensa.

A mi familia, especialmente a mis padres, a quienes dedico con profunda gratitud este logro. Gracias por cada sacrificio, por cada desvelo y por cada palabra de aliento que me impulsó a seguir adelante. Cada esfuerzo suyo fue mi motivación, cada gesto de amor me sostuvo y cada consejo sembró en mí la convicción de que mis sueños eran posibles. Gracias por confiar siempre en mí, incluso en los momentos en los que yo mismo dudaba. Este triunfo es tan mío como de ustedes.

A mis hermanas, por su apoyo constante y su cariño en cada etapa de este proceso; y a mis sobrinas, por la alegría e inspiración que siempre me brindan. A mis abuelos, por su preocupación sincera, su cariño inmenso y por enseñarme, con su ejemplo, el valor de la bondad, la humildad y la paciencia. Su presencia ha sido una fuente constante de fuerza y motivación.

A los docentes y autoridades de la Universidad Nacional de Chimborazo, por compartir sus conocimientos con vocación y compromiso, dejando una huella imborrable en mi formación profesional.

Y de manera especial, al Ing. Alfonso Arellano, por su orientación constante, su paciencia y su guía durante el desarrollo de este trabajo que fue fundamental para culminar con éxito este proceso.

A todas las personas que, de una u otra manera, aportaron con un consejo, un gesto o una palabra de aliento, les extiendo mi gratitud. Gracias por creer en mí, impulsarme y ser parte de este logro.

José Francisco Pérez Álvarez

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Antecedentes	14
1.2. Planteamiento del problema	16
1.3. Justificación	17
1.4. Objetivos.....	18
1.4.1. Objetivo General.....	18
1.4.2. Objetivos Específicos.	18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	19
2.1. Definiciones.....	19
2.2. Estado del arte	20
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	23
3.1. Tipo de investigación.....	23
3.2. Técnicas de recolección de datos.....	24
3.3. Población de estudio y tamaño de muestra.....	25
3.3.1. Población de Estudio	25
3.3.2. Tamaño de la muestra	25
3.4. Procesamiento y análisis de datos	26

3.4.1. Caracterización Urbanística	26
3.4.2. Caracterización Socioeconómica	26
3.4.3. Procesamiento y análisis de datos para Producción Per Cápita de RSU	27
3.4.4. Procesamiento y análisis de datos para los componentes de RSU	27
3.4.5. Procesamiento y análisis de datos para la densidad suelta	28
3.4.6. Análisis estadístico para la Producción Per Cápita (PPC) y densidades de residuos sólidos urbanos	29
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1. Caracterización Urbanística de la ciudad de Pillaro	30
4.2. Caracterización Socioeconómica en la ciudad de Píllaro	34
4.3. PPC de RSU en la ciudad de Píllaro con valores atípicos	36
4.4. PPC de RSU de la ciudad de Píllaro sin valores atípicos	40
4.5. Análisis Varianza ANOVA (Prueba Tukey) para la Producción Per Cápita	44
4.6. Densidad Suelta de RSU de la ciudad de Píllaro	47
4.7. Composición física de los residuos sólidos urbanos de Píllaro	49
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1. Conclusiones	58
5.2. Recomendaciones	59
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA	60
CAPÍTULO VI. ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estratificación urbanística de Píllaro	30
Tabla 2. Estratificación socioeconómica	35
Tabla 3. Peso diario y Producción Per Cápita de RSU del estrato B.....	36
Tabla 4. Peso diario y Producción Per Cápita de RSU del estrato C.....	38
Tabla 5. Peso diario y Producción Per Cápita de RSU del estrato D	39
Tabla 6. Valores atípicos de producción per cápita del estrato B	40
Tabla 7. Valores atípicos de producción per cápita del estrato C	42
Tabla 8. Valores atípicos de producción per cápita del estrato D	43
Tabla 9. Resultados de la prueba Tukey para la producción per cápita en los estratos B, C Y D de Píllaro	44
Tabla 10. Densidades sueltas de residuos sólidos correspondientes a los estratos B, C y D ..	47
Tabla 11. Composición física de los residuos sólidos urbanos generados en el estrato B	49
Tabla 12. Composición física de los residuos sólidos urbanos generados en el estrato C	50
Tabla 13. Composición física de los residuos sólidos urbanos generados en el estrato D	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variación de los estratos socioeconómicos en poblados del Ecuador.....	22
Figura 2. Análisis comparativo de los resultados de la Producción Per Cápita (PPC) en poblados del Ecuador	23
Figura 3. Esquema Metodológico	24
Figura 4. Porcentaje de Manzanas Estratificadas de Píllaro.	31
Figura 5. Estratos por manzanas en la zona urbana de Píllaro.....	32
Figura 6. Estratificación urbanística de Píllaro vs otras ciudades.....	34
Figura 7. Promedio de habitantes por estrato.....	35
Figura 8. Peso diario total de Residuos Sólidos Urbanos	39
Figura 9. Análisis comparativo de la PPC entre los estratos B, C y D utilizando Tukey	45
Figura 10. PPC real de los estratos B, C, D	46
Figura 11. Producción per cápita de Píllaro vs otras ciudades.....	47
Figura 12. Densidad Suelta en los estratos B, C, D y Ponderada de Píllaro	48
Figura 13. Clasificación de los componentes orgánicos según estratos y valor ponderado ...	53
Figura 14. Residuos sólidos potencialmente reciclables.....	54
Figura 15. Residuos sólidos potencialmente reciclables a futuro	56
Figura 16. Residuos desechables.....	57

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la ciudad de Píllaro con el propósito de comprender de manera técnica y contextual la generación de residuos sólidos urbanos (RSU) en el sector residencial. Para ello se empleó la metodología planteada por Arellano et al. (2024), adecuada para localidades de tamaño medio, lo que permitió analizar tanto las condiciones urbanísticas y socioeconómicas como las características físicas de los desechos. A partir de la identificación de los estratos B, C y D, se estableció una muestra representativa de 81 viviendas, donde se realizaron mediciones y registros durante siete días continuos, obteniendo información fiable sobre la producción, composición y densidad de los residuos.

El estudio determinó una producción per cápita promedio de 0,43 kg/hab/día, valor que sitúa a Píllaro dentro del rango intermedio de generación a nivel nacional. Se observó que los hogares del estrato D presentaron las cifras más altas de generación, seguidos por los del estrato C y, finalmente, los del estrato B, lo cual sugiere una relación inversa entre el nivel de ingresos y la cantidad de residuos producidos por persona. En cuanto a la composición física, los residuos orgánicos representaron el 49,36 %, los potencialmente reciclables el 30,07 %, los reciclables a futuro el 5,87 % y los desecharables el 14,40 %, evidenciando un predominio de materia orgánica y un alto potencial de valorización mediante compostaje y reciclaje.

Respecto a la densidad suelta, se obtuvieron valores de 74,33 kg/m³ para el estrato B, 87,03 kg/m³ para el C y 110,68 kg/m³ para el D, con una densidad ponderada general de 80,39 kg/m³. Estas diferencias responden a los hábitos de consumo, al tipo de actividades domésticas y a la composición material de los residuos en cada grupo socioeconómico.

Los resultados obtenidos constituyen un insumo técnico fundamental para la formulación de estrategias de gestión integral de residuos sólidos, orientadas a la separación en la fuente, la recuperación de materiales reciclables y el tratamiento de residuos orgánicos, promoviendo un sistema más eficiente, sostenible y alineado con las necesidades ambientales del cantón Píllaro.

Palabras clave: residuos sólidos urbanos, producción per cápita, densidad suelta, composición física

ABSTRACT

This research was conducted in the city of Píllaro with the objective of characterizing, technically and contextually, the generation of municipal solid waste (MSW) in the residential sector. The methodology proposed by Arellano et al. (2024), suitable for medium-sized urban settlements, was applied to evaluate both the urban and socioeconomic conditions, as well as the physical properties of the generated waste. Based on the identification of socioeconomic strata B, C, and D, a representative sample of 81 households was established.

The study determined an average per capita generation rate of 0.43 kg/person/day, placing Píllaro within the intermediate range of MSW generation at the national level. Stratum D showed the highest generation rates, followed by C and B, indicating an inverse relationship between income level and per capita waste generation. Organic waste accounted for 49.36%, recyclable materials for 30.07%, future recyclables for 5.87%, and non-recoverable waste for 14.40%, confirming predominance of biodegradable matter and a high potential for recovery through composting and recycling processes.

Bulk density values were 74.33 kg/m³ for stratum B, 87.03 kg/m³ for stratum C, and 110.68 kg/m³ for stratum D, with an overall weighted density of 80.39 kg/m³. These variations reflect differences in consumption patterns, household activities, and material composition across socioeconomic groups.

The findings provide essential technical input for formulating integrated solid waste management strategies, with a focus on source separation, the recovery of recyclable materials, and the treatment of organic waste.

Keywords: municipal solid waste, per capita generation rate, bulk density, material composition.



Reviewed by:
Ms.C. Ana Maldonado León
ENGLISH PROFESSOR
C.I.0601975980

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), la forma en que tratamos la basura es un factor decisivo para cuidar la salud y la calidad de vida de las personas. En América Latina y el Caribe, cada habitante llega a generar alrededor de 360 kilos de desechos en un año. El problema es que una gran parte de ese material, casi la mitad termina sin recibir el manejo adecuado. Esto no solo daña el ambiente, sino que también repercute directamente en la salud de la población. Ante esta realidad, la OPS propone trabajar con datos claros que permitan conocer con precisión cuánto se produce, de qué está compuesto y en qué proporciones, además de avanzar hacia estrategias de manejo que realmente funcionen [1].

En Ecuador, la gestión de la basura y otros desechos sólidos cuenta con diversas normativas; sin embargo, en la práctica persisten varios desafíos. El Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) puso en marcha el Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos No Peligrosos, con el objetivo de fomentar un manejo responsable y sostenible de los materiales generados. La iniciativa busca reducir la cantidad de desechos, promover la reutilización de lo que sea posible y fortalecer el reciclaje. Lo que ocurre en muchas regiones es que aún no se dispone de datos precisos sobre la composición de la basura ni sobre la cantidad que produce cada persona, lo que limita la efectividad de las políticas aplicadas [2].

En el cantón Píllaro, en la provincia de Tungurahua, habitan 42.497 personas, de las cuales 16.012 residen en la zona urbana, dentro de un territorio de 518 km² [3]. Su economía depende principalmente de la agricultura, la ganadería y el comercio. Con el crecimiento urbano, la cantidad de desechos también ha aumentado. Si bien existe un servicio de recolección con contenedores distribuidos en la ciudad, no hay un sistema integral que permita separar, reciclar y tratar los restos orgánicos de manera eficiente. Esto provoca que los problemas de gestión se acumulen y afecten la vida cotidiana de la población.

De hecho, al haber una ausencia al momento de clasificarse la basura desde la fuente, aproximadamente el 85 % de los desechos termina en lugares inadecuados, generando contaminación del suelo, del agua y del aire [4][5]. Además, la falta de financiamiento, normas

locales y personal técnico capacitado impide actualizar estudios sobre la producción per cápita, la densidad y la composición de los desechos. Por estas razones, resulta esencial contar con información confiable; únicamente así será posible implementar estrategias de gestión más efectivas, mejorar la administración de los materiales y, en consecuencia, la calidad de vida de los habitantes de Píllaro.

En Píllaro, la recolección de residuos sólidos es realizada por el personal de limpieza Municipal con la ayuda de recolectores de carga posterior. Los camiones vacían los contenedores que hay por todo el cantón, garantizando la cobertura del servicio desde sectores como San Andrés, Guapante Grande y Yatchil. En la zona urbana, la recolección se realiza todos los días lunes, entre las 18:00 y las 24:00 horas. Aun así, mucha basura termina en vertederos no controlados. Esto provoca problemas para el medio ambiente y hace que la situación sea más complicada [6].

Ahora mismo, hay alrededor de 300 contenedores “Eco tacho” distribuidos en distintos puntos. Pero no todos los barrios tienen acceso. En algunas zonas, los recicladores informales trabajan recuperando materiales, sin ningún sistema organizado. La infraestructura disponible no alcanza: faltan centros de reciclaje y puntos de acopio. Por eso, la gestión de residuos no es muy efectiva. Además, se pierden muchas oportunidades de reciclar y reutilizar materiales [3][5].

En cuanto a los servicios básicos, el cantón ha avanzado bastante. Sobre todo en agua potable y alcantarillado. Por ejemplo, se ampliaron las redes en barrios como Callate, al sur del Camal Municipal. Esto ha ayudado a muchas familias. Su calidad de vida ha mejorado y la infraestructura urbana se ha fortalecido. Aun así, la cobertura no alcanza a todo el territorio. En las zonas rurales, el acceso a estos servicios sigue siendo limitado.

También se ha trabajado en infraestructura vial. Se construyeron aceras, bordillos y se asfaltaron calles. Todo esto ha facilitado la movilidad dentro de la ciudad y el acceso a los servicios, evidenciando un crecimiento más planificado y organizado [7][8].

Por otra parte, es importante señalar que la gestión de residuos sólidos en el cantón aún presenta limitaciones. Aunque el GAD Municipal cuenta con un relleno sanitario ubicado en la parroquia presidente Urbina, este carece de controles adecuados y de una correcta clasificación de desechos desde la fuente. En dicho sitio se depositan entre 13 y 15 toneladas diarias, de las cuales solo el 1% se recupera o recicla.

Además, la cobertura del servicio de recolección se concentra principalmente en la zona urbana y el número de recolectores resulta insuficiente para atender todas las comunidades. Esta situación genera acumulación de basura y riesgos sanitarios, lo que evidencia la necesidad de fortalecer la gestión ambiental local [9].

1.2. Planteamiento del problema

El manejo inadecuado de los residuos sólidos es un problema crítico en la ciudad de Píllaro. Aunque en la zona urbana existe un sistema de recolección parcial, este resulta limitado porque no está acompañado de una gestión integral que permita un tratamiento adecuado de los desechos. La falta de clasificación en la fuente y la escasa infraestructura para el reciclaje provocan que gran parte de los residuos terminen siendo dispuestos de manera inadecuada, generando impactos ambientales y riesgos para la salud de la población [10].

A esto se suma que no se cuenta con estudios recientes que reflejen la cantidad y composición de los residuos producidos, lo que complica la planificación de estrategias efectivas [11]. Además, el marco normativo nacional asigna a los Gobiernos Autónomos Descentralizados la responsabilidad de impulsar una gestión sostenible. En Píllaro no existen regulaciones locales que fortalezcan este proceso ni suficientes datos actualizados que respalden la toma de decisiones.

La ausencia de normativas locales que impulsen el manejo adecuado de los desechos resalta la necesidad urgente de tomar medidas para mejorar la gestión de residuos en la ciudad [12].

Frente a esta situación, resulta necesario aplicar metodologías y técnicas definidas dentro del “Enfoque interdisciplinario para la gestión sostenible del agua potable y los residuos sólidos en Ecuador” propuesta por Arellano et al. [13]. Asimismo, permiten caracterizar los residuos sólidos urbanos, considerando las condiciones particulares de la ciudad. Contar con información confiable y actualizada es un paso esencial para diseñar políticas públicas que promuevan la sostenibilidad y garanticen un manejo más eficiente de los desechos.

1.3. Justificación

Es importante señalar que una gestión adecuada de los residuos sólidos es clave para proteger la salud de la población, conservar los recursos naturales y fomentar el desarrollo sostenible. En el caso de Píllaro, la carencia de programas de clasificación en la fuente y la inexistencia de iniciativas de reciclaje han provocado la pérdida de materiales que podrían ser aprovechados. Por ejemplo, residuos orgánicos que podrían destinarse al compostaje terminan en vertederos, generando contaminación y desaprovechando su potencial como abono [14].

Asimismo, la infraestructura disponible no logra responder al crecimiento poblacional ni a los cambios en los hábitos de consumo. En consecuencia, muchas zonas urbanas y rurales carecen de un servicio adecuado de recolección, lo que incrementa los problemas ambientales y los costos de operación para el municipio.

En este sentido, el proyecto tiene como finalidad obtener información actualizada sobre la generación y composición de los residuos sólidos en el cantón.

Por tal motivo, este proyecto busca generar información actualizada sobre la producción y composición de los residuos en el cantón. De esta manera, el GAD Municipal podrá, con base en los resultados, definir un plan de manejo integral que incluya el cálculo de capacidades de recolección, el diseño de rutas más eficientes y la proyección de un relleno sanitario adecuado. Además, los datos servirán para promover la clasificación en la fuente, el reciclaje y el compostaje, contribuyendo así al bienestar de la población y al fortalecimiento de un desarrollo verdaderamente sostenible.

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo General.

- Realizar la caracterización de los residuos sólidos urbanos generados en el sector residencial del cantón Pillaro.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Analizar las características urbanísticas y socioeconómicas de las áreas urbanas del cantón Pillaro para clasificar a los sectores en grupos homogéneos.
- Determinar la producción per cápita de residuos sólidos urbanos generados en las zonas residenciales de Pillaro.
- Identificar la composición física, densidad y propiedades de los residuos sólidos urbanos residenciales para diseñar estrategias de manejo sostenible.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Definiciones

Residuos Sólidos

Se denominan residuos sólidos urbanos (RSU) a los materiales que son descartados por las personas en las distintas actividades domésticas, comerciales e industriales al ser considerados peligrosos o indeseables. Su gestión abarca la recolección, mantenimiento y disposición final con la finalidad de proteger a la salud y bienestar de los individuos, con la finalidad de garantizar una correcta sostenibilidad urbana y preservar el medio ambiente [15].

