



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTA DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Caracterización de residuos sólidos urbanos de la parroquia Villa la Unión del cantón Colta

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil

Autor:

Cando Maigualema, Marlon Jhonny

Tutor:

Mgs. Arellano Barriga, Alfonso Patricio

Riobamba, Ecuador. 2026

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Marlon Jhonny Cando Maigualema, con cédula de ciudadanía 0604888065, autor del trabajo de investigación titulado: “Caracterización de residuos sólidos urbanos de la parroquia Villa la Unión del cantón Colta”, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

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

En Riobamba, a la fecha del 10 de febrero de 2026.



Marlon Jhonny Cando Maigualema

C.I: 0604888065

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Alfonso Patricio Arellano Barriga catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: “Caracterización de residuos sólidos urbanos de la parroquia Villa la Unión del cantón Colta”, bajo la autoría de Marlon Jhonny Cando Maigualema; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

cara

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 10 días del mes de febrero de 2026.



Mgs. Alfonso Patricio Arellano Barriga

C.I: 0601823313

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados miembros del tribunal de grado para la evaluación del trabajo de investigación “Caracterización de residuos sólidos urbanos de la parroquia Villa la Unión del cantón Colta” por Marlon Jhonny Cando Maigualema, con cédula de identidad número 0604888065, bajo la tutoría de Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a la fecha 10 de febrero de 2026.

Ing. Jessica Brito
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Nelson Patiño
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Luis Pacheco
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-08.17
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **CANDO MAIGUELAMA MARLON JHONNY** con CC: **060488806**, estudiante de la Carrera **INGENIERIA CIVIL**, Facultad de **INGENIRIA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DE LA PARROQUIA VILLA LA UNIÓN DEL CANTÓN COLTA**", cumple con el 6 %, 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, 16 de enero de 2026

Ing. M. Sc Alfonso Arellano B
TUTOR(A)

DEDICATORIA

A Dios, por su infinita bondad y por guiar cada paso de mi camino. A mis padres, especialmente a mi madre, quien con su amor incondicional, sacrificio y ejemplo de vida me enseñó el verdadero significado de la perseverancia y la integridad profesional. Este logro es el reflejo de tu esfuerzo y dedicación. A mi abuelita, mi segunda madre, cuya sabiduría, paciencia y amor han sido luz en mi camino. A mis amigos y compañeros de universidad, quienes hicieron de esta travesía académica una experiencia inolvidable. A todos aquellos que creyeron en mí cuando las circunstancias fueron adversas. Este trabajo representa no solo el cumplimiento de una meta académica, sino el compromiso de ejercer la Ingeniería Civil con ética, responsabilidad y vocación de servicio.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme concedido la fortaleza, la salud y la perseverancia necesarias para alcanzar esta meta.

De manera muy especial, dedico este logro a mi familia, pilares fundamentales de mi existencia. No hay palabras que expresen mi agradecimiento hacia ustedes. Todo lo que han dado, todo lo que han sacrificado, todo lo que son, trasciende cualquier intento de gratitud que pueda plasmar en estas líneas.

A mi madre, en particular, le debo no solo este título, sino cada oportunidad que hizo posible mi formación. Mamá, este triunfo es tuyo tanto como mío. Tu ejemplo de profesional integra, guiada por principios y valores inquebrantables, me enseñó que la verdadera grandeza de un ingeniero no radica únicamente en sus conocimientos técnicos sino en la calidad humana y la ética con que ejercen su profesión. A mi abuelita, mi segunda madre, gracias infinitas por tu amor puro e incondicional. Tus tu paciencia, tu sabiduría y tu ejemplo de humildad y resiliencia fueron refugio constante en mi camino.

Pido perdón también por aquellos momentos en que mis palabras o acciones pudieron causarles preocupación o tristeza. Cada tropiezo fue una lección que me permitió madurar y comprender el verdadero valor de su amor. Hoy renuevo mi compromiso de honrar todo cuanto han hecho por mí.

Agradezco sinceramente a mi tutor de tesis por su guía experta y su generosidad al compartir conocimientos tanto teóricos como prácticos, siempre vinculados con la realidad profesional. A mis amigos de universidad, gracias por su compañerismo, apoyo mutuo y por hacer de esta etapa académica una experiencia enriquecedora tanto profesional como humanamente. Juntos compartimos desafíos, aprendizajes y momentos que forjaron no solo ingenieros, sino también amistades duraderas.

Con este trabajo, cierro un capítulo importante de mi vida académica, comprometiéndome solemnemente a ejercer mi profesión con ética, responsabilidad, integridad y verdadera vocación de servicio a la sociedad.

Marlon Jhonny Cando Maigualema

INDICE 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.....	15
1.3 Objetivos	16
1.3.1 General	16
1.3.2 Específicos.....	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	17
2.1 Definiciones Generales	17
2.2 Estado del arte	18
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	20
3.1 Tipo de investigación.....	20
3.2 Métodos y técnicas de recolección de datos	21
3.3 Población de estudio y tamaño de la muestra.	21
3.3.1 Población de estudio	21
3.3.2 Tamaño de la muestra	21
3.4 Procesamiento y análisis de datos	22
3.4.1 Caracterización Urbanística	22
3.4.2 Caracterización Socioeconómica.....	22
3.4.3 Producción Per Cápita de RSU.....	23
3.4.4 Densidad Suelta de RSU	24
3.4.5 Componentes de RSU	24
3.4.6 Análisis estadístico con Diagramas de cajas y bigotes, ANOVA y prueba de Tukey para PPC.....	25
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1 Caracterización urbanística de Villa la Unión.....	26

4.2	Caracterización socioeconómica de Villa la Unión.....	31
4.3	PPC de RSU de Villa la Unión.....	32
4.4	Producción per cápita de residuos sólidos Villa la Unión con atípicos.....	32
4.5	PPC de RSU de Villa la Unión sin valores atípicos	37
4.5.1	Análisis varianza ANOVA-Prueba Tukey en PPC de RSU.....	40
4.6	Densidad suelta de RSU Villa la Unión.....	44
4.7	Composición física de RSU Villa la Unión	47
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		57
5.1	CONCLUSIONES.....	57
5.2	RECOMENDACIONES.....	58
BIBLIOGRAFÍA		59

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caracterización Urbanística de 22 poblados.	28
Tabla 2 PPC y peso de RSU del estrato B.....	33
Tabla 3 PPC y peso de RSU del estrato C.....	35
Tabla 4 PPC y peso de RSU del estrato D.....	36
Tabla 5 Valores atípicos identificados de PPC del estrato B.....	37
Tabla 6 Valores atípicos identificados de PPC del estrato C.....	39
Tabla 7 Valores atípicos identificados de PPC del estrato D	40
Tabla 8 Análisis de varianza ANOVA de PPC de los estratos B, C, D	40
Tabla 9 Prueba Tukey de PPC de los estratos B, C y D.....	41
Tabla 10 Densidad Suelta de los estratos B, C y D.....	44
Tabla 11 Densidad promedio y ponderada de los residuos sólidos de 21 poblados del Ecuador.	45
Tabla 12 Composición física de los RSU del estrato B.	47
Tabla 13 Composición física de los RSU del estrato C.	48
Tabla 14 Composición física de los RSU del estrato D.	49
Tabla 15 Resumen de componentes de los estratos B, C, D y promedio ponderado.....	50
Tabla 16 Porcentaje de residuos orgánicos de 20 poblados del Ecuador.	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparación de los estratos socioeconómicos en ciudades del Ecuador.	19
Figura 2. Comparación de resultados de la producción per cápita (PPC) y densidad suelta ponderada de RSU en ciudades del Ecuador.	19
Figura 3. Esquema metodológico.	20
Figura 4. Caracterización urbanística.....	26
Figura 5. Caracterización urbanística de las manzanas en la zona urbana de Villa la Unión.	27
Figura 6. Estratificación Urbanística de Villa la Unión y otros poblados.....	29
Figura 7. Estratificación Urbanística de poblados pequeños.....	30
Figura 8. Estratificación Urbanística en poblados pequeños.....	31
Figura 9. Promedio de los habitantes por estrato.....	31
Figura 10. Promedio de los habitantes por estrato en 4 poblados pequeños.	32
Figura 11. Peso total diario de RSU.....	36
Figura 12. Comparación de PPC de los estratos B, C y D.....	41
Figura 13. Comparación de PPC de los estratos B, C y D.	41
Figura 14. Comparación de PPC con atípicos y sin atípicos.....	42
Figura 15. Ubicación de las muestras por estrato socioeconómico.	42
Figura 16. PPC ponderado en 10 poblados pequeños del Ecuador.	43
Figura 17. PPC según varios autores en Villa la Unión.	44
Figura 18. Densidad suelta de los estratos B, C, D y ponderada.....	45
Figura 19. Densidad ponderada de los RSU de 10 poblados pequeños.	46
Figura 20. Promedios orgánicos de los estratos y ponderado.	51
Figura 21. Residuos sólidos reciclables.	51
Figura 22. Residuos sólidos potencialmente reciclables.	52
Figura 23. Componentes de residuos sólidos desechables.	52
Figura 24. Porcentajes de residuos orgánicos en 20 poblados del Ecuador.	54
Figura 25. Tipo de residuos Área urbana.	54
Figura 26. Residuos orgánicos por estratos en poblados pequeños.	55

RESUMEN

Esta investigación caracteriza los residuos sólidos urbanos de Villa la Unión del cantón Colta aplicando la metodología, técnicas e instrumentos desarrollados en el libro: “Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable del agua potable y de los desechos sólidos en Ecuador” de autoría por Arellano et al. (2024). Este estudio determina las principales características urbanísticas y socioeconómicas de la zona, determinando indicadores fundamentales como la producción per cápita, composición física y densidad de los residuos sólidos residenciales urbanos. En la zona urbana se delimitaron 65 manzanas, de las cuales 43 representan uso residencial segmentadas en tres estratos socioeconómicos: estrato B (69.77%), estrato C (25.58%) y estrato D (4.65%). Se implementó un muestreo aleatorio en 78 viviendas durante 7 días consecutivos, cuyos datos se analizaron estadísticamente mediante el test de cajas y bigotes, para depurar la data de valores atípicos, se realizó análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey, permitiendo identificar diferencias significativas entre los estratos socioeconómicos. La producción per cápita ponderada alcanzo 0.47 kg/hab/día, con variaciones entre estratos, siendo el estrato D el de mayor PPC con 0.53 g/hab/día. La densidad suelta ponderada fue de 168.51 kg/m³, siendo el estrato D el más denso con 193.74 kg/m³ por mayor contenido orgánico, el estrato C con 190.74 kg/m³ y el estrato B con 158.68 kg/m³. La composición física de los residuos sólidos predomina la materia orgánica con 65.97%, seguidos por materiales reciclables 22.16%, los desechables con 11.53% y potencialmente reciclables a futuro el 0.76%.

Palabras claves: residuos sólidos urbanos; producción per cápita; densidad suelta; estratificación socioeconómica; composición física.