Caracterización de residuos sólidos

La caracterización de los residuos sólidos es un proceso técnico basado en comprender con detalle qué tipo de desechos genera una población y en qué cantidades se está generando. Este análisis incluye aspectos como la densidad, la humedad, la composición física (orgánicos, plásticos, papel, cartón, vidrios, metálicos, entre otros), la producción per cápita y los cambios que pueden darse a lo largo del tiempo. Al mismo tiempo, permite identificar cómo influyen en esta generación de residuos factores sociales y económicos, los hábitos de consumo y las actividades productivas de la comunidad. Gracias a esta información es posible diseñar servicios de recolección más eficientes, seleccionar tecnologías de tratamiento adecuadas, impulsar estrategias de aprovechamiento y, sobre todo, elaborar políticas públicas realistas que respondan a las verdaderas necesidades del territorio [16][17].

Producción Per Cápita de los residuos sólidos

La producción per cápita de los residuos sólidos hace referencia a la cantidad promedio de desechos que una persona genera cada día, expresada en kilogramos por habitante. Para calcularla se realizan estudios de caracterización y pesaje de muestras representativas, tomando en cuenta aspectos como el nivel socioeconómico, los hábitos de consumo y hasta los cambios estacionales. Este indicador es de gran importancia porque permite conocer con mayor precisión cuántos residuos produce una comunidad y, a partir de ello, planificar de manera más realista la capacidad de recolección, la infraestructura necesaria, los sistemas de tratamiento y, en general, las estrategias de gestión integral que contribuyan a reducir y aprovechar mejor los desechos [18].

Composición de residuos sólidos

La composición de los residuos sólidos se entiende como la proporción en la que se reparten todos los materiales que conforman los desechos sólidos generados en una población, tales como materia orgánica, plásticos, papel, cartón, metales, vidrios o textiles. Analizar esta composición resulta fundamental porque permite reconocer qué materiales tienen la posibilidad de ser reciclados, cuáles pueden destinarse al compostaje y qué materiales requieren un manejo especial por el riesgo ambiental o sanitario que representan. Contar con esta información no solo orienta la implementación de programas de reciclaje y la correcta disposición final, sino que también ayuda a seleccionar las tecnologías de tratamiento más adecuadas y a diseñar políticas públicas enfocadas en la sostenibilidad y en el impulso de modelos de economía circular [19]. Cabe señalar que la composición de los residuos es variable, pues cambia según factores como el nivel socioeconómico, los hábitos de consumo, las actividades económicas predominantes o incluso la época del año. Por esta razón, su estudio constante se vuelve una herramienta clave para planificar la gestión integral de los desechos con base en datos actualizados y confiables.

Densidad de residuos sólidos

La densidad de los residuos sólidos se refiere, a la relación entre su peso y el volumen que ocupan, es decir, cuánto pesan en función del espacio que ocupan. Este dato, que usualmente se expresa en función de kilogramos por metro cúbico, es de crucial importancia por varias razones. En primer lugar, de él dependen buena parte de la programación en la dirección de la basura. Desde el momento de calcular cuán grandes han de ser los camiones recolectores hasta la proyección de trayectos que minimicen los recorridos que no llevan a nada, al minimizar gastos que van directos al servicio. Igualmente llega a constituirse en dato fundamental para asegurar que los rellenos sanitarios y las centrales de tratamiento operen de manera segura y organizada [20]. La densidad que existe en los desechos no siempre es uniforme, sino que varía dependiendo la cantidad o materiales por las que están compuestas.

2.2. Estado del arte

En el Ecuador, los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) se encargan del manejo y gestión de los Residuos Sólidos Urbanos. Sin embargo, esta labor no se desarrolla de la misma

manera en todo el territorio ecuatoriano, ya que existe una diferencia significativa en el número de habitantes por familia entre los distintos estratos socioeconómicos. En los estratos más pobres, las viviendas albergan un mayor número de personas, mientras que en los estratos más ricos el número de habitantes por vivienda es menor. Por lo tanto, el nivel socioeconómico influye directamente en la cantidad y la forma en que se generan y gestionan los desechos [21]. Por eso, aunque el promedio nacional de generación se sitúa alrededor de 0,60 kg por persona al día, en la práctica estos valores son muy variables dentro de cada población, en ciudades grandes como Quito o Guayaquil se pueden alcanzar hasta 1,8 kg/hab/día, mientras que, en cantones pequeños de la Amazonía, donde la vida cotidiana es menos consumista y se acostumbra a reutilizar con más frecuencia, la producción llega a valores más pequeños [22].

A pesar de estas realidades tan distintas entre lo urbano y lo rural, existe un punto en común, donde el país todavía enfrenta grandes retos en lo que respecta al manejo de la basura. Uno de los problemas más evidentes es que la normativa vigente resulta insuficiente, y no existen mecanismos sólidos que garanticen prácticas ambientales responsables. Esto frena la posibilidad de que tanto el sector público como el sector privado apliquen medidas de sostenibilidad de manera eficaz. A esa dificultad se suman la falta de recursos económicos y la escasa información oficial disponible, lo que termina limitando cualquier intento de planificar a largo plazo [23]. La consecuencia de este escenario es clara, sin regulaciones que incentiven la reducción, el reciclaje o la reutilización, los desechos terminan acumulándose, el impacto ambiental se intensifica y los sistemas de disposición en las ciudades más pobladas del país siguen funcionando al borde de su capacidad.

En el cantón Santiago del Píllaro ubicado al norte de la provincia de Tungurahua, no se ha realizado estudios que permitan analizar cuanta basura se genera y cuál es la composición de la misma. Motivo por el cual es difícil realizar una organización adecuada al momento de la recolección, trasporte de los desechos sólidos.

Por eso, es importante usar métodos que ya se han probado y que dan resultados confiables, como el que propone Arellano et al. [13]. Este método ya se ha utilizado en otros estudios sobre residuos sólidos urbanos y es el mismo que se está aplicando en este proyecto. Gracias a él, se puede saber, por ejemplo, cuánta basura produce cada persona y qué tipos de residuos se generan, información que ayuda mucho a planificar mejor la gestión de los desechos.

La importancia de aplicar esta metodología en Píllaro viene del hecho de que, en todo el país, son pocos los municipios que cuentan con estudios técnicos recientes. Esto dificulta mucho

poder diseñar programas eficaces para aprovechar los residuos o separarlos desde la fuente [24][25]. Contar con información confiable, obtenida mediante un análisis cuidadoso y basado en criterios científicos, le daría al cantón la oportunidad de avanzar hacia un modelo de economía circular, mejorar la sostenibilidad de los servicios de manejo de residuos y también optimizar los costos operativos. Además, serviría como base para futuros programas de educación y concienciación ambiental.

Los estudios realizados bajo la misma metodología han sido gratificantes, permitido identificar datos confiables en otros cantones del país como Guano, Guamote, Guaranda, Penipe, Puerto Ayora, entre otros. Exhibiendo las diferencias existentes en cada composición socioeconómica, producción per cápita, densidad poblacional y clase de resididos se generan. Estas alteraciones es prueba que no se debería aplicar la misma estrategia en todas las ciudades, ya que cada cantón necesita un estudio adaptado a sus necesidades, permitiendo que exista una gestión de residuos mucho más eficiente al entorno urbano del país.

En las **Figuras 1 y 2** se presenta con mayor detalle la información más relevante correspondiente a distintas ciudades en las que se ha implementado esta metodología

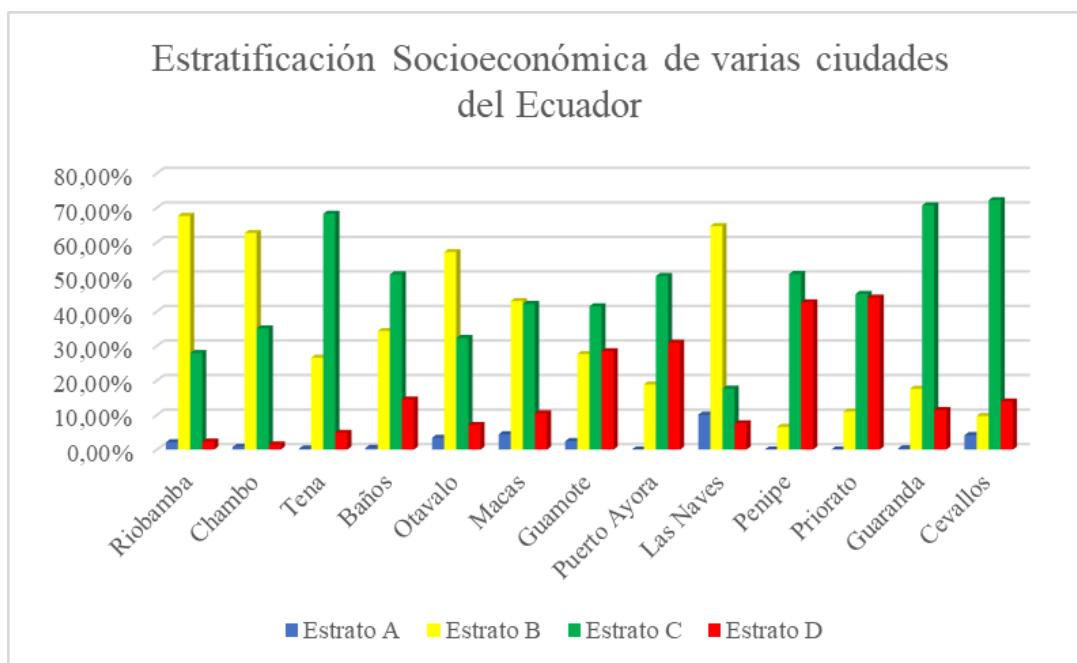


Figura 1. Variación de los estratos socioeconómicos en poblados del Ecuador.

Fuente: (Pérez, 2025)

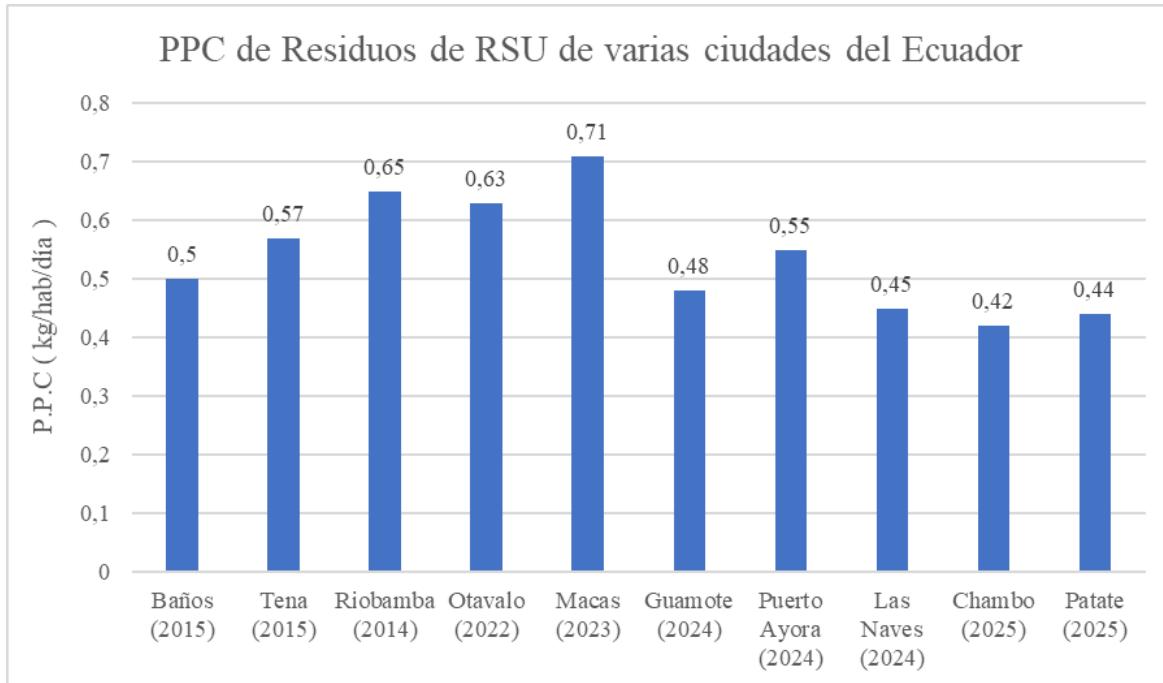


Figura 2. Análisis comparativo de los resultados de la Producción Per Cápita (PPC) en poblados del Ecuador.

Fuente: (Pérez, 2025)

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

El presente proyecto se fundamenta en una investigación de carácter descriptivo, orientada al análisis y la recopilación de información de las características socioeconómicas y demográficas de la ciudad. El proceso de obtención de datos se realizará mediante trabajo de campo, usando técnicas de muestreo de residuos sólidos urbanos, adoptando un diseño metodológico cuasi experimental, por ello la población de estudio comprende 16.012 habitantes dentro del área urbana del cantón. Esta investigación se llevará a cabo bajo un enfoque cuantitativo, determinando con precisión la producción per cápita ponderada de la ciudad, así como analizando la composición física y densidad de los residuos sólidos urbanos. En la **Figura 3.** se describen las distintas etapas de estudio correspondientes al desarrollo del estudio.

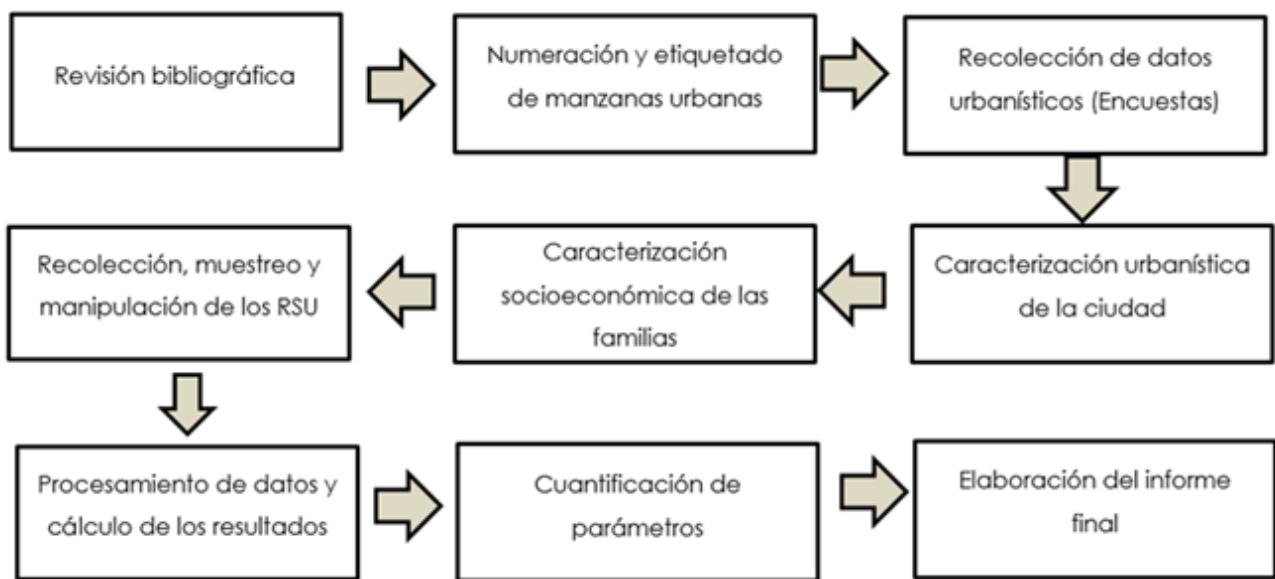


Figura 3. Esquema Metodológico

Fuente: (Pérez, 2025)

3.2. Técnicas de recolección de datos

En la presente investigación se recopilará información siguiendo la metodología propuesta el libro de Arellano et al. [13]. “Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable del agua potable y de los desechos sólidos en el Ecuador”. Este enfoque está diseñado para analizar de manera integral poblaciones con menos de 150.000 habitantes, combinando aspectos urbanísticos y socioeconómicos, al mismo tiempo que permite conocer cómo se generan y manejan los residuos sólidos urbanos dentro de una población, calculando indicadores relevantes como la cantidad de basura por persona y la densidad de los desechos.

El proceso de recolección de datos será realizado mediante la numeración y registro de manzanas existentes en el área urbana de la ciudad, aplicando encuestas a los hogares seleccionados para el estudio, con la finalidad de obtener datos sobre las características y prácticas cotidianas de cada hogar, efectuando su respectiva evaluación física y muestreo de los residuos sólidos generados, junto con la aplicación de datos socioeconómicos.

Posteriormente, una vez completada la etapa de trabajo de campo, los datos serán analizados y procesados mediante la cuantificación de los parámetros más significativos con el fin

de generar un informe final que detalle los resultados de la investigación de manera clara y sistemática.

3.3. Población de estudio y tamaño de muestra

3.3.1. Población de Estudio

La población de estudio corresponde al área urbana del cantón Píllaro, la cual cuenta con aproximadamente 16.012 habitantes. Dentro de esta zona urbana, se identificaron aproximadamente 75 manzanas con uso residencial, las cuales fueron consideradas potencialmente para la realización del estudio.