ABSTRACT

This research characterizes the municipal solid waste generated in Villa la Unión, located in Colta Canton, by applying the methodology, techniques, and instruments presented in “*Interdisciplinary Approach for the Sustainable Management of Drinking Water and Solid Waste in Ecuador*” by Arellano et al. (2024). The study identifies the area’s main urban and socioeconomic characteristics by determining key indicators such as per capita generation, physical composition, and loose density of urban residential solid waste. In the urban zone, 65 blocks were delineated, of which 43 corresponded to residential use and were classified into three socioeconomic strata: stratum B (69.77%), stratum C (25.58%), and stratum D (4.65%). Random sampling was conducted in 78 households over seven consecutive days. The data were statistically analysed using boxplots to identify and remove outliers, followed by analysis of variance (ANOVA) and Tukey’s post hoc test, which revealed significant differences among socioeconomic strata.

The weighted per capita generation was 0.47 kg/person/day, with variations across strata; stratum D presented the highest value (0.53 kg/person/day). The weighted loose density was 168.51 kg/m³, with stratum D showing the highest density (193.74 kg/m³), attributed to higher organic content, followed by stratum C (190.74 kg/m³) and stratum B (158.68 kg/m³). Regarding physical composition, organic matter predominated (65.97%), followed by recyclable materials (22.16%), disposable waste (11.53%), and potentially recyclable materials (0.76%).

Keywords: municipal solid waste; per capita generation; loose density; socioeconomic stratification; physical composition.



Mario Nicolas Salazar
Ramos



Revised by
Mario N. Salazar
0604069781

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El cantón Colta está ubicado en la provincia de Chimborazo en la Región Sierra al centro de Ecuador. Tiene una extensión aproximada 850 km² y limita al norte con el cantón Riobamba, específicamente con las parroquias San Juan y Licán; al sur con los cantones Pallatanga y Guamote; al este con el cantón Riobamba en las parroquias Cacha, Punín y Flores y con la parroquia Cebadas del cantón Guamote; y al oeste la provincia de Bolívar. De acuerdo con el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos [1] “según los resultados del censo de 2010, en el cantón habitan 44.971 personas, concentrándose en la zona urbana de la parroquia Villa la Unión 2.313 habitantes”. De acuerdo con el Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador [2] “la economía se basa principalmente en actividades de agricultura y ganadería. El 77,0% de la mano de obra del cantón se dedica a estas actividades, seguidas del comercio, que representan el 8,1%”.

El manejo correcto de los residuos sólidos urbanos es esencial para preservar el medio ambiente y mejorar la calidad de vida de la población. Weather Consulting [3], en su estudio y diseño definitivos para la gestión integral de desechos sólidos de la Mancomunidad de Alausí, Colta y Guamote determinó que Colta en el sector urbano presenta una PPC de 0.45 kg/hab/día, para el sector residencial. Como resultado, se determinó que todos los tipos de residuos sólidos terminaban siendo depositados en un botadero sin la infraestructura técnica.

Actualmente, la gestión de residuos sólidos en la parroquia Villa la Unión del cantón Colta, se realiza mediante un sistema de recolección a pie de vereda con el siguiente horario: lunes de 3:00 a 11:30 y martes, miércoles, jueves y viernes de 10:30 a 19:30. La recolección se realiza a través de cinco rutas fijas, seguida de la disposición final de los residuos. El personal que participa en este proceso está conformado por un chofer y dos ayudantes. El GADMC cuenta con un camión recolector de carga trasera, equipado con un sistema de compactación y una capacidad máxima de 4 toneladas. Este vehículo juega un papel fundamental en el manejo de los residuos sólidos urbanos en la localidad, asegurando una recolección adecuada[4].

En la mayoría de los países, la gestión integral de residuos sólidos es responsabilidad directa de los municipios. Sin embargo, en Ecuador se enfrenta a un estancamiento en la reducción de desechos hacia el 2030, con un aumento en la generación de basura por habitante y una falta de avances en el manejo de residuos sólidos. Esta situación sigue la misma tendencia en otros

países en vías de desarrollo con una media de producción urbana de 0,81 kg de residuos diarios por habitante [5] .

La ciudad de Villa la Unión enfrenta serias deficiencias en la gestión de residuos sólidos, que abarcando aspectos sociales, medioambientales, técnicos y económicos. La ausencia de un tratamiento y clasificación adecuados de los residuos hace necesaria una actualización de los estudios de caracterización. Esta deficiencia en la gestión de residuos pone en peligro tanto el bienestar de la comunidad como la preservación del medio ambiente, lo que exige una acción inmediata para abordar el problema en el cantón.

Es importante llevar a cabo el presente proyecto de investigación, centrado en la Caracterización de los Residuos Sólidos Urbanos en la parroquia Villa la Unión del cantón Colta. El estudio realizará siguiendo el enfoque propuesto en el libro “Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable del agua potable y de los desechos sólidos en Ecuador” [6]. La implementación de estos estudios permitirá que entidades gubernamentales dedicadas a la gestión integral de residuos sólidos mejoren su planificación en las operaciones básicas del manejo de residuos como almacenamiento, recolección, transporte y disposición final. Además de crear proyectos de aprovechamiento de residuos para apoyar a grupos vulnerables y optimizar recursos.

1.2 Planteamiento del problema

El aumento en el volumen de los residuos sólidos está relacionado tanto al crecimiento demográfico como al estrato socioeconómico de los habitantes, entre otros. La generación de los desechos sólidos en el cantón Colta, particularmente en la parroquia Villa La Unión, es una preocupación cada vez mayor debido al crecimiento demográfico y a la falta de prácticas adecuadas de manejo de desechos. Provocando una fuente de contaminación ambiental, además de afectar a la salud pública. En general la población presenta una cultura limitada en cuanto al manejo adecuado de los residuos sólidos, evidenciada en la escasa práctica de clasificación y separación en la fuente. A ello se suma que el servicio actual de recolección y disposición final en el cantón es deficiente al no incorporar de manera efectiva procesos de aprovechamiento.

La falta de estudios actualizados sobre la producción y caracterización de los residuos sólidos en el cantón Colta, parroquia Villa la Unión, dificulta la definición de un plan de manejo

de desechos; Para ello, se acoge las recomendaciones de diversos organismos, como es el caso de la asociación de municipales del Ecuador (AME), el mismo que recomienda realizar actualizaciones bianuales de la producción per cápita.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

- Realizar la caracterización de los residuos sólidos residenciales urbanos de la parroquia Villa la Unión del cantón Colta.

1.3.2 Específicos

- Identificar las características urbanísticas y socioeconómicas de la zona urbana correspondiente a la parroquia Villa la Unión cantón Colta para agruparlos por estratos.
- Determinar la producción per cápita, densidades y componentes de los residuos sólidos residenciales urbanos de la parroquia Villa la Unión cantón Colta.
- Referenciar los resultados a las características de otras ciudades en donde se ha aplicado las mismas metodologías

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Definiciones Generales

Residuos sólidos

De acuerdo con Galvis [7], los residuos sólidos comprenden todo tipo de material que el productor o poseedor decide abandonar, sin importar si proviene de operaciones de fabricación, transformación, consumo o acciones de limpieza.

Caracterización de residuos sólidos

La caracterización de residuos sólidos es el proceso de identificación, cuantificación y descripción cualitativa y cuantitativa de los residuos sólidos generados en una zona geográfica específica. Este proceso incluye determinar la cantidad, composición física y química, así como otras propiedades relevantes de los residuos[8].

Producción Per Cápita (PPC) de residuos sólidos

El Banco Mundial establece que la producción per cápita de residuos sólidos es un indicador que mide cuántos kilogramos de residuos sólidos genera cada persona en promedio por día, expresado en unidades de kg/hab/día. De acuerdo con el informe “What a Waste 2.0” esta producción per cápita varía significativamente a nivel global, desde 0.11 kg/hab/día en países bajos hasta 2.2 kg/hab/día en países de altos ingresos[9].

Gestión integral de residuos sólidos

La gestión integral de residuos sólidos (GIRS) representa un sistema el cual integra diversas estrategias operativas para la prevención, valorización y disposición adecuada de los residuos sólidos. Este enfoque sistemático implica la aplicación coordinada de medidas de reducción en la fuente, programas de reciclaje, procesos de compostaje y métodos seguros de disposición final, todo ello teniendo en cuenta las condiciones y necesidades específicas de cada localidad[10].

2.2 Estado del arte

Para comprender la composición, generación y el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos es fundamental caracterizarlos. La generación de residuos sólidos está estrechamente relacionada con los hábitos de consumo, el turismo local, las actividades comerciales e industriales, el crecimiento demográfico y condiciones socioeconómicas.

En los países en desarrollo, las estimaciones sobre la generación de residuos se basan en datos generales o referencias de otras ciudades debido a las limitaciones presupuestarias, lo que puede dar lugar a prácticas de gestión inadecuadas [11]. Para una gestión efectiva, es fundamental tener en cuenta las variaciones en la generación de residuos en función del sector o la zona de origen[12].

En los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) municipales informan de una producción promedio de residuos sólidos de 0,58 kg/hab/día en las zonas urbanas, con un aumento del 0,5% en la separación en la fuente desde 2015. Sin embargo, solo el 31,1% de los GAD municipales aplican específicamente esta separación. La recolección diaria de residuos sólidos asciende a 12 897,98 toneladas, de las cuales una parte significativa se recoge sin diferenciar[13]. A nivel provincial, la recolección de residuos se concentra en los centros urbanos de los cantones, con una cobertura limitada en las zonas rurales [14].

En el cantón Colta, a pesar de la ampliación de cobertura del servicio de recolección en zonas rurales, la gestión de los residuos sigue siendo un reto. La falta de estrategias eficaces ha perjudicado en el medio ambiente, con la basura eliminada en quebradas generando contaminación y afectando la salud pública [14].

La aplicación de estos métodos de caracterización crea una base de datos eficaz para la gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU) en los municipios de nuestro país. Como se muestra en las **Figuras 1 y 2**, los resultados de estos estudios de caracterización en varias ciudades ofrecen información valiosa sobre áreas clave como la estratificación socioeconómica, la producción per cápita (PPC) de residuos y la densidad suelta de los RSU.