3.3.2. Tamaño de la muestra

Una vez realizada la estratificación urbanística, el tamaño de la muestra se estableció mediante la **Ec. 1**, propuesta por Arellano et al. [13], la cual permite el cálculo del número mínimo de viviendas diarias a incluir en el estudio en función del tamaño existente en la población:

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

Donde:

Y = cantidad mínima de viviendas que se deben analizar diariamente para garantizar representatividad en el estudio de residuos sólidos urbanos.

X = población total urbana en la ciudad de estudio.

$$Y = -5 * 10^{-9}(16012)^2 + 17 * 10^{-4}(16012) + 36.056$$

$$Y = 62 \text{ muestras}$$

El resultado indica que se requieren al menos 62 viviendas como muestra mínima. Para contemplar posibles ausencias, deserciones o falta de colaboración de algunos hogares, se incrementó el tamaño de la muestra en un 30%

$$Y_{\minimo} + 30\% = 81 \text{ muestras}$$

El tamaño definitivo de la muestra se establece en un total de 81 viviendas, esta cantidad garantiza la representatividad del estudio, permitiendo contemplar posibles dificultades durante la recolección de datos. La asignación de estas viviendas entre los distintos estratos socioeconómicos se efectuará conforme a la **Ec. 2** mientras que con el fin de establecer el porcentaje correspondiente a cada estrato, el cual es necesario para calcular el número de muestras mediante la **Ec. 3**.

$$\%Mz\ i = \frac{\text{número de muestra ESE}}{\text{numero total de manzanas residenciales}} \quad \text{Ec. 2}$$

$$\text{Número de muestras} = \%Mzi \times (Y_{\minimo} + 30\%) \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

%Mz i = proporción de manzanas correspondientes a un estrato socioeconómico específico respecto al total.

i = clasificación de los estratos socioeconómicos de la población.

3.4. Procesamiento y análisis de datos

3.4.1. Caracterización Urbanística

La caracterización urbanística se utilizó una ficha técnica (**ver Anexo 1**) que considera criterios como el número de edificaciones, la cantidad de pisos, el estado de las fachadas y calzadas, además de la disponibilidad de servicios básicos en las viviendas. Con base en estos indicadores, cada manzana fue evaluada y se le asignó una puntuación siguiendo la metodología descrita en la Tabla 1.1 del libro de Arellano et al. [13]. En dicha Tabla se establecen los criterios de clasificación de una manzana, lo que permite asignar un valor a cada aspecto considerado (**ver Anexo 3**).

3.4.2. Caracterización Socioeconómica

Para identificar la situación socioeconómica de las familias expuestas en el área de estudio, se aplicó una encuesta estructurada a los hogares seleccionados. El cuestionario, que se presenta en (**ver Anexo 2**), incluyó preguntas relacionadas con las condiciones de la vivienda, los ingresos del hogar y algunos aspectos sociales de sus integrantes. A cada respuesta se le asignó un valor específico, lo que permitió organizar a las familias dentro de distintos estratos socioeconómicos, de acuerdo con los criterios expuestos (**ver Anexo 4**). La información recogida no solo refleja la realidad económica de los hogares, sino que también ofrece una visión más amplia de sus condiciones de vida, lo que resulta fundamental para comprender el contexto en el que se desarrolla el estudio.

3.4.3. Procesamiento y análisis de datos para Producción Per Cápita de RSU

Los datos referentes a la Producción Per Cápita (PPC) de los residuos sólidos urbanos se obtendrán mediante la aplicación de la técnica de muestreo y caracterización propuesta por Arellano et al. [13]. Dicha metodología incorpora los procedimientos de cuarteo y homogenización, los cuales permiten determinar tanto la producción per cápita como la densidad de los residuos sólidos.

La producción per cápita generada en cada vivienda se determina a partir de la Ec. 4, expresada en unidades de kg/hab/día:

$$\text{PPC vivienda} = \frac{\text{Promedio de pesos de RS (Kg)}}{\text{Número de personas}} \quad \text{EC.4}$$

Posteriormente, el valor global de residuos sólidos urbanos (RSU) producidos por los habitantes del cantón Pillaro se calcula mediante un promedio ponderado de la PPC, considerando la proporción de manzanas pertenecientes a cada estrato socioeconómico. Este procedimiento se expresa en la Ec. 5

$$\text{PPC ponderado} = \frac{\% A}{100} * \text{PPC}_A + \frac{\% B}{100} * \text{PPC}_B + \frac{\% C}{100} * \text{PPC}_C + \frac{\% D}{100} * \text{PPC}_D \quad \text{EC.5}$$

Donde:

- PPC ponderado= Producción per cápita final de residuos sólidos urbanos
- PPC i= producción per cápita promedio obtenida en los días de muestreo para cada estrato socioeconómico (A, B, C o D).
- **%A, %B, %C, %D** = Proporción de manzanas que corresponden a cada estrato total analizado.

3.4.4. Procesamiento y análisis de datos para los componentes de RSU

Para conocer con mayor precisión la composición de los residuos sólidos urbanos (RSU), se aplica la técnica de cuarteo y homogenización. Este método consiste en dividir la muestra hasta seleccionar un cuadrante representativo, cuyo peso debe estar entre 5 y 7 kilogramos. Una vez determinada la muestra, se registra en la ficha correspondiente y se deposita en un recipiente de 50 litros.

Posteriormente, los residuos se clasifican de forma manual, siguiendo categorías previamente establecidas en las fichas de registro. Cada componente separado se pesa individualmente y, al finalizar este proceso, se suman todos los valores obtenidos. Es importante destacar que el peso total resultante debe coincidir con el peso inicial de la muestra. En caso de existir una diferencia, esta no debe superar un margen de error del 2%, lo cual garantiza la fiabilidad del procedimiento expresado mediante la **Ec. 6**:

$$\% \text{ de Error} = \left| \frac{X_e - Y_e}{X_e} \right| * 100 \quad \text{EC. 6}$$

Donde:

- % de Error= porcentaje de error permitido (máximo 2%).
- Xe= peso inicial de la muestra antes de separar sus componentes (g).
- Ye= suma de los pesos de todos los componentes obtenidos tras la clasificación (g).

3.4.5. Procesamiento y análisis de datos para la densidad suelta

Una vez identificados los componentes, se procede a calcular la densidad suelta de los RSU, la cual permite estimar la relación entre el peso de los residuos y el espacio que ocupan. El procedimiento comienza pesando el recipiente vacío y, posteriormente, el recipiente lleno con la muestra. Con estos datos, se obtiene la densidad dividiendo el peso neto de los residuos entre el volumen del balde utilizado, expresado en la **Ec. 7**:

$$\rho = \frac{P_e}{V_e} \quad \text{EC. 7}$$

Donde:

- ρ = densidad suelta de los residuos (kg/m^3).
- P_e= peso neto existente en los residuos
- V_e= volumen neto del recipiente (m^3).

Este valor muestra la densidad existente dentro de un estrato socioeconómico. Es necesario calcular cual es el porcentaje de densidad ponderada que promedia los resultados de todos los estratos (A, B, C Y D) para el análisis integral de la población representado en la **Ec. 8**:

$$\rho \text{ ponderado} = \left[\frac{\%A}{100} * \rho_A \right] + \left[\frac{\%B}{100} * \rho_B \right] + \left[\frac{\%C}{100} * \rho_C \right] + \left[\frac{\%D}{100} * \rho_D \right] \quad \text{EC. 8}$$

Donde:

- ρ ponderado = densidad suelta promediada de toda la muestra.
- $\rho_A, \rho_B, \rho_C, \rho_D$ = densidad suelta existen en cada estrato socioeconómico.
- %A, %B, %C, %D= porcentaje de participación de cada estrato dentro del área de estudio.

3.4.6. Análisis estadístico para la Producción Per Cápita (PPC) y densidades de residuos sólidos urbanos

Para poder asegurar que los datos obtenidos en el análisis de Producción Per Cápita (PPC) y las densidades sean confiables, se llevara a cabo un análisis estadístico por medio del software MINITAB, descartando datos mediante el análisis de cajas y bigotes, permitiendo detectar valores atípicos que podrían cambiar los resultados de la investigación.

Posteriormente, se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) con el fin de identificar si existían diferencias significativas entre las medias de los grupos evaluados. En caso de detectarse variaciones, se aplicó la prueba de Tukey, la cual permitió determinar de manera precisa entre qué grupos se encontraban dichas diferencias entre las medias de los grupos evaluados. En caso de detectarse variaciones, se aplicó la prueba de Tukey, la cual permitió determinar de manera precisa entre qué grupos se encontraban dichas diferencias.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización Urbanística de la ciudad de Pillaro

Se identifico un total de 187 manzanas dentro del área urbana de Santiago de Pillaro, en el cual 23 de estas fueron excluidas del análisis por pertenecer a espacios como parques, mercados y áreas que no son residenciales, al no contaban con información directa para el estudio. Por tal motivo se consideró de tan solo 164 manzanas por ser exclusivamente residencial para el análisis y caracterización de residuos sólidos urbanos.

A partir de esta caracterización urbanística, se logró establecer la presencia de tres estratos económicos en la zona residencial: B, C y D. Como se puede apreciar en la **Tabla 1**, esta distribución organiza la información obtenida, mientras que en la **Figura 4** se representa gráficamente la localización de dichos estratos en la ciudad.

Tabla 1. Estratificación urbanística de Píllaro

ESTRATO	Cantidad de Manzanas	Porcentaje de Estratificación
A	0	0,00 %
B	111	67,68 %
C	40	24,39 %
D	13	7,93 %
TOTAL	164	100 %

Fuente: (Pérez, 2025)

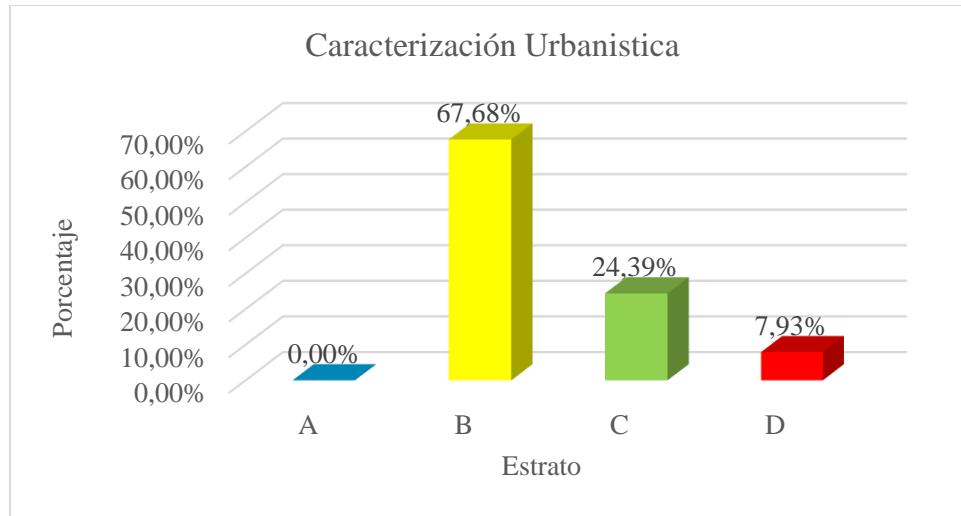


Figura 4. Porcentaje de Manzanas Estratificadas de Píllaro.

Fuente: (Pérez, 2025)

Efectuándose la categorización de las distintas manzanas residenciales presentes dentro del cantón, cuyos resultados son apreciados dentro de la **Figura 5**, revelando que no existen la presencia de manzanas ubicadas dentro del estrato A.

Además, se identificó que en Pillaro la mayor parte de la población pertenece al estrato B con un 67,68%, evidenciando la presencia de familias con un nivel socioeconómico medio predominante. Mientras, dentro del estrato C existe un 24,39 % siendo la segunda más grande de los tres estratos presentes. Finalmente, el estrato más reducido es el estrato D alcanzando valores de 7,93 % representando una minoría dentro de la población.

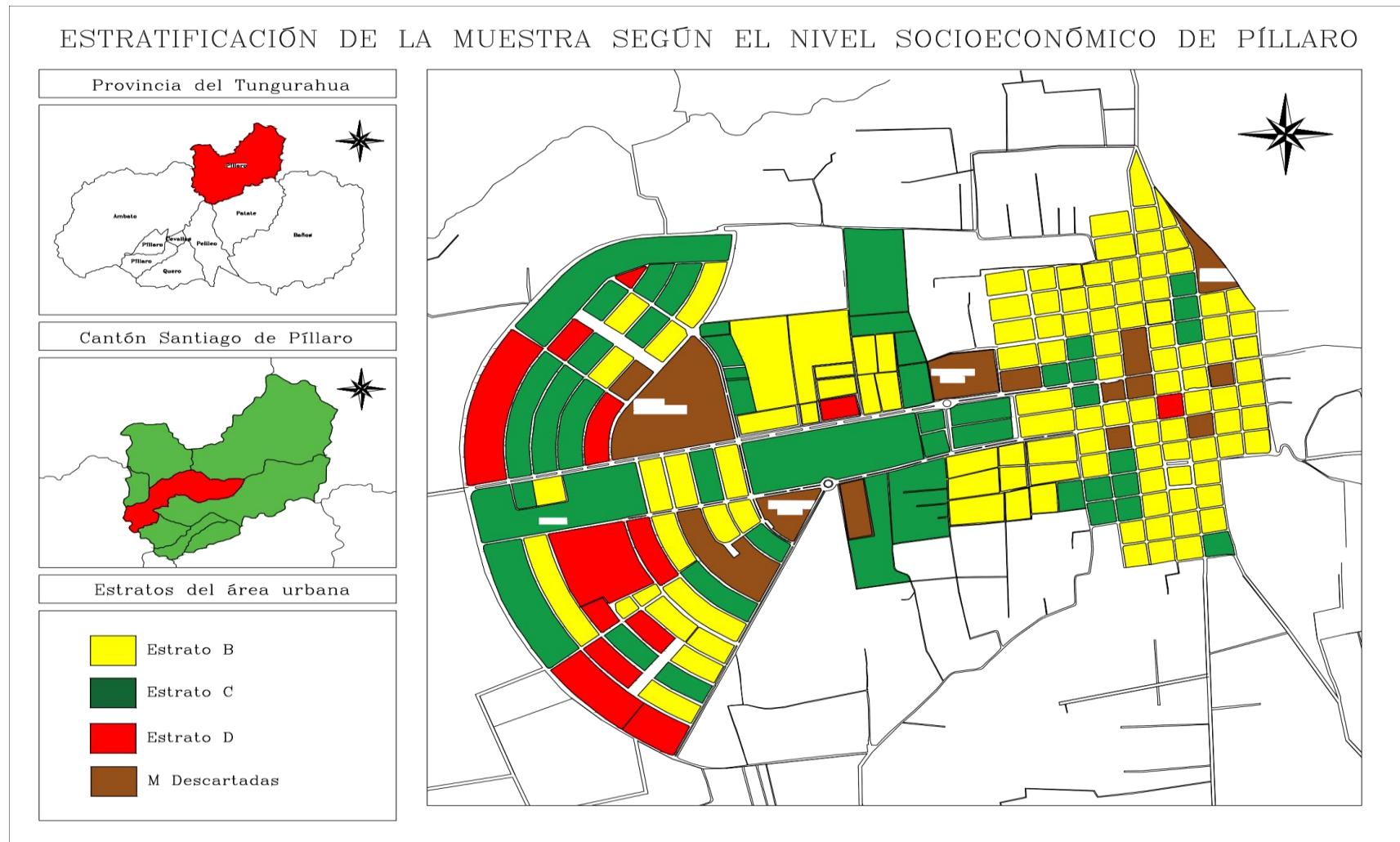


Figura 5. Estratos por manzanas en la zona urbana de Píllaro

Fuente: (Pérez, 2025)

Al analizar la distribución socioeconómica de la ciudad de Píllaro y compararla con la de otras localidades, se evidencia una clara predominancia del estrato B, que representa el 67,68 %, valor similar al registrado en Riobamba y Las Naves. En segundo lugar, el estrato C alcanza un 24,39 %, lo que refleja una menor presencia frente a ciudades como Tena, Cevallos y Guaranda, donde este grupo tiene mayor participación. Por otro lado, el estrato D muestra una representación reducida del 7,93 %, en contraste con Priorato, Puerto Ayora y Penipe, donde se registran algunos de los porcentajes más elevados. Asimismo, se identificó la ausencia de datos correspondientes al estrato A, tal como se aprecia en la **Figura 6**. En conjunto, estos resultados permiten concluir que el cantón Píllaro se caracteriza por una predominancia de estratos socioeconómicos medios, mientras que los sectores medio bajo y bajo presentan una representación limitada, lo que refleja una estructura social relativamente equilibrada en comparación con otras ciudades.