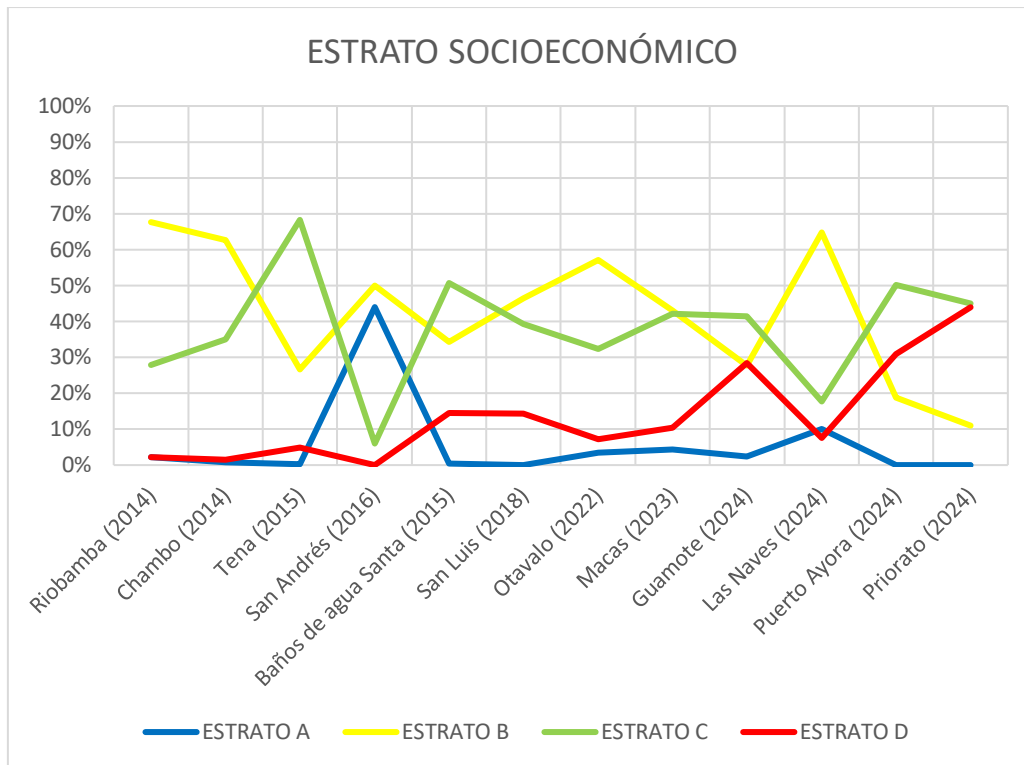


Figura 1. Comparación de los estratos socioeconómicos en ciudades del Ecuador.

Fuente: (Arellano et al., 2025)

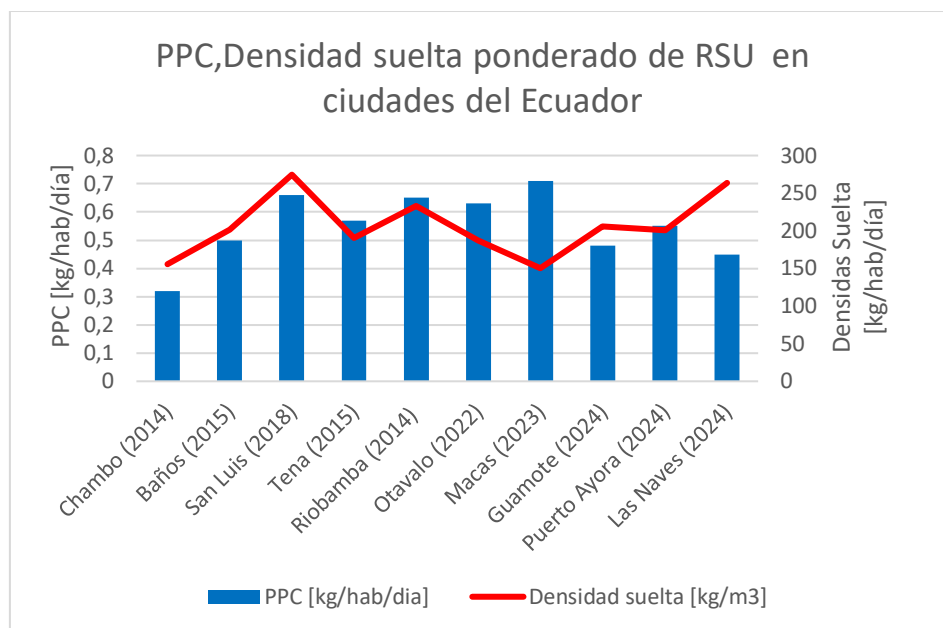


Figura 2. Comparación de resultados de la producción per cápita (PPC) y densidad suelta ponderada de RSU en ciudades del Ecuador.

Fuente: (Arellano et al., 2025)

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de investigación

El presente proyecto emplea un enfoque descriptivo y cuantitativo, analizando datos mediante cálculos estadísticos para determinar la generación de residuos per cápita, la composición física de los residuos sólidos urbanos y su densidad. Este análisis se basa en la caracterización urbanística y socioeconómicos de la zona de estudio. La recopilación de datos se ejecuta mediante trabajo en campo, utilizando técnicas y herramientas específicas para el muestreo y la manipulación de los residuos sólidos. Considerando que la población objetivo es inferior a 150 000 habitantes, el diseño de investigación se clasifica como cuasi experimental. La **Figura 3** indica el proceso a seguir en la investigación.

Además, se realiza una referencia cruzada de los resultados obtenidos en la investigación con las características de otras ciudades donde se han aplicado las mismas metodologías, lo que permite contextualizar y enriquecer el análisis de los datos recopilados en la zona de estudio

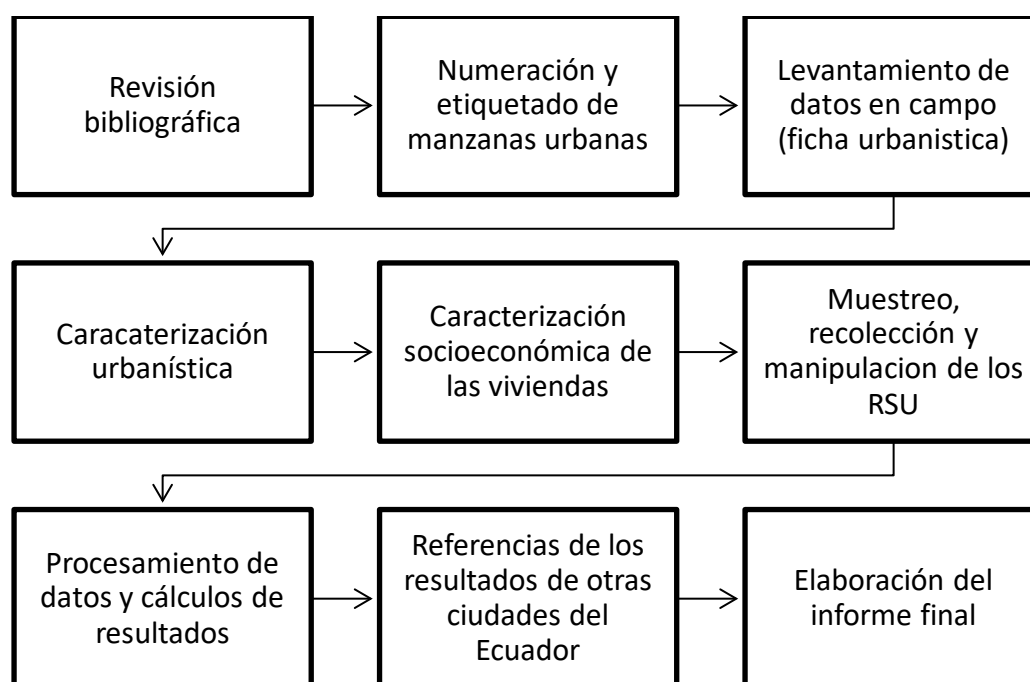


Figura 3. Esquema metodológico.