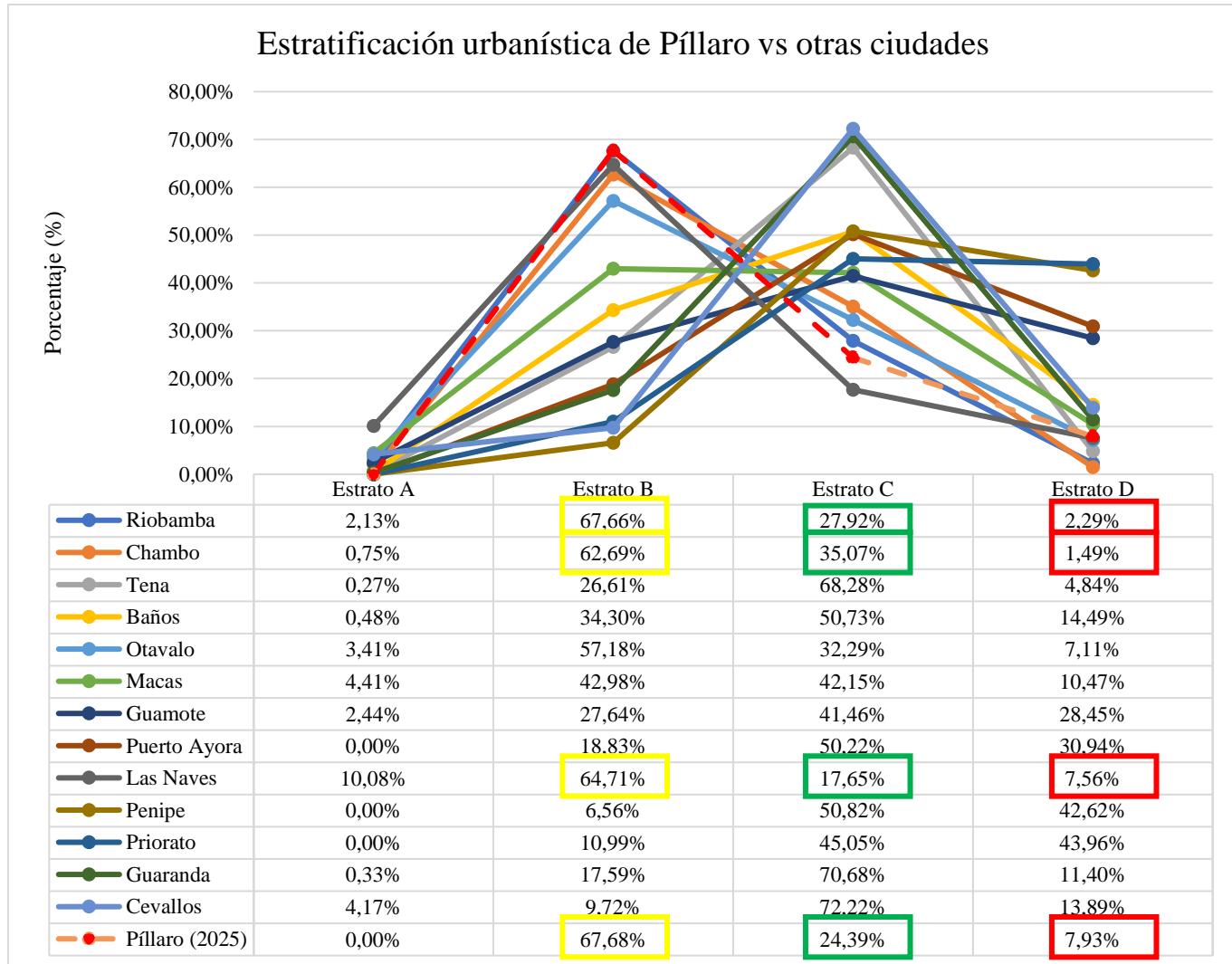


Figura 6. Estratificación urbanística de Píllaro vs otras ciudades

Fuente: (Pérez, 2025)

4.2. Caracterización Socioeconómica en la ciudad de Píllaro

Se empleó un análisis basado en la aplicación de encuestas a la población de estudio, para conocer la distribución socioeconómica, permitiendo así identificar los distintos estratos existentes dentro del área, donde a cada estrato presente se le asignó una muestra representativa proporcional, expresada dentro de la Ec. 2, garantizando que los resultados estén reflejados de manera correcta dentro del universo poblacional. Los hallazgos de este análisis se presentan en la **Tabla 2**,

ofreciendo una visión clara de cómo se distribuyen los diferentes niveles socioeconómicos y facilitando la interpretación de las características de cada estrato.

Tabla 2. Estratificación socioeconómica

Estrato	Porcentaje	#
Viviendas encuestadas		
A	0,00%	0
B	67,68%	55
C	24,39%	20
D	7,93%	6
TOTAL	100,00%	81

Fuente: (Pérez, 2025)

Los resultados de la caracterización socioeconómica se presentan de forma recopilada (**ver Anexo 5**), donde se detalla la información correspondiente a cada persona encuestada, incluyendo valores de puntuaciones obtenidas dentro de las encuestas con su respectiva categoría socioeconómica. Estos valores permiten identificar la distribución establecida por los distintos estratos dentro del área de estudio, a su vez permite ser base para una mejor comprensión de los distintos patrones de comportamiento y la necesidad con la que cuenta cada grupo.

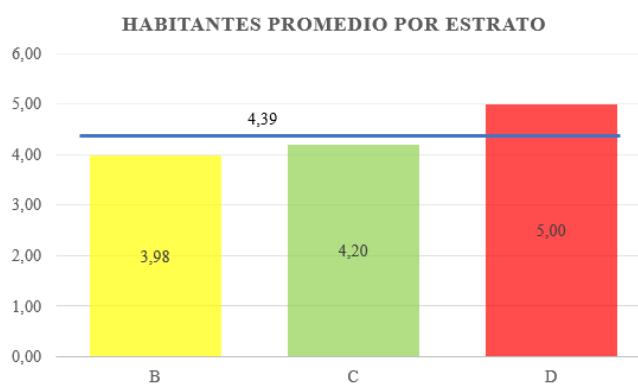


Figura 7. Promedio de habitantes por estrato.

Fuente: (Pérez, 2025)

Dentro de la **Figura 7** se muestran los resultados reflejados del promedio de habitantes por familia existentes dentro de los tres estratos de estudiados en la investigación, cuyo valor promedio alcanza una cifra de 4,39 integrantes en cada hogar. El valor más bajo dentro de los estratos es de 3,98 correspondiente al estrato B, lo que sugiere que existe núcleos familiares más reducidos a comparación de los demás. Por otro lado, el estrato C alcanza un promedio de 4,20 aproximándose al valor general, mientras que el estrato D con un valor de 5,00 habitantes se consolida como el de mayor tamaño familiar dentro de los tres estratos estudiados.

Por medio de estos valores se aprecia que a medida que un estrato socioeconómico disminuye, la cantidad de habitantes por familia aumenta. Dentro de los estratos denominados bajos, la convivencia multigeneracional en un mismo hogar deberse a la necesidad de compartir recursos y reducir costos. Por otra parte, los estratos donde existen mayor capacidad económica suelen estar relacionados a hogares más pequeños, vinculados a una mayor independencia residencial, planificación familiar y acceso a mejores condiciones de vida.

4.3. PPC de RSU en la ciudad de Píllaro con valores atípicos

Durante un periodo de siete días fue llevado a cabo el registro detallado de la generación de residuos sólidos producidos en cada hogar diariamente, registrando el peso total que presentan los desechos, para así calcular la producción por habitante (PPC) comparándolo con familias de tamaños distintos, dichos resultados se presentan en las tablas 3, 4 y 5. De igual manera los datos se ordenaron por estratos socioeconómicos con la finalidad de identificar similitudes en la generación de residuos, aportando información relevante para la gestión comunitaria

Tabla 3. Peso diario y Producción Per Cápita de RSU del estrato B

ÍTEM	CÓDIGO	TOTAL HABITANTES	PESOS (Kg)							PROMEDIO ARITMÉTICO	PPC (Kg/Hab/Día)
			D	L	Ma	Mi	J	V	S		
01	B-01	4	2,126	2,166	2,016	2,046	2,196	1,996	2,136	2,097	0,520
02	B-02	6	2,996	1,996	1,836	2,036	2,296	2,336	2,266	2,252	0,380
03	B-03	4	1,706	1,696	1,706	1,696	1,746	1,676	1,736	1,709	0,430
04	B-04	4	1,826	1,876	1,696	1,646	1,626	1,666	1,656	1,713	0,430
05	B-05	3	2,026	1,646	2,006	2,066	2,246	2,196	2,266	2,065	0,690
06	B-06	5	1,139	1,159	0,909	1,049	1,099	1,029	2,036	1,203	0,240

07	B-07	6	1,569	1,369	1,219	1,289	1,369	1,459	1,529	1,400	0,230
08	B-08	3	0,699	0,619	0,489	0,599	0,619	0,629	0,689	0,620	0,210
09	B-09	5	1,459	1,219	1,029	1,179	1,149	1,099	1,229	1,195	0,240
10	B-10	4	0,889	0,839	0,609	0,829	0,749	0,729	0,849	0,785	0,200
11	B-11	4	0,969	0,809	0,699	0,799	0,789	0,709	0,809	0,798	0,200
12	B-12	3	0,769	0,699	0,509	0,579	0,549	0,559	0,639	0,615	0,200
13	B-13	3	0,909	0,799	0,629	0,649	0,709	0,689	0,699	0,726	0,240
14	B-14	4	0,849	0,889	0,759	0,869	0,839	0,829	0,839	0,839	0,210
15	B-15	4	0,839	0,489	0,459	0,489	0,319	0,429	0,459	0,498	0,120
16	B-16	3	0,769	0,769	0,609	0,669	0,689	0,659	0,689	0,693	0,230
17	B-17	6	2,009	1,209	1,039	1,289	1,399	1,439	1,459	1,406	0,230
18	B-18	3	0,759	0,919	0,659	0,679	0,669	0,639	0,699	0,718	0,240
19	B-19	5	1,039	1,099	0,999	1,019	1,049	1,009	0,929	1,020	0,200
20	B-20	4	0,829	0,879	0,789	0,779	0,799	0,789	0,819	0,812	0,200
21	B-21	4	0,839	0,839	0,729	0,719	0,709	0,699	0,679	0,745	0,190
22	B-22	2	0,679	0,099	0,069	0,019	0,189	0,259	0,269	0,216	0,110
23	B-23	3	0,709	0,749	0,659	0,649	0,639	0,629	0,689	0,675	0,220
24	B-24	3	0,699	0,539	0,689	0,679	0,669	0,659	0,729	0,666	0,220
25	B-25	5	1,069	1,099	0,989	1,009	0,999	0,989	0,949	1,015	0,200
26	B-26	4	0,799	0,849	0,769	0,759	0,749	0,769	0,819	0,788	0,200
27	B-27	5	1,129	0,969	1,169	1,159	1,149	1,139	1,099	1,116	0,220
28	B-28	3	0,719	0,739	0,689	0,659	0,649	0,639	0,499	0,656	0,220
29	B-29	5	1,169	1,259	1,179	1,199	1,189	1,169	1,229	1,199	0,240
30	B-30	4	0,829	0,879	0,819	0,839	0,829	0,799	0,869	0,838	0,210
31	B-31	4	0,809	0,859	0,779	0,799	0,789	0,769	0,829	0,805	0,200
32	B-32	2	0,299	0,109	0,019	0,109	0,389	0,419	0,499	0,260	0,130
33	B-33	4	0,779	0,839	0,749	0,759	0,739	0,729	0,799	0,770	0,190
34	B-34	4	1,716	1,766	1,706	1,726	1,716	1,696	1,756	1,726	0,430
35	B-35	3	1,536	1,626	1,546	1,566	1,556	1,546	1,616	1,570	0,520
36	B-36	4	1,686	1,746	1,666	1,686	1,676	1,666	1,746	1,696	0,420
37	B-37	3	1,566	1,646	1,586	1,556	1,566	1,546	1,606	1,582	0,530
38	B-38	3	1,626	1,746	1,596	1,646	1,586	1,666	1,746	1,659	0,550
39	B-39	5	2,246	2,336	2,296	2,256	2,236	2,276	2,396	2,292	0,460
40	B-40	5	2,196	2,286	2,246	2,206	2,186	2,226	2,346	2,242	0,450
41	B-41	4	1,896	1,996	1,946	1,916	1,896	1,936	1,866	1,922	0,480
42	B-42	4	2,006	1,936	1,896	1,856	1,836	1,876	1,796	1,886	0,470
43	B-43	5	2,356	2,386	2,346	2,306	2,286	2,326	2,346	2,336	0,470
44	B-44	3	1,696	1,736	1,696	1,656	1,636	1,676	1,746	1,692	0,560
45	B-45	3	1,716	1,686	1,646	1,606	1,586	1,626	1,646	1,645	0,550
46	B-46	4	1,846	1,936	1,896	1,856	1,836	1,876	1,896	1,877	0,470

47	B-47	3	1,666	1,756	1,716	1,676	1,656	1,696	1,646	1,687	0,560
48	B-48	5	2,326	1,916	1,606	1,856	1,896	2,266	2,386	2,036	0,410
49	B-49	5	2,246	2,336	2,296	2,256	2,236	2,276	2,396	2,292	0,460
50	B-50	3	1,626	1,916	1,676	1,636	1,616	1,656	1,776	1,700	0,570
51	B-51	4	1,896	1,986	1,946	1,906	1,886	1,926	2,016	1,937	0,480
52	B-52	6	2,646	2,306	2,016	2,166	2,696	2,786	2,746	2,480	0,410
53	B-53	4	1,846	1,936	1,896	1,856	1,836	1,876	1,996	1,892	0,470
54	B-54	5	2,436	2,386	2,186	2,306	2,286	2,326	2,346	2,325	0,460
55	B-55	3	0,749	0,839	0,799	0,759	0,739	0,779	0,799	0,780	0,260

Fuente: (Pérez, 2025)

Tabla 4. Peso diario y Producción Per Cápita de RSU del estrato C

ÍTEM	CÓDIGO	TOTAL HABITANTES	PESOS (Kg)							PROMEDIO ARITMÉTICO	PPC (Kg/Hab/Día)
			D	L	Ma	Mi	J	V	S		
56	B-56	5	2,049	2,139	1,899	2,059	2,039	2,079	2,099	2,052	0,410
57	C-57	2	1,446	2,186	2,136	1,486	2,306	2,286	1,466	1,902	0,950
58	C-58	3	2,396	2,436	2,396	2,356	2,336	2,376	1,436	2,247	0,750
59	C-59	5	2,996	2,636	2,656	2,346	2,136	2,266	2,386	2,489	0,500
60	C-60	4	2,676	2,736	2,696	2,656	2,636	2,676	2,796	2,696	0,670
61	C-61	3	2,356	2,386	2,346	2,306	2,286	2,326	2,446	2,350	0,780
62	C-62	7	3,886	3,766	4,616	3,806	4,006	4,046	3,966	4,013	0,570
63	C-63	4	2,656	2,686	2,646	2,606	2,586	2,626	2,646	2,636	0,660
64	C-64	3	2,356	2,436	2,396	2,356	2,336	2,376	2,396	2,379	0,790
65	C-65	4	2,686	2,686	2,646	2,606	2,586	2,626	2,646	2,640	0,660
66	C-66	5	2,996	2,466	2,476	2,286	2,086	2,606	2,646	2,509	0,500
67	C-67	4	2,596	2,686	2,646	2,606	2,586	2,626	2,646	2,627	0,660
68	C-68	5	3,046	3,086	3,116	2,786	2,986	3,026	2,946	2,999	0,600
69	C-69	4	2,666	2,636	2,596	2,556	2,536	2,576	2,646	2,602	0,650
70	C-70	7	3,896	3,886	3,856	3,806	3,966	4,006	3,956	3,910	0,560
71	C-71	5	2,996	3,086	3,046	3,006	2,986	3,026	2,886	3,005	0,600
72	C-72	4	2,596	2,686	2,646	2,606	2,586	2,626	2,646	2,627	0,660
73	C-73	4	2,686	2,636	2,596	2,356	2,536	2,576	2,646	2,576	0,640
74	C-74	4	2,526	2,346	2,576	2,536	2,516	2,556	2,676	2,533	0,630
75	C-75	2	2,096	1,596	1,286	1,376	1,346	2,186	1,596	1,640	0,820

Fuente: (Pérez, 2025)

Tabla 5. Peso diario y Producción Per Cápita de RSU del estrato D

ÍTEM	CÓDIGO	TOTAL HABITANTES	PESOS (Kg)							PROMEDIO ARITMÉTICO	PPC (Kg/Hab/Día)
			D	L	Ma	Mi	J	V	S		
76	B-76	5	2,416	2,436	2,396	2,356	2,336	2,376	2,396	2,387	0,480
77	B-77	6	2,696	2,196	2,406	2,706	2,686	2,726	2,746	2,595	0,430
78	B-78	4	2,096	2,186	1,926	2,106	2,086	2,126	2,086	2,087	0,520
79	B-79	6	2,776	2,786	2,896	2,706	2,686	2,726	2,746	2,760	0,460
80	B-80	5	2,596	2,436	2,346	2,356	2,336	2,376	2,396	2,406	0,480
81	B-81	4	2,096	2,186	2,266	2,106	2,086	2,126	2,256	2,160	0,540

Fuente: (Pérez, 2025)

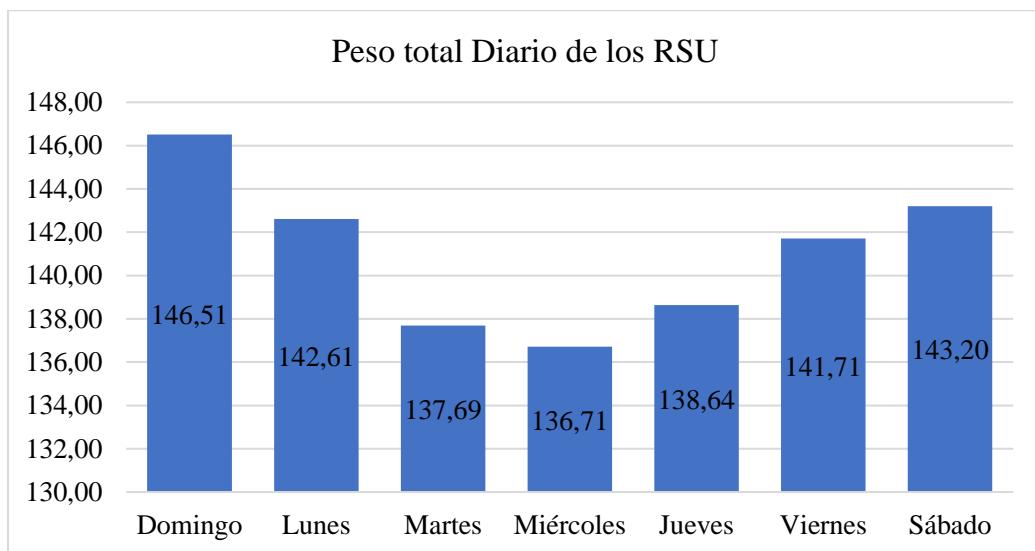


Figura 8. Peso diario total de Residuos Sólidos Urbanos

Fuente: (Pérez, 2025)

Durante los días sábado, domingo y lunes se observa un notable incremento en la generación de residuos sólidos urbanos. Este comportamiento se relaciona con la realización de diversas actividades sociales, culturales y turísticas que se desarrollan en la ciudad, tal como se muestra en la **Figura 8**.

En particular, la feria tradicional de alimentos y animales atrae a un gran número de personas, tanto habitantes locales como personas provenientes de zonas rurales cercanas. En dicho evento donde la preparación y consumo de alimentos es consecuencia del aumento significativo de la cantidad de basura como tarrinas y envases Tetrapak, junto con la compra y venta de animales

domésticos, provocan la generación de una mayor cantidad de desechos en comparación con los demás días.

Por otro lado, el cantón atrae numerosos visitantes interesados en el ecoturismo y el agroturismo al contar con atractivos turísticos como la Laguna Pisayambo y diversos complejos recreativos a sus alrededores. Estas actividades también contribuyen al aumento de residuos durante los fines de semana.

Finalmente, los días Lunes se presenta un repunte de desechos. Esto podría deberse a que los visitantes retornen a sus lugares de origen, como también a la acumulación de residuos domésticos que no fueron desechados durante el fin de semana, evidenciando que las actividades comerciales y turísticas del lugar tienen una gran influencia en la generación de desechos.

4.4. PPC de RSU de la ciudad de Píllaro sin valores atípicos

Para el análisis de la Producción Per Cápita (PPC) se empleó el software estadístico Minitab, el cual permitió generar diagramas de caja y bigotes con la intención de visualizar la distribución de los datos. Donde aquellos valores que se encontraban fuera un rango esperado o considerados atípicos, fueron excluidos para evitar variaciones en el resultado final. Posteriormente, se volvió a recalcular el valor de la producción per cápita ponderado tomando únicamente los datos dentro del rango considerado normal, obteniendo así una estimación más representativa de la generación promedio de residuos

Tabla 6. Valores atípicos de producción per cápita del estrato B

ÍTEM	CÓDIGO	CATEGORÍA	PESOS (Kg)						
			D	L	Ma	Mi	J	V	S
01	B-01	B	0,532	0,542	0,504	0,512	0,549	0,499	0,534
02	B-02	B	0,499	0,333	0,306	0,339	0,383	0,389	0,378
03	B-03	B	0,427	0,424	0,427	0,424	0,437	0,419	0,434
04	B-04	B	0,457	0,469	0,424	0,412	0,407	0,417	0,414
05	B-05	B	0,675	0,549	0,669	0,689	0,749	0,732	0,755
06	B-06	B	0,228	0,232	0,182	0,210	0,220	0,206	0,407
07	B-07	B	0,262	0,228	0,203	0,215	0,228	0,243	0,255
08	B-08	B	0,233	0,206	0,163	0,200	0,206	0,210	0,230

09	B-09	B	0,292	0,244	0,206	0,236	0,230	0,220	0,246
10	B-10	B	0,222	0,210	0,152	0,207	0,187	0,182	0,212
11	B-11	B	0,242	0,202	0,175	0,200	0,197	0,177	0,202
12	B-12	B	0,256	0,233	0,170	0,193	0,183	0,186	0,213
13	B-13	B	0,303	0,266	0,210	0,216	0,236	0,230	0,233
14	B-14	B	0,212	0,222	0,190	0,217	0,210	0,207	0,210
15	B-15	B	0,210	0,122	0,115	0,122	0,080	0,107	0,115
16	B-16	B	0,256	0,256	0,203	0,223	0,230	0,220	0,230
17	B-17	B	0,335	0,202	0,173	0,215	0,233	0,240	0,243
18	B-18	B	0,253	0,306	0,220	0,226	0,223	0,213	0,233
19	B-19	B	0,208	0,220	0,200	0,204	0,210	0,202	0,186
20	B-20	B	0,207	0,220	0,197	0,195	0,200	0,197	0,205
21	B-21	B	0,210	0,210	0,182	0,180	0,177	0,175	0,170
22	B-22	B	0,340	0,050	0,035	0,010	0,095	0,130	0,135
23	B-23	B	0,236	0,250	0,220	0,216	0,213	0,210	0,230
24	B-24	B	0,233	0,180	0,230	0,226	0,223	0,220	0,243
25	B-25	B	0,214	0,220	0,198	0,202	0,200	0,198	0,190
26	B-26	B	0,200	0,212	0,192	0,190	0,187	0,192	0,205
27	B-27	B	0,226	0,194	0,234	0,232	0,230	0,228	0,220
28	B-28	B	0,240	0,246	0,230	0,220	0,216	0,213	0,166
29	B-29	B	0,234	0,252	0,236	0,240	0,238	0,234	0,246
30	B-30	B	0,207	0,220	0,205	0,210	0,207	0,200	0,217
31	B-31	B	0,202	0,215	0,195	0,200	0,197	0,192	0,207
32	B-32	B	0,150	0,055	0,010	0,055	0,195	0,210	0,250
33	B-33	B	0,195	0,210	0,187	0,190	0,185	0,182	0,200
34	B-34	B	0,429	0,442	0,427	0,432	0,429	0,424	0,439
35	B-35	B	0,512	0,542	0,515	0,522	0,519	0,515	0,539
36	B-36	B	0,422	0,437	0,417	0,422	0,419	0,417	0,437
37	B-37	B	0,522	0,549	0,529	0,519	0,522	0,515	0,535
38	B-38	B	0,542	0,582	0,532	0,549	0,529	0,555	0,582
39	B-39	B	0,449	0,467	0,459	0,451	0,447	0,455	0,479
40	B-40	B	0,439	0,457	0,449	0,441	0,437	0,445	0,469
41	B-41	B	0,474	0,499	0,487	0,479	0,474	0,484	0,467
42	B-42	B	0,502	0,484	0,474	0,464	0,459	0,469	0,449
43	B-43	B	0,471	0,477	0,469	0,461	0,457	0,465	0,469

44	B-44	B	0,565	0,579	0,565	0,552	0,545	0,559	0,582
45	B-45	B	0,572	0,562	0,549	0,535	0,529	0,542	0,549
46	B-46	B	0,462	0,484	0,474	0,464	0,459	0,469	0,474
47	B-47	B	0,555	0,585	0,572	0,559	0,552	0,565	0,549
48	B-48	B	0,465	0,383	0,321	0,371	0,379	0,453	0,477
49	B-49	B	0,449	0,467	0,459	0,451	0,447	0,455	0,479
50	B-50	B	0,542	0,639	0,559	0,545	0,539	0,552	0,592
51	B-51	B	0,474	0,497	0,487	0,477	0,472	0,482	0,504
52	B-52	B	0,441	0,384	0,336	0,361	0,449	0,464	0,458
53	B-53	B	0,462	0,484	0,474	0,464	0,459	0,469	0,499
54	B-54	B	0,487	0,477	0,437	0,461	0,457	0,465	0,469
55	B-55	B	0,250	0,280	0,266	0,253	0,246	0,260	0,266

Fuente: (Pérez, 2025)

Tabla 7. Valores atípicos de producción per cápita del estrato C.

ÍTEM	CÓDIGO	CATEGORÍA	PESOS (Kg)						
			D	L	Ma	Mi	J	V	S
56	C-56	C	0,410	0,428	0,380	0,412	0,408	0,416	0,420
57	C-57	C	0,723	1,093	1,068	0,743	1,153	1,143	0,733
58	C-58	C	0,799	0,812	0,799	0,785	0,779	0,792	0,479
59	C-59	C	0,599	0,527	0,531	0,469	0,427	0,453	0,477
60	C-60	C	0,669	0,684	0,674	0,664	0,659	0,669	0,699
61	C-61	C	0,785	0,795	0,782	0,769	0,762	0,775	0,815
62	C-62	C	0,555	0,538	0,659	0,544	0,572	0,578	0,567
63	C-63	C	0,664	0,672	0,662	0,652	0,647	0,657	0,662
64	C-64	C	0,785	0,812	0,799	0,785	0,779	0,792	0,799
65	C-65	C	0,672	0,672	0,662	0,652	0,647	0,657	0,662
66	C-66	C	0,599	0,493	0,495	0,457	0,417	0,521	0,529
67	C-67	C	0,649	0,672	0,662	0,652	0,647	0,657	0,662
68	C-68	C	0,609	0,617	0,623	0,557	0,597	0,605	0,589

69	C-69	C	0,667	0,659	0,649	0,639	0,634	0,644	0,662
70	C-70	C	0,557	0,555	0,551	0,544	0,567	0,572	0,565
71	C-71	C	0,599	0,617	0,609	0,601	0,597	0,605	0,577
72	C-72	C	0,649	0,672	0,662	0,652	0,647	0,657	0,662
73	C-73	C	0,672	0,659	0,649	0,589	0,634	0,644	0,662
74	C-74	C	0,632	0,587	0,644	0,634	0,629	0,639	0,669
75	C-75	C	0,788	0,798	0,643	0,688	0,673	1,093	0,798

Fuente: (Pérez, 2025)

Tabla 8. Valores atípicos de producción per cápita del estrato D

ÍTEM	CÓDIGO	CATEGORÍA	PESOS (Kg)						
			D	L	Ma	Mi	J	V	S
76	D-76	D	0,483	0,487	0,479	0,471	0,467	0,475	0,479
77	D-77	D	0,449	0,366	0,401	0,451	0,448	0,454	0,458
78	D-78	D	0,524	0,547	0,482	0,527	0,522	0,532	0,522
79	D-79	D	0,463	0,464	0,483	0,451	0,448	0,454	0,458
80	D-80	D	0,519	0,487	0,469	0,471	0,467	0,475	0,479
81	D-81	D	0,524	0,547	0,567	0,527	0,522	0,532	0,564

Fuente: (Pérez, 2025)

En base al análisis realizado a través de los diagramas de caja y bigotes presentes en el Anexo correspondiente, se logró identificar que los valores atípicos se concentraron únicamente en el estrato C. De acuerdo con la Tabla 7, las muestras C-56, C-57, C-59, C-61, C-66 y C-75 presentaron registros que se apartan de la tendencia general, distribuidos en distintos días de recolección. Estos valores evidencian la presencia de variaciones en el comportamiento de la generación de residuos sólidos, posiblemente sea asociadas a condiciones específicas dentro de los distintos hogares analizados. Por otro lado dentro de los estratos B y D no se identificó la presencia de datos atípicos, lo que evidencia una mayor homogeneidad en los resultados obtenidos para dichas categorías, reforzando la confiabilidad del análisis en esos segmentos

4.5. Análisis Varianza ANOVA (Prueba Tukey) para la Producción Per Cápita

El análisis de varianza (ANOVA), aplicado a los valores de producción per cápita en la zona de estudio, permitió identificar las diferencias existentes dentro de la generación de residuos sólidos urbanos provenientes de los estratos B, C y D, arrojando como resultado un valor de $P=0.000$, claramente inferior al nivel de significancia convencional de $\alpha = 0.05$. Según los datos obtenidos en la prueba Turkey, se distingue que el estrato C registra la media de producción más elevada de los tres estratos presentes, integrando dentro de la agrupación A, teniendo una manera clara variación con respecto a las demás. Por su parte, dentro del estrato D se obtuvo una posición intermedia dentro de la agrupación tipo B, mientras que el estrato estudiado que presentaba la media más baja resultó ser el B, quedando dentro de la agrupación C.

Estos hallazgos son evidencia de que en Pillaro cada estrato tiene un propio patrón de generación de residuos, lo que explica las notables diferencias en los hábitos de consumo y disposición, tal y como se muestran en la **Tabla 9** y **Figura 9**.

Tabla 9. Resultados de la prueba Tukey para la producción per cápita en los estratos B, C Y D de Pillaro

Ciudad	Valor F	Valor P
Pillaro	23,38	0.000
Estrato	Media (PPC kg/hab/día)	Agrupación
PPC C	0,64938	A
PPC D	0,48552	B
PPC B	0,33935	C

Fuente: (Pérez, 2025)

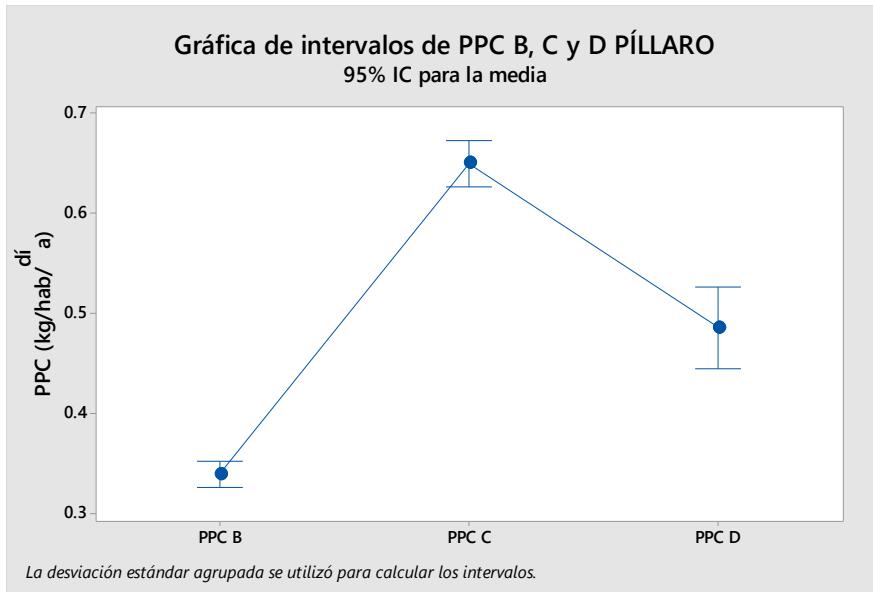


Figura 9. Análisis comparativo de la PPC entre los estratos B, C y D utilizando Tukey

Fuente: (Pérez, 2025)

El análisis estadístico evidenció la presencia de datos atípicos existentes en el estrato C, los cuales ocasionaron una variación mínima en el resultado de la Producción Per Cápita, pasando de 0,653 kg/hab/día a 0,649 kg/hab/día. Tal y como se indica la variación no fue significativa, pero como consecuencia se estableció un valor ponderado nuevo de 0.427 kg/hab/día. Por el contrario, dentro de los demás estratos B y D no se encontró la presencia de valores fuera del rango, por lo que sus valores no sufrieron cambios ni modificaciones, reflejando que las principales inconsistencias en la información estaban concentradas dentro del estrato C, mientras que los demás conservaron una mayor homogeneidad con respecto a los datos reportados, como se evidencia en la **Figura 10**.

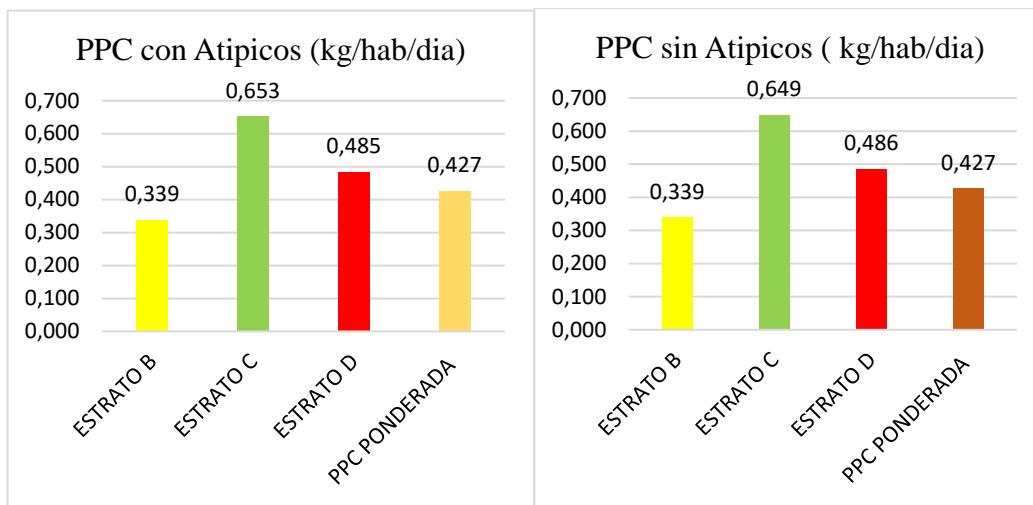


Figura 10. PPC real de los estratos B, C, D

Fuente: (Pérez, 2025)

Al comparar los datos de Producción Per Cápita de Pillaro con los de otras ciudades analizadas en investigaciones similares, se determinó que Pillaro presenta un valor de 0,43 kg/hab/día como se puede observar en la **Figura 11**. Estos valores sitúan al cantón de Pillaro dentro del rango intermedio, siendo similar a cantones como Calpi con 0,43 kg/hab/día y ligeramente inferior a Las Naves y Patate que presentan 0,45 kg/hab/día y 0,44 kg/hab/día respectivamente.