Fuente: (Cando, 2025)

3.2 Métodos y técnicas de recolección de datos

Para el proyecto, se empleó tres técnicas de estudios descritas en el libro “Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable del agua potable y de los desechos sólidos en Ecuador” [15]. Las cuales son: la caracterización urbanística y socioeconómica para poblaciones menores a 150,000 habitantes; el método de determinación de la muestra para estudios de producción de residuos sólidos y consumo de agua potable en poblaciones similares; técnica para la determinación de la producción per cápita; la técnica para determinación de la densidad y la técnica para obtención de componentes de residuos sólidos.

3.3 Población de estudio y tamaño de la muestra.

3.3.1 Población de estudio

Según la INEC la población de estudio esta delimitada a la zona urbana de la Parroquia Villa la Unión con 2785 habitantes [1]. El total de manzanas urbanas consolidadas es de 58, de las cuales 43 corresponde a uso residencial, mientras que 15 se destinan a uso comercial, industrial, de servicios y de equipamiento.

3.3.2 Tamaño de la muestra

Para determinar la muestra se aplicó la Ecuación 1, que representa la relación entre la población y el número de muestras.

$$Y = 0.001 X + 56,634 \quad (1)$$

Donde:

Y: número mínimo de muestras para el estudio

X: población urbana

$$Y = 0.001 (2785) + 56,634$$

$$Y = 59 \text{ muestras}$$

Se considera un coeficiente de mayoración, incrementando en un 30% el número de muestras, debido a que se prevé un porcentaje de no colaboración por parte de las viviendas, para este ajuste se aplica la Ecuación 2.

$$M = Cm * Y \quad (2)$$

Donde:

M: número de viviendas

Cm: coeficiente de mayoración, se recomienda 1.30 (adimensional).

$$M = 1.30 * 59$$

$$M = 78 \text{ muestras totales}$$

Las muestras totales se asignan en cada estrato socio económico según la Ecuación 3.

$$\%Mz_i = \frac{\text{Número de muestra}_i}{\text{Número de manzanas residenciales}} \quad (3)$$

Donde:

i: estrato socioeconómico

$\%Mz_i$: porcentaje de manzanas del estrato i respecto al total

3.4 Procesamiento y análisis de datos

3.4.1 Caracterización Urbanística

Se realizó un levantamiento de información territorial donde se enumeraron, identificaron y delimitaron las manzanas dentro del área urbana para determinar el estrato socioeconómico (ESE). En cada manzana se registró el uso de suelo, número de viviendas, cantidad de pisos, estado de fachadas y accesos viales, presencia de servicios básicos y otros indicadores mediante la ficha urbanística (ver **Anexo 1**) según la técnica descrita por Arellano et al. [15]. Para la aplicación de la ficha urbanística, la información se completó de manera sistemática, utilizando criterios cuantificables y asignando puntajes a cada variable evaluada según los criterios de categorización de una manzana, establecidos en la fuente bibliográfica citada.

3.4.2 Caracterización Socioeconómica

Se seleccionó aleatoriamente las viviendas a encuestar aplicando la segunda técnica mencionada anteriormente [15]. Esta encuesta se muestra en el **Anexo 2**, determina el estrato socio económico al cual pertenece la vivienda mediante la asignación de puntos a preguntas relacionadas con los ingresos económicos de la familia. Consta de 21 preguntas que reúnen información sobre costumbres, condiciones sociales y económicas de la familia, la respuesta a las preguntas 4, 5, 12, 13 y 14 reciben un puntaje para clasificar la vivienda en uno de los estratos.

Los datos recolectados en campo se sistematizaron y depuraron antes del análisis estadístico. La información urbanística y socioeconómica se digitalizó y se tabuló en matrices de datos utilizando el software Excel.

3.4.3 Producción Per Cápita de RSU

Para el cálculo de la producción Per Cápita de residuos sólidos, se registró el peso diario generado por cada vivienda muestreada, durante siete días consecutivos. Para cada muestra se calculó la PPC con la Ecuación 4.

$$PPCdv = \frac{Pdv}{Hv} \quad (4)$$

Donde:

PPCdv = producción de residuos sólidos per cápita diaria de una vivienda(kg/habitante-día).

Pdv = peso muestra de la vivienda en el día.

Hv = número de personas que habitan en la vivienda. (personas-día)

En el procesamiento se identificaron y eliminaron los datos atípicos mediante diagramas de cajas y bigotes realizados en el software estadístico Minitab, con la finalidad de evitar distorsiones en los resultados de la PPC. Una vez depurada la base de datos, se calculó el promedio aritmético y ponderado mediante la Ecuación 5,6 y 7 respectivamente.

$$PPCv = \frac{1}{7} (PPCvdomingo + PPCvlunes + PPCvmartes + PPCvmiercoles + PPCvjueves + PPCvviernes + PPCvsabado) \quad (5)$$

$$PPCe = \sum_{n=1}^{ne} \frac{PPCv}{ne!} \quad (6)$$

$$PPC = \left(\frac{\%A}{100} * PPC_A \right) + \left(\frac{\%B}{100} * PPC_B \right) + \left(\frac{\%C}{100} * PPC_C \right) + \left(\frac{\%D}{100} * PPC_D \right) \quad (7)$$

Donde:

PPCv= promedio aritmético de PPC de una vivienda

PPCe= promedio aritmético de producción per cápita de cualquier estrato.

e= cada uno de los ESE identificados (A, B, C, D).

ne= número de viviendas de cada estrato e.