Esto evidencia que la generación de residuos sólidos urbanos en la ciudad se encuentra alineada con datos encontrados en localidades con similares características urbanas y socioeconómicas donde se procedieron a realizar metodologías de medición y análisis similares. La variación de PPC estudiadas, reflejan diferencias entre los hábitos de consumo, densidad poblacional y la forma en la que la gestión de residuos ocurre en los diferentes cantones.

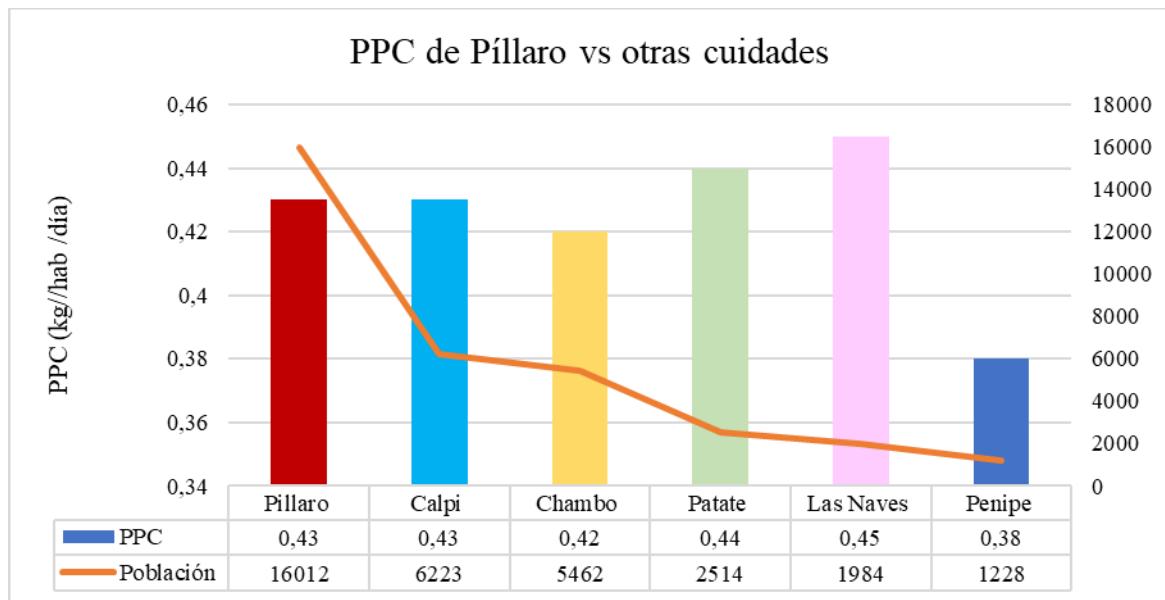


Figura 11. Producción per cápita de Píllaro vs otras ciudades.

Fuente: (Pérez, 2025)

4.6. Densidad Suelta de RSU de la ciudad de Píllaro

La **Tabla 10** recoge los resultados de densidad suelta obtenidos para cada estrato socioeconómico durante un período de siete días.

Tabla 10. Densidades sueltas de residuos sólidos correspondientes a los estratos B, C y D

Estrato	Densidad suelta diaria (kg/m3)							Densidad Suelta Promediada (kg/m3)
	Domingo 3/8/2025	Lunes 4/8/2025	Martes 5/8/2025	Miércoles 6/8/2025	Jueves 7/8/2025	Viernes 8/8/2025	Sábado 9/8/2025	
B	136,45	94,36	89,93	78,88	41,71	35,70	43,31	74,33
C	59,73	73,96	101,83	97,18	81,45	108,46	88,77	87,34
D	165,24	133,78	127,98	100,90	84,93	71,93	90,03	110,68

Fuente: (Pérez, 2025)

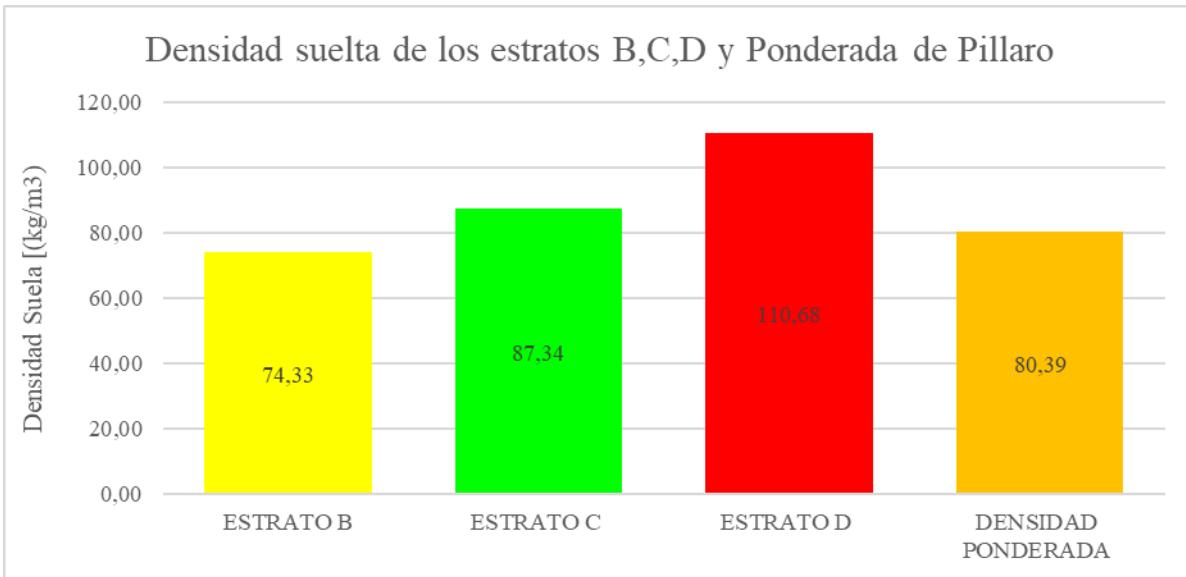


Figura 12. Densidad Suelta en los estratos B, C, D y Ponderada de Píllaro

Fuente: (Pérez, 2025)

Se obtuvo una densidad ponderada de 80,39 kg/m³, evidenciándose diferencias significativas entre los estratos socioeconómicos analizados. El estrato B, que cuenta con mejores condiciones económicas, registró la menor densidad con 74,33 kg/m³. Esto se debe, probablemente, a que muchas de las familias de este grupo suelen consumir alimentos fuera del hogar, lo que reduce la generación de residuos orgánicos y favorece la presencia de materiales más livianos, como plásticos o envases desechables.

En contraste, los estratos C y D presentaron valores más elevados de 87,34 kg/m³ y 110,68 kg/m³, respectivamente. Esta mayor densidad se asocia con una composición de residuos predominantemente orgánica, derivada de la preparación frecuente de alimentos en casa, especialmente en el estrato D, donde las limitaciones económicas impulsan hábitos de consumo más domésticos, lo que se puede verificar en la **Figura 12**. De igual manera se confirma lo que dice la metodología de Arellano et al. (2024), los datos de densidades más elevadas aparecen dentro de los estratos que cocinan con mayor regularidad, a consecuencia generan más desechos orgánicos.

4.7. Composición física de los residuos sólidos urbanos de Píllaro

Al establecer los valores correspondientes a la composición física de los residuos sólidos urbanos, se aplicó la técnica basada en la determinación de densidades, con el método de cuarteo y homogenización, siguiendo el criterio descrito en el libro de Arellano et al. [13]. del Enfoque Interdisciplinario para la gestión sustentable de agua potable y desechos sólidos en el Ecuador.

Para desarrollar el mismo, se recolectaron muestras de los residuos de entre 5 y 7 kg por cada estrato socioeconómico presente, esto con el fin de identificar los residuos y sus respectivos componentes. Los datos recogidos durante siete días consecutivos se aprecian dentro de las **Tablas 11, 12 y 13**, proporcionando información clara para comprender la distribución de densidades y generación de residuos en la localidad.

Tabla 11. Composición física de los residuos sólidos urbanos generados en el estrato B

Componentes (g)	Dom	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sáb	Prom
Botellas de plástico	8,8%	6,0%	2,4%	1,8%	2,8%	4,2%	3,7%	4,24%
Botellas y Frascos de vidrio	4,1%	8,2%	1,0%	0,0%	6,2%	6,0%	0,0%	3,64%
Cartón	5,8%	18,6 %	5,1%	0,0%	2,2%	1,2%	8,6%	5,93%
Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)	2,1%	1,9%	0,0%	53,1 %	0,0%	0,0%	0,0%	8,15%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,0%	0,5%	0,0%	0,22%
Cuero	0,0%	0,0%	0,0%	1,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,26%
Caucho	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0,0%	0,0%	0,0%	2,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,41%
Maderas	0,0%	2,2%	2,5%	0,0%	4,4%	0,0%	0,0%	1,31%
Material de construcción- cerámicas (loza	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%
Metales	0,0%	0,7%	0,0%	1,2%	0,0%	13,9 %	0,0%	2,25%
Orgánicos (sobras de comida, rastrojos de jardín, excrementos de animales, cáscaras	55,6 %	53,8 %	50,0 %	1,6%	52,7 %	52,6 %	69,5 %	47,98 %
Papel bond blanco	5,1%	0,0%	0,0%	4,4%	0,0%	0,0%	5,5%	2,16%
Papel de color	0,0%	1,0%	0,9%	0,0%	1,1%	0,4%	0,0%	0,49%
Papel periódico	1,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,18%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina	2,9%	3,7%	0,5%	9,2%	4,8%	5,2%	7,0%	4,75%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%

Pilas y baterías	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,04%
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	1,5%	2,7%	6,4%	1,7%	0,4%	0,5%	2,2%	2,21%
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	0,7%	1,3%	11,3 %	6,6%	4,6%	2,6%	0,8%	3,99%
Tetrapak	8,7%	0,0%	4,5%	4,4%	6,9%	2,7%	0,5%	3,96%
Textiles	0,0%	0,0%	15,4 %	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,21%
Mascarillas	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%
Toallas sanitarias y pañales	2,7%	0,0%	0,0%	11,3 %	12,7 %	10,0 %	2,1%	5,54%
Otros	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,08%

Fuente: (Pérez, 2025)

Tabla 12. Composición física de los residuos sólidos urbanos generados en el estrato C

Componentes (g)	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sáb	Dom	Prom
Botellas de plástico	1,7%	0,9%	6,6%	2,7%	0,8%	1,9%	2,0%	2,36%
Botellas y Frascos de vidrio	3,5%	43,7 %	0,0%	0,0%	0,0%	24,4 %	0,0%	10,24 %
Cartón	1,7%	2,9%	0,0%	0,8%	12,6 %	17,4 %	2,5%	5,42%
Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,10%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%	0,0%	0,08%
Cuero	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%
Caucho	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%
Maderas	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,6%	0,0%	0,37%
Material de construcción- cerámicas (loza	0,0%	2,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,36%
Metales	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	0,8%	0,0%	1,4%	0,42%
Orgánicos (sobras de comida, rastrojos de jardín, excrementos de animales, cáscaras	58,2 %	37,2 %	37,6 %	45,8 %	55,3 %	41,2 %	75,9 %	50,17 %
Papel bond blanco	0,0%	0,0%	1,5%	8,7%	0,0%	0,0%	0,0%	1,46%
Papel de color	1,4%	1,7%	0,0%	0,0%	0,5%	0,0%	0,6%	0,59%
Papel periódico	0,0%	0,0%	2,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,35%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina	2,2%	2,4%	3,2%	21,0 %	2,4%	0,5%	2,0%	4,81%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%
Pilas y baterías	3,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,55%
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	7,8%	4,7%	5,7%	7,9%	4,1%	4,9%	4,2%	5,64%
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	4,8%	2,0%	4,1%	1,4%	6,7%	4,7%	3,4%	3,87%

Tetrapak	1,7%	1,9%	4,5%	10,2%	8,5%	0,9%	1,2%	4,13%
				%				
Textiles	8,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%	0,8%	1,37%
Mascarillas	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,04%
Toallas sanitarias y pañales	4,8%	0,0%	34,4%	0,0%	8,3%	0,0%	6,2%	7,66%
Otros	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%

Fuente: (Pérez, 2025)

Tabla 13. Composición física de los residuos sólidos urbanos generados en el estrato D

Componentes (g)	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sáb	Dom	Prom
Botellas de plástico	2,7%	3,2%	2,9%	3,1%	2,7%	8,7%	4,0%	3,89%
Botellas y Frascos de vidrio	0,0%	0,0%	0,0%	13,0%	0,6%	0,0%	0,0%	1,94%
Cartón	0,7%	1,7%	0,5%	5,0%	11,4%	0,9%	1,6%	3,12%
Componentes de computadoras (CPU, monitores, teclados, cables)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptador)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%
Cuero	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%
Caucho	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%
Infecciosos (gasas, agujas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%
Maderas	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%
Material de construcción- cerámicas (loza)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	12,0%	0,0%	1,71%
Metal	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%
Orgánicos (restos de comida, desechos de jardín, eses de animales, cáscaras)	72,9%	72,6%	74,5%	53,0%	45,9%	36,9%	54,1%	58,56%
Papel bond blanco	1,5%	0,0%	0,0%	6,9%	1,7%	0,0%	0,0%	1,43%
Papel de color	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	12,2%	11,8%	3,43%
Papel periódico	0,0%	2,5%	0,0%	4,6%	0,0%	7,1%	7,2%	3,05%
Papel de sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)	7,3%	5,7%	5,6%	4,3%	5,5%	3,8%	5,6%	5,39%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%
Pilas y baterías	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,03%

Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	8,6%	6,9%	3,1%	2,6%	2,5%	6,4%	1,6%	4,51 %
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	4,1%	5,1%	4,1%	2,9%	1,5%	4,4%	0,8%	3,27 %
Tetrapak	1,8%	2,2%	6,6%	1,1%	0,0%	0,4%	2,0%	2,02 %
Textiles	0,3%	0,0%	0,0%	3,5%	10,8 %	7,1%	0,0%	3,12 %
Mascarillas	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00 %
Toallas sanitarias y pañales	0,0%	0,0%	2,6%	0,0%	17,4 %	0,0%	11,4 %	4,50 %
Otros	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00 %

Fuente: (Pérez, 2025)

Los residuos sólidos orgánicos presentes en la ciudad constituyen al porcentaje de mayor proporción, constituido principalmente por restos de comida como cáscaras de frutas, verduras y desechos de jardín alcanzando un 46,36 %, reflejando un patrón de consumo doméstico predominante. El segundo componente con mayor proporción dentro de los residuos orgánicos correspondió a pañales y toallas sanitarias, alcanzando un 5,98 %, vinculados a prácticas de higiene, generando así un volumen constante de estos desechos. Finalmente, el cartón presentó un porcentaje de 5,58 % evidenciando la presencia de empaques y materiales de embalaje.

Afirmado que esos tres componentes orgánicos en conjunto concentran el 49,36% del total de residuos generados, destacando la importancia de implementar planes de manejo de residuos que tengan como prioridad la reducción de estos desechos, fomentando el reciclaje de materiales como en cartón en la población.

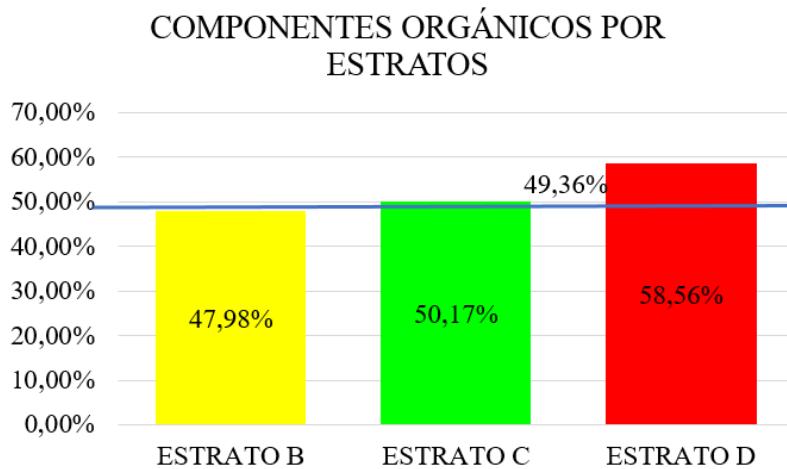


Figura 13. Clasificación de los componentes orgánicos según estratos y valor ponderado

Fuente: (Pérez, 2025)

La **Figura 13**, muestra los residuos orgánicos presentes dentro de los diferentes estratos encontrados en este estudio, evidenciando así una clara tendencia en la generación de este tipo de desechos según el nivel de ingresos. El estrato B que corresponde a familias con mejores ingresos, presenta un 47.98% de residuos orgánicos, mientras que el estrato C alcanza un 50.17% y por ultimo el D, representa a los sectores con ingresos menores, registrando el porcentaje más alto con un 58.56%.