PPC= producción per cápita diaria promedio y ponderada.

% e = porcentaje de manzanas correspondientes a cada estrato, respecto al total de las manzanas residenciales de la ciudad.

3.4.4 Densidad Suelta de RSU

La densidad suelta constituye un parámetro fundamental en el diseño de sistemas de gestión de residuos. Su cálculo se realiza mediante la siguiente Ecuación 8.

$$\partial e = \frac{Pe}{Ve} \quad (7)$$

$$pe = pl - pv \quad (9)$$

Donde:

∂e = densidad de los residuos sólidos del estrato “e”, promedio aritmético de los 7 días (gramos/litro).

e= estrato socioeconómico A, B, C o D.

pe = peso neto de los residuos del estrato e (gramos).

pl = peso del balde lleno de residuos sólidos del estrato e (gramos).

pv = peso balde vacío(gramos).

Ve = volumen del envase, medido con agua (litros) para el estrato e.

Para representar adecuadamente la distribución económica, se emplea el promedio ponderado mediante la Ecuación 10.

$$\partial p = \left(\frac{\%A}{100} * \partial_A \right) + \left(\frac{\%B}{100} * \partial_B \right) + \left(\frac{\%C}{100} * \partial_C \right) + \left(\frac{\%D}{100} * \partial_D \right) \quad (10)$$

∂p = densidad ponderada (gramos/litros).

3.4.5 Componentes de RSU

Para el análisis de los componentes se empleó la técnica de cuarteo y homogenización, mediante la cual se seleccionó un cuadrante con peso comprendido entre 5 kg a 7 kg. Se verificó la precisión del proceso a través de un margen de error máximo de 2% al comparar el peso inicial con el peso final.

$$\% \text{ de Error} = \frac{Xe - Ye}{Xe} * 100 \quad (11)$$

Donde:

% de Error = porcentaje de error que no debe superar el 2%.

Xe = peso de la funda proveniente del cuadrante de componentes, antes de separar sus componentes (gramos).

Ye = suma de los pesos de todos los componentes del ESE i (gramos).

3.4.6 Análisis estadístico con Diagramas de cajas y bigotes, ANOVA y prueba de Tukey para PPC.

Se identificó y eliminaron los datos atípicos en la base de datos de la producción per cápita de residuos mediante el uso diagramas de cajas y bigotes realizado con el software Minitab, para evitar distorsiones en los resultados. A continuación, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) seguido con la prueba de Tukey, en la que se determina si las medias presentan diferencias significativas o similares entre los grupos analizados.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización urbanística de Villa la Unión.

Se delimitó 65 manzanas en el área urbana de Villa la Unión, identificando el uso de suelo en cada una: residencial, comercial, mixta, gestión pública, mercados, salud, lotes baldíos, iglesias y áreas verdes. De estas, 43 manzanas presentan un predominio del uso residencial.

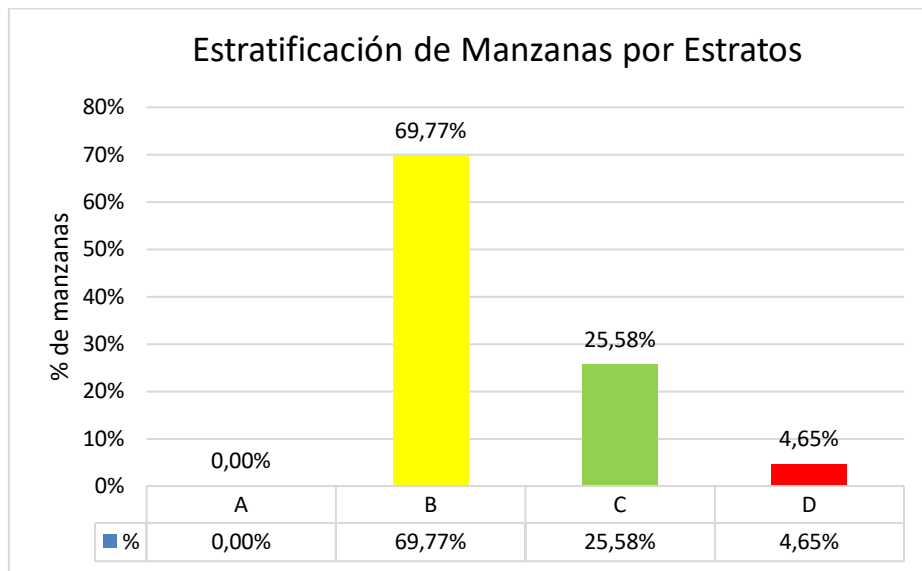


Figura 4. *Caracterización urbanística*

Fuente: (Cando, 2025)