Las familias que cuentan con mayores condiciones económicas es el estrato B, es muy probable que el consumo de productos procesados y empaquetados sea mayor, motivo por el cual se reduce la proporción de desechos orgánicos, favoreciendo a la generación de inorgánicos, como cartones, plásticos o envases de un solo uso, evidenciando que en este grupo social el desperdicio es más notorio, existiendo una menor reutilización en comparación a los sectores de ingresos más bajos.

Por otro lado, los sectores que presentan menores ingresos es el estrato D, alcanzando el porcentaje más alto de residuos orgánicos, lo que refleja una mayor dependencia de alimentos frescos y productos agrícolas, por lo cual evidenciamos que las familias preparan sus alimentos en casa y se observó que la actividad agropecuaria predomina en la ciudad.

Del mismo modo, la práctica de reutilizar empaques y la menor compra de productos industrializados pueden ser motivo de que el porcentaje de desechos inorgánicos sea menor en este estrato.

El estrato C cuenta con un 50.17%, se ubica en un punto intermedio entre los dos grupos anteriores. Es probable que en este estrato el consumo de productos procesados y empaquetados sea moderado, mientras que en la alimentación diaria se mantenga una alta proporción de alimentos frescos. Por consiguiente, el porcentaje de residuos orgánicos en este grupo resulta estar por encima del estrato B, pero por debajo que el del estrato D.

Estos resultados están evidenciados dentro de la **Figura 14**, mostrando los distintos porcentajes de componentes orgánicos existentes en cada estrato.

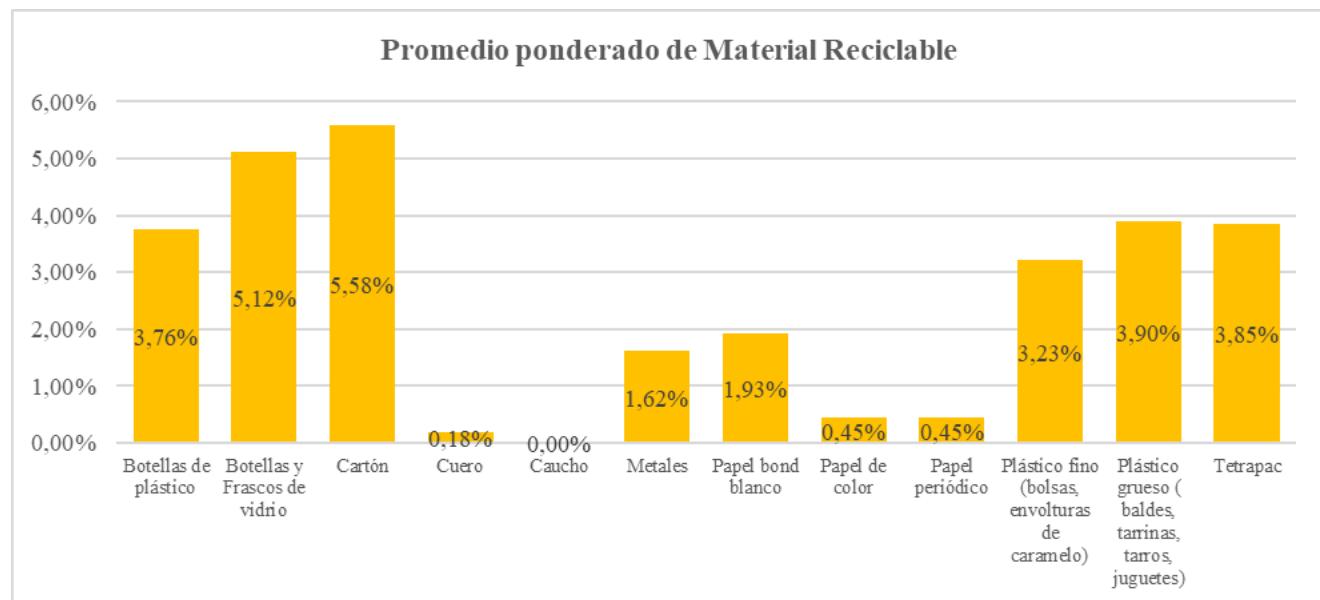


Figura 14. Residuos sólidos potencialmente reciclables

Fuente: (Pérez, 2025)

En la **Figura 14** se presenta los datos sobre la cantidad de residuos sólidos potencialmente reciclables en la ciudad de Píllaro cuya composición refleja patrones claros respecto a los

materiales más generados. Los componentes con mayor participación corresponden al cartón (5,58 %), seguido de botellas y frascos de vidrio (5,12 %) y botellas de plástico (3,76 %), mientras que otros materiales como plástico grueso (3,90 %), Tetrapak (3,85 %) y plástico fino (3,23 %) presentan porcentajes ligeramente menores, pero aún significativos dentro de la fracción reciclabl. Este patrón indica que los residuos provenientes de envases de alimentos y bebidas conforman la mayor parte de los materiales recuperables, lo cual puede relacionarse con hábitos de consumo actuales y la presencia de productos empaquetados en los hogares.

En Ecuador, la gestión de residuos sólidos en ciudades de tamaño medio como Pillaro, enfrenta problemáticas similares a la de otros cantones de la sierra, donde los minadores desempeñan un papel crucial en la separación de materiales como el vidrio, plásticos o cartón, los cuales representan no solo una oportunidad de reducir el impacto ambiental, sino también un recurso económico para las personas que realizan esta actividad. Esta información permite identificar oportunidades para implementar la separación en la fuente, incentivar a la educación ambiental y optimizar la recolección, valorización de los materiales reciclables.

De igual forma, los porcentajes bajos de materiales reciclables como el cuero, metales y papel bond o periódico con alrededor de 1 a 2 %, sugieren que estos residuos se encuentran menos frecuentes en los hogares de los ciudadanos. Motivo por el cual el consumo de estos productos fabricados con estos materiales es reducido o también a la recuperación anticipada por parte de los recicladores.

La comprensión de estos resultados es primordial, ya que se puede plantear estrategias de manejo de residuos en la Ciudad, abordando que tipo de desecho es producido de manera específica. Reflejando la necesidad de implementar las políticas de gestión locales tomando en cuenta como es la composición de cada estrato, priorizando el reciclaje y recuperación de materiales como el cartón, plásticos y vidrio para manejarlos de manera adecuada.

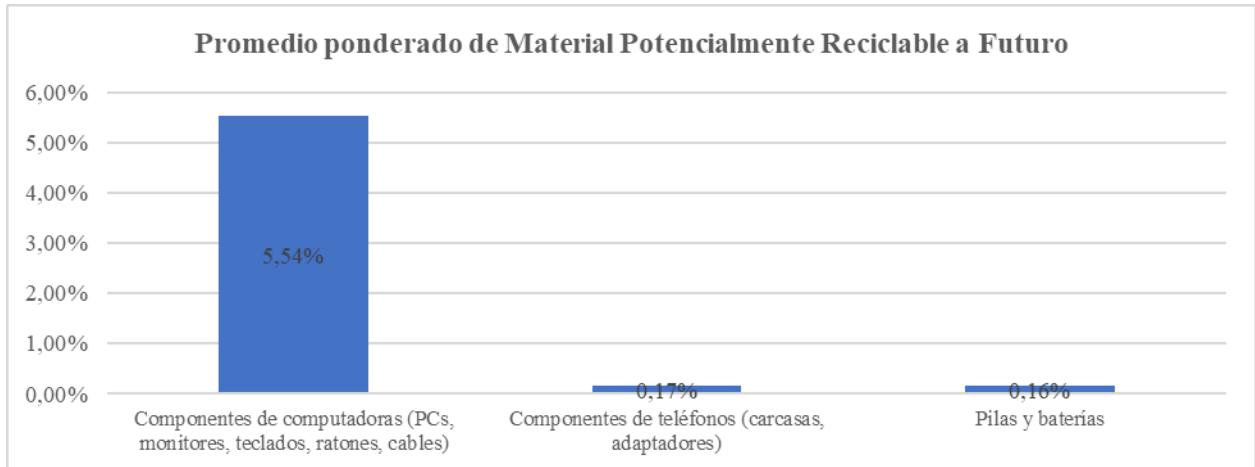


Figura 15. Residuos sólidos potencialmente reciclables a futuro

Fuente: (Pérez, 2025)

Existen ciertos materiales que son considerados reciclables para el futuro, donde se destacan componentes de computadoras contando con un valor de 5,54 % de total ponderado, seguido de componentes telefónicos y baterías o pilas con un 0,17 % y 0,16 % respectivamente. Aunque dichos materiales no constituyen un valor más abundante de residuos, su presencia es importante debido a los riesgos ambientales que estos pueden producir si no son gestionados correctamente, evidenciados dentro de la **Figura 15** que presenta un valor de promedio ponderado de estos residuos.

La elevada cantidad de componentes de computadoras, refleja el incremento del uso de las distintas tecnologías en hogares de la ciudad y a la renovación cada vez más frecuente de equipos electrónicos. Por otro lado, las baterías y pilas representan un riesgo particular ya que contienen una cantidad elevada de metales pesados y sustancias químicas. De igual manera aunque en menor cantidad, los teléfonos evidencian la incorporación progresiva de estos desechos electrónicos en el flujo de residuos domésticos.

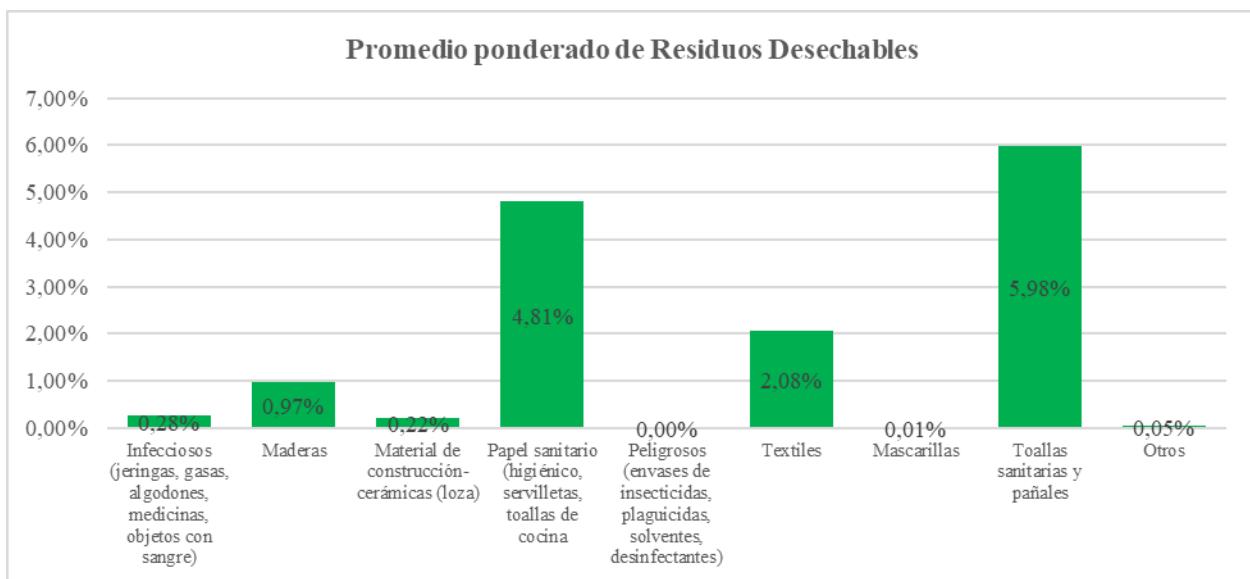


Figura 16. Residuos desecharables.

Fuente: (Pérez, 2025)

La **Figura 16** se indica el valor de promedio ponderado de los residuos desecharables generados en Píllaro. Los materiales que registran mayor participación son toallas sanitarias y pañales (5,98 %), papel sanitario (4,81 %) y textiles (2,08 %), mientras que otros componentes, como maderas, residuos infecciosos y mascarillas, muestran porcentajes mucho menores.

La predominancia de toallas sanitarias, pañales y papel higiénico evidencia la generación diaria de residuos domésticos de uso frecuente y descarte rápido, comunes en distintos estratos socioeconómicos. Los textiles, por su parte, representan una fracción significativa relacionada con prendas en desuso o deterioradas. En contraste, la baja presencia de residuos peligrosos o infecciosos sugiere que este tipo de materiales sea manejado de manera más controlada dentro del sistema de recolección de la ciudad.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se realizó la caracterización de los residuos sólidos urbanos (RSU) en el cantón Píllaro, aplicando un enfoque metodológico que permitió obtener información precisa sobre su generación. De esta manera, fue posible determinar la producción per cápita, la composición física y la densidad suelta de los desechos generados en los hogares. Asimismo, los datos se organizaron según los distintos estratos socioeconómicos, con el fin de identificar las variaciones en los patrones de generación y disposición de residuos.

Seguidamente se desarrolló un análisis urbanístico y socioeconómico mediante el cual se identificaron tres estratos predominantes en la parroquia: B, C y D. A partir de esta clasificación se definió un muestreo proporcional que garantizó la adecuada representación de cada grupo. El estrato B fue el más representativo con un 67,68 % de las manzanas; en cambio el estrato C alcanzó un 24,39 %, mientras que el estrato D presentó el 7,93 %.

Durante la caracterización socioeconómica se evidenció que los hogares pertenecientes al estrato D se localizan en zonas de bajos ingresos y presentan familias más numerosas cuya principal fuente de sustento proviene de labores agrícolas. En contraste el estrato B reúne a los hogares con mejores condiciones económicas y con núcleos familiares de menor tamaño.

Como resultado del análisis del peso diario de los residuos sólidos se determinó que el domingo es el día con mayor generación de desechos. En relación con la producción de residuos sólidos urbanos se obtuvo un promedio per cápita de 0,43 kg por habitante al día y un coeficiente máximo de generación de 1,90. Este valor representa un dato fundamental para planificar la capacidad de los sistemas de recolección, transporte y disposición final.

En cuanto a la densidad suelta ponderada se obtuvo un valor de 80,39 kg/m³, registrándose en el estrato C el mayor promedio con 110,68 kg/m³. Este comportamiento se asocia a la mayor proporción de residuos orgánicos presentes en los sectores con menor poder adquisitivo, los cuales generan desechos de mayor densidad.

Por último, al examinar la composición física de los residuos, se evidencia que los desechos orgánicos constituyen la fracción predominante, con un promedio del 49,36 %, seguidos por los materiales reciclables con un 30,07 % y los potencialmente reciclables a futuro con un 5,87 % y los residuos desechables con el 14,40%. En consecuencia, se considera apropiado incorporar estrategias de valorización, como el compostaje, dentro de la gestión local de residuos. Asimismo, los materiales reciclables pueden aprovecharse mediante su reutilización, fomentando una gestión ambiental más sostenible.

5.2. Recomendaciones

Para mejorar la gestión de los residuos en el cantón Píllaro, es esencial que las familias comiencen por separar la basura en sus hogares, sobre todo porque más del 60% de lo que se desecha es materia orgánica. Para lograrlo, se pueden organizar campañas educativas y talleres prácticos que enseñen a clasificar los residuos y a compostarlos, ya sea en casa o de manera comunitaria. Es importante también dar seguimiento a estas acciones, para ver cómo van funcionando y motivar a todos a participar, creando así un hábito de cuidado del medio ambiente.

De igual manera se recomienda establecer con un plan integral de manejo de residuos que mejore la recolección en los días en que se produce más basura, como domingos, lunes y sábados, que contemple lugares adecuados para almacenar y reciclar materiales aprovechables, y que incorpore tecnologías para tratar los desechos de manera segura. Tener un equipo técnico especializado dentro del Gobierno Autónomo Descentralizado ayudaría a que todo esto funcione de forma más organizada, eficiente y adaptada a lo que realmente necesita nuestra comunidad.

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA

[1] Organización Panamericana de la Salud (OPS), Residuos sólidos y su impacto en la salud pública. 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.paho.org>

[2] Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos No Peligrosos. 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec>

[3] Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), Censo de población y vivienda de 2022. Quito, Ecuador, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>

[4] Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), Estadísticas ambientales de residuos sólidos. Quito, Ecuador, 2020.

[5] GADM Píllaro, Informe de gestión ambiental 2022. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Píllaro, 2022.

[6] El Comercio, “Gestión de residuos sólidos en Ecuador,” 2023.

[7] GADM Píllaro, Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Píllaro. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Píllaro, 2021.

[8] El Heraldo, “Mejoras en infraestructura vial en Píllaro,” 15 enero 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.elheraldo.com.ec/articulo/pillaro/mejoras-infraestructura>

[9] Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Política nacional de gestión de residuos sólidos. Quito, Ecuador, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec>

[10] A. González, M. Fernández, y C. López, “Impacto de la gestión de residuos en zonas rurales,” Revista de Ciencias Ambientales, vol. 32, no. 4, pp. 45–60, 2021.

[11] T. Martínez y L. Pérez, “Composición de residuos sólidos y su impacto en Ecuador,” Revista de Desarrollo Sostenible, vol. 10, no. 3, pp. 78–95, 2020.

[12] E. Vargas y O. Ramírez, Planificación ambiental y desarrollo sostenible. Universidad Técnica de Ambato, 2022.

[13] A. Arellano, A. Congacha, L. Espinosa, C. Izurieta, G. Rodríguez, y M. Zúñiga Rodríguez, Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable del agua potable y de los desechos sólidos en Ecuador. 2024. doi: 10.37135/u.editorial.05.0000

[14] Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Informe sobre gestión de residuos sólidos en América Latina. 2023.

[15] P. O. Arenas, Propuesta de gestión integral para el manejo de residuos sólidos domiciliarios: Caso Comuna de Macul. s. f.

[16] Ministerio del Ambiente (MINAM), Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales. Lima, Perú, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-caracterizacion-residuos-solidos-municipales-0>

[17] K. D. Cobos Granda y R. D. Huanga Guartatanga, Caracterización de los residuos sólidos urbanos y propuesta para su aprovechamiento en la ciudad de Pasaje, El Oro. Tesis de Ingeniería Ambiental, Universidad Politécnica Salesiana, 2022.

[18] H. C. Freire Lema, Gestión de residuos sólidos en Ecuador. 2019. [En línea]. Disponible en:

https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/18655/1/Freire_Lema_Héctor_Claudio.pdf

[19] A. R. Loor, Manejo de desechos sólidos y sostenibilidad ambiental. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9234476.pdf>

[20] J. Chiriboga, Modelo para el manejo de los residuos sólidos generados por el recinto Chiriboga. Universidad Internacional SEK, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/420/1>

[21] C. Izurieta-Recalde, A. Arellano, Ii, y G. María, «La Demografía y el Consumo de Agua Potable en los Estratos Socio Económicos Urbanos», Rev. Científica FIPCAEC Fom. Investig. Publ. En Cienc. Adm. Económicas Contab. ISSN 2588-090X Polo Capacit. Investig. Publ. POCAIP, vol. 7, pp. 809-829, ene. 2022, doi: 10.23857/fipcaec.v7i1.552

[22] A. Solíz, P. Durango, M. Solano, y J. Yépez, “Estudio de la producción de residuos sólidos en Ecuador y su distribución regional,” Revista de Gestión Ambiental, vol. 35, no. 2, pp. 120–135, 2020.

[23] Hoyas, “Impacto de la gestión de residuos sólidos en Ecuador,” 2022.

[24] Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME) y Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), “Solamente el 31,7 % de los municipios ha iniciado un proceso de separación de residuos en la fuente,” 7 enero 2025. [En línea]. Disponible en: <https://ame.gob.ec/2025/01/07/solamente-el-31-7-de-los-municipios-ha-iniciado-un-proceso-de-separacion-de-residuos-en-la-fuente-segun-datos-de-inec>

[25] Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME) y Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), “Gestión municipal y separación de residuos,” 2025.

CAPÍTULO VI. ANEXOS

Anexo 1. Ficha de caracterización urbanística.

FECHA:				MANZANA														SERVICIOS QUE DISPONE				
SÍ	Mz NR	LADOS	# DE CASAS	CANTIDAD DE EDIFICACIONES DE USO:						VIVIENDAS (#)			CALIDAD			SERVICIOS QUE DISPONE						
				RESIDENCIAL	COMERCIO	ANEXA	ALMACÉN	EDUCACIÓN	GESTIÓN PÚBLICA	# PARQUES	SALUD	AGUA	1 PISOS	2 PISOS	3 PISOS	4 o+ PISOS	FACHADAS (CAUZAR DE 1 AL 5)	ASFALTO	PIEDRA	TERRA	1) AGUA POTABLE	2) AGUARDERO PÚBLICO
				1														1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
				2														1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
				3														1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
				4														1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
				1														1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
				2														1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
				3														1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
				4														1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
				1														1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
				2														1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
				3														1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
				4														1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
				1														1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
				2														1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
				3														1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
				4														1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Fuente: (Arellano et al., 2024).

Anexo 2. Encuesta Socioeconómica

INFORMACIÓN GENERAL		FECHA:	SECTOR INEC:	MANZANA:	CASA CODIGO:						
ENCUESTA N°	DIRECCION:	ES UD LA CABEZA DEL HOGAR	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>								
INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA											
1.- NR DE PERSONAS QUE HABITAN EN EL HOGAR:	2.- NR DE PERSONAS QUE DUEMEN GENERALMENTE EN EL HOGAR:	3.- EN QUÉ TRABAJA USTED		4.- NR DE PERSONAS QUE APORTAN ECONÓMICAMENTE EN EL HOGAR	5.- A CUÁNTAS PERSONAS MANTIENE						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1) JUBILADO 2) COMERCIANTE 3) TRANSPORTISTA 4) AGRICULTOR 5) GANADERO 6) ENSEÑANZA 7) GERENTE O DIRECTOR 8) TRABAJADOR DE LOS SERVICIOS	9) PROFESIONAL Y/O TÉCNICO 10) MANUFACTURA 11) EMPLEADO DE OFICINA 12) TRABAJADOR NO CALIFICADO 13) OPERARIO U OPERADOR DE MAQUINARIAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
13.- TIENEN VEHICULOS EN EL HOGAR		12.- LA VIVIENDA ES	13.- LA VIVIENDA QUE UD HABITA LA UTILIZA COMO	6.-							
1) SI <input type="checkbox"/>	2) NO <input type="checkbox"/>	1) PROPIA CUANTOS USO PERSONAL DE TRABAJO	- COMERCIAL <input type="checkbox"/> VENTA DE COMIDAS Y BEBIDAS TIENDA DE ABASTOS SUPERMERCADO ROPA LAVIDORA FELUQUERIA	2) EDUCATIVA <input type="checkbox"/> RESIDENCIAL <input type="checkbox"/> OFICINA FARMACIA LICRERIA HOSPITAL DEPARTAMENTO CUARTO	6.1) CUÁNTAS PERSONAS COMEN EN EL HOGAR 6.2) CUÁNTAS PERSONAS COMEN FUERA DEL HOGAR						
					FRECUENTEMENTE <input type="checkbox"/> OCASIONALMENTE <input type="checkbox"/> RARA VEZ <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"/>	2) LUZ ELÉCTRICA <input type="checkbox"/>	3) TELF CONVENCIONAL <input type="checkbox"/>	4) ALCANTARILLADO <input type="checkbox"/>	5) ALUMBRADO PÚBLICO <input type="checkbox"/>	6) RECOLECCIÓN DE BASURA <input type="checkbox"/>	7) INTERNET <input type="checkbox"/>	1) TV PAGADA <input type="checkbox"/> 2) EMPLEADA DOMÉSTICA <input type="checkbox"/> 3) SEGURIDAD PRIVADA <input type="checkbox"/> 4) OTRO <input type="checkbox"/>	AUMENTACIÓN <input type="checkbox"/> SALUD <input type="checkbox"/> VIVIENDA <input type="checkbox"/>	EDUCACIÓN <input type="checkbox"/> VESTUARIO <input type="checkbox"/> CRÉDITOS <input type="checkbox"/>	SEGUROS <input type="checkbox"/> VIAS <input type="checkbox"/> OTROS _____	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
21.- BOTA UD EL PAPEL HIGIÉNICO DENTRO DEL INODORO		20.- COBRA ALGO POR ENTREGAR ESTOS MATERIALES A LOS RECICLADORES		19.- CADA CUANTO TIEMPO ENTREGA ESTOS MATERIALES A LOS RECICLADORES			18.- QUÉ TIPO DE MATERIALES ENTREGA A LOS RECICLADORES			17.- ENTREGA UD. ALGÚN TIPO DE BASURA A LOS RECICLADORES	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	CONSTANTEMENTE <input type="checkbox"/>	RARA VEZ <input type="checkbox"/>	A VECES <input type="checkbox"/>	OTRO <input type="checkbox"/>	1) CHATARRA <input type="checkbox"/> 2) ROPA <input type="checkbox"/> 3) BOTELLAS <input type="checkbox"/>	4) PAPEL Y CARTÓN <input type="checkbox"/> 5) PERIÓDICO <input type="checkbox"/> 6) MUEBLES <input type="checkbox"/>	7) RESIDUOS PARA CHANCHOS <input type="checkbox"/> 8) OTRO <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	- MEDIAAGUA <input type="checkbox"/> - RAMOJO <input type="checkbox"/> - COVACHA <input type="checkbox"/> - CHOZA <input type="checkbox"/>		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"/> ENCERMENTADA <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"/>				
NOMBRE DEL ENCUESTADOR:	FIRMA:										

Fuente: (Arellano et al., 2024).

Anexo 3. Criterios de caracterización de una manzana.

1. Categorización de un lado de una manzana		
Rango	Categoría	ESE
≥75	A	Alto
74-50	B	Medio alto
49-25	C	Medio bajo
24-0	D	Bajo
2. Categorización de una manzana		
Rango	Categoría	ESE
≥300	A	Alto
299-200	B	Medio alto
199-100	C	Medio bajo
99 ≤	D	Bajo
3. Puntuación por la cantidad de edificaciones		
Edificaciones por lado		Puntos
Mayor de 9		1
Entre 6 y 9		5
Entre 3 y 5		10
Entre 1 y 2		20
4. Puntuación por la cantidad de pisos		
Cantidad de pisos		Puntos
≥ 16		1
11 – 15		5
6 – 10		10
≤ 5		20
5. Puntuación de la fachada		
Calificación fachada		Puntos
5		20
4		15
3		10
2		5
1		1

Fuente: (Arellano et al., 2024).

Anexo 4. Parámetros empleados para la categorización de la familia o vivienda.

Preguntas 4 y 5	Puntos
Cuando el número de personas que aportan económicamente al hogar es mayor que el número de personas que no lo hacen (beneficiarios).	35
Cuando el número de personas que aportan económicamente al hogar es igual que el número de personas que no lo hacen (beneficiarios).	25
Cuando el número de personas que aportan económicamente al hogar es menor al número de beneficiarios; y, los beneficiarios son uno más que los aportantes.	15
Como el caso anterior pero cuando los beneficiarios son 2 más que los aportantes	5
Cuando los beneficiarios son tres o más que los aportantes	0
Pregunta 12	Puntos
Cuando la vivienda es propia	20
Cuando la vivienda es heredada	10
Cuando la vivienda es arrendada	5
Cuando la vivienda es prestada	0
Pregunta 13	Puntos
Cuando la vivienda es propia	20
Cuando la vivienda es heredada	10
Cuando la vivienda es arrendada	5
Cuando la vivienda es prestada	0
Pregunta 14	Puntos
Agua potable	1
Luz Eléctrica	1
Teléfono convencional	1
Alcantarillado	1
Alumbrado Público	1
Recolección de Basura	1

Fuente: (Arellano et al., 2024).

Anexo 5: Resultados de las fichas socioeconómicas

ÍTEM	CÓDIGO	TOTAL HABITANTES	APELLIDO Y NOMBRE DEL ENCUESTADO	PUNTAJE	CATEGORÍA
1	B-01	4	Hugo Bautista	79	B
2	B-02	6	Carmen Bautista	75	B
3	B-03	4	Silvia Barrionuevo	66	B
4	B-04	4	Ángel Fonseca	69	B
5	B-05	3	Wilson Huachi	65	B
6	B-06	5	Zoila Jácome	66	B
7	B-07	6	Jenny Ibarra	61	B
8	B-08	3	Luis Ibarra	79	B
9	B-09	5	Edgar Moya	64	B
10	B-10	4	Alba Paredes	65	B
11	B-11	4	Ángel Toapanta	69	B
12	B-12	3	Bonifacia Velasco	80	B
13	B-13	3	Teresa Torres	65	B
14	B-14	4	María Toscano	79	B
15	B-15	4	Jorge Zurita	79	B
16	B-16	3	María Yachimba	70	B
17	B-17	6	Miriam Tipan	70	B
18	B-18	3	Abel Carrillo	76	B
19	B-19	5	Martha Rodríguez	80	B
20	B-20	4	Mariana Quispe	61	B
21	B-21	4	Gabriela Rivera	79	B
22	B-22	2	Vilva Manobanda	69	B
23	B-23	3	Marco López	69	B
24	B-24	3	Julio Espín	69	B
25	B-25	5	Ana Figueroa	80	B
26	B-26	4	Norma Diaz	64	B
27	B-27	5	Rómulo Granda	80	B
28	B-28	3	Lidia Alajo	65	B
29	B-29	5	Lourdes Chango	75	B
30	B-30	4	Irma Chango	75	B
31	B-31	4	Byron Galora	74	B
32	B-32	2	Omayra Espín	65	B
33	B-33	4	María Iza	70	B
34	B-34	4	Cecilia Cuenca	80	B
35	B-35	3	Sandra Curi	66	B
36	B-36	4	Doris Llundo	76	B
37	B-37	3	Adolfo Llerena	70	B
38	B-38	3	María de Carmen Ortega	80	B

39	B-39	5	Nancy Moreta	76	B
40	B-40	5	Victoria Velastegui	76	B
41	B-41	4	Nelson Toasa	70	B
42	B-42	4	Oswaldo Vásconeza	70	B
43	B-43	5	Yolanda Viera	76	B
44	B-44	3	Olga Trujillo	76	B
45	B-45	3	Klever Ramírez	70	B
46	B-46	4	Carlos Saquinga	66	B
47	B-47	3	Edgar Santafé	61	B
48	B-48	5	Sonia Machuca	76	B
49	B-49	5	Blanca Llugsha	76	B
50	B-50	3	Edison Martínez	70	B
51	B-51	4	Nelly Basantes	66	B
52	B-52	6	Héctor Criollo	66	B
53	B-53	4	Medardo Perez	80	B
54	B-54	5	Luz Moncayo	76	B
55	B-55	3	María Rojano	61	B
56	C-56	5	Manuel Reinoso	50	C
57	C-57	2	María Sánchez	56	C
58	C-58	3	Aida Sisa	45	C
59	C-59	5	Nancy Quintuña	26	C
60	C-60	4	Pamela Mantilla	51	C
61	C-61	3	Edgar Peralvo	54	C
62	C-62	7	Carlos Dueñas	44	C
63	C-63	4	Iralda Dueñas	40	C
64	C-64	3	Wilson Hinojosa	51	C
65	C-65	4	María Guachambosa	50	C
66	C-66	5	Magdalena Ruiz	55	C
67	C-67	4	Manuel Tenelema	54	C
68	C-68	5	Judith Ramos	45	C
69	C-69	4	Doris Loachamin	50	C
70	C-70	7	Juan León	44	C
71	C-71	5	Paula Macias	40	C
72	C-72	4	Oscar Núñez	50	C
73	C-73	4	Gloria Montachana	45	C
74	C-74	4	Lida Pilamunga	50	C
75	C-75	2	Mario Aimara	51	C
76	D-76	5	Luis Calero	20	D
77	D-77	6	Angelica Chico	15	D
78	D-78	4	Segundo Chacha	16	D
79	D-79	6	María Calapiña	20	D
80	D-80	5	Tania De la Cruz	21	D
81	D-81	4	Alvaro Cugayo	20	D

Fuente: (Pérez, 2025)

Anexo 6: Registro fotográfico de estudio ejecutado en campo



Fotografía 1: Caracterización Urbanística



Fotografía 2: Caracterización Socioeconómica



Fotografía 3: Codificación de las viviendas



Fotografía 4: Enceramiento y entrega de fundas



Fotografía 5: Recolección de muestras.



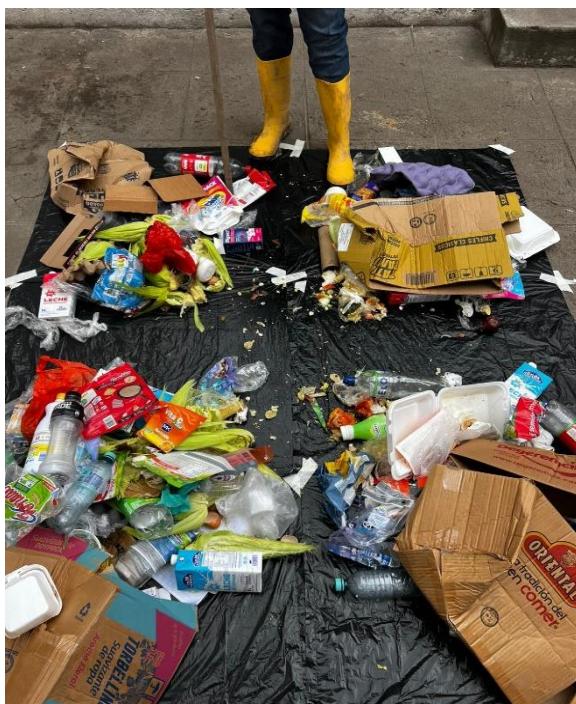
Fotografía 6: Traslado de muestras



Fotografía 7: Pesaje de las muestras para la PPC.



Fotografía 8: Homogenización de RSU



Fotografía 9: Cuarteo de cada estrato.



Fotografía 10: Eliminación de vacíos.



Fotografía 11: Pesaje del balde de 23 litros más residuos.



Fotografía 12: Clasificación de componentes.

Fuente: (Pérez, 2025)