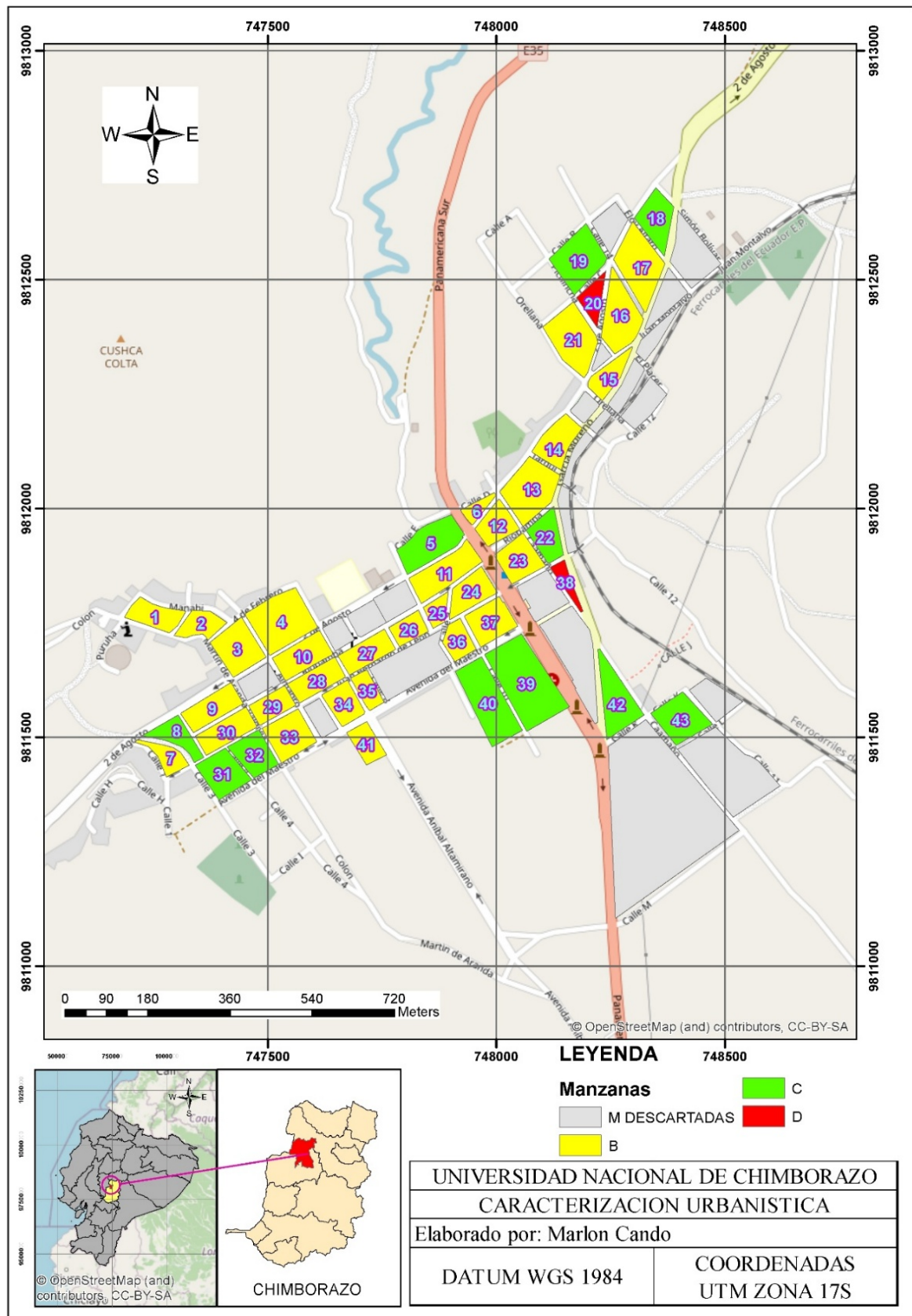


Figura 5. Caracterización urbanística de las manzanas en la zona urbana de Villa la Unión.

Fuente: (Cando, 2025)

En la **Figura 4** presenta la distribución porcentual de la estratificación de manzanas residenciales de Villa la Unión. Los resultados del análisis evidencian que el estrato B predomina en comparación con los demás estratos.

En las **Tabla 1, 11 y 16** se presentan los resultados obtenidos de las investigaciones de los diferentes poblados del Ecuador, ordenados de menor a mayor según el número de habitantes. Los poblados se agrupan en tres categorías de acuerdo con su rango poblacional: población pequeña”, entre 500 y 8 000 habitantes; “población mediana”, entre 8 000 y 30 000 habitantes; “población grande”, entre 30 000 y 150 000 habitantes; Esta clasificación corresponde a la metodología de Arrellano *et al.* [15].

Tabla 1. Caracterización Urbanística de 22 poblados.

Poblados	Número de Habitantes	Estrato A	Estrato B	Estrato C	Estrato D
Penipe	1228	-	6.56%	50.82%	42.62%
San Andrés	1500	-	45.60%	48.50%	5.90%
Las Naves	1984	10.08%	64.71%	17.65%	7.56%
Cevallos	2501	4.17%	9.72%	72.22%	13.89%
Patate	2514	-	23.71%	73.02%	3.17%
Yaruquies	2749	-	30.49%	54.88%	14.63%
Villa La Unión	2785	-	69.77%	25.58%	4.65%
Chambo	4639	-	15.04%	80.45%	4.15%
Calpi	6223	-	24.53%	66.04%	9.43%
Guamote	7000	2.44%	27.64%	41.46%	28.45%
La Dolorosa De Priorato	9643	-	10.99%	45.05%	43.96%
Licán	11726	2.36%	3.15%	44.09%	50.39%
Puerto Ayora	12696	-	18.83%	50.22%	30.94%
Guano-La Matriz	13576	2.35%	36.15%	50.23%	11.27%
Baños De Agua Santa	13619	0.48%	34.30%	50.73%	14.49%
San Miguel	16751	1.47%	81.86%	16.67%	-
Tena	23307	0.27%	26.61%	68.28%	4.84%
Guaranda	25000	0.33%	17.59%	70.68%	11.40%
Macas	27084	4.41%	42.98%	42.15%	10.47%
Otavalo	44536	3.41%	57.18%	32.29%	7.11%
Riobamba	146324	2.13%	67.66%	27.92%	2.29%

Caracterización Urbanística de Villa la Unión Vs otros poblados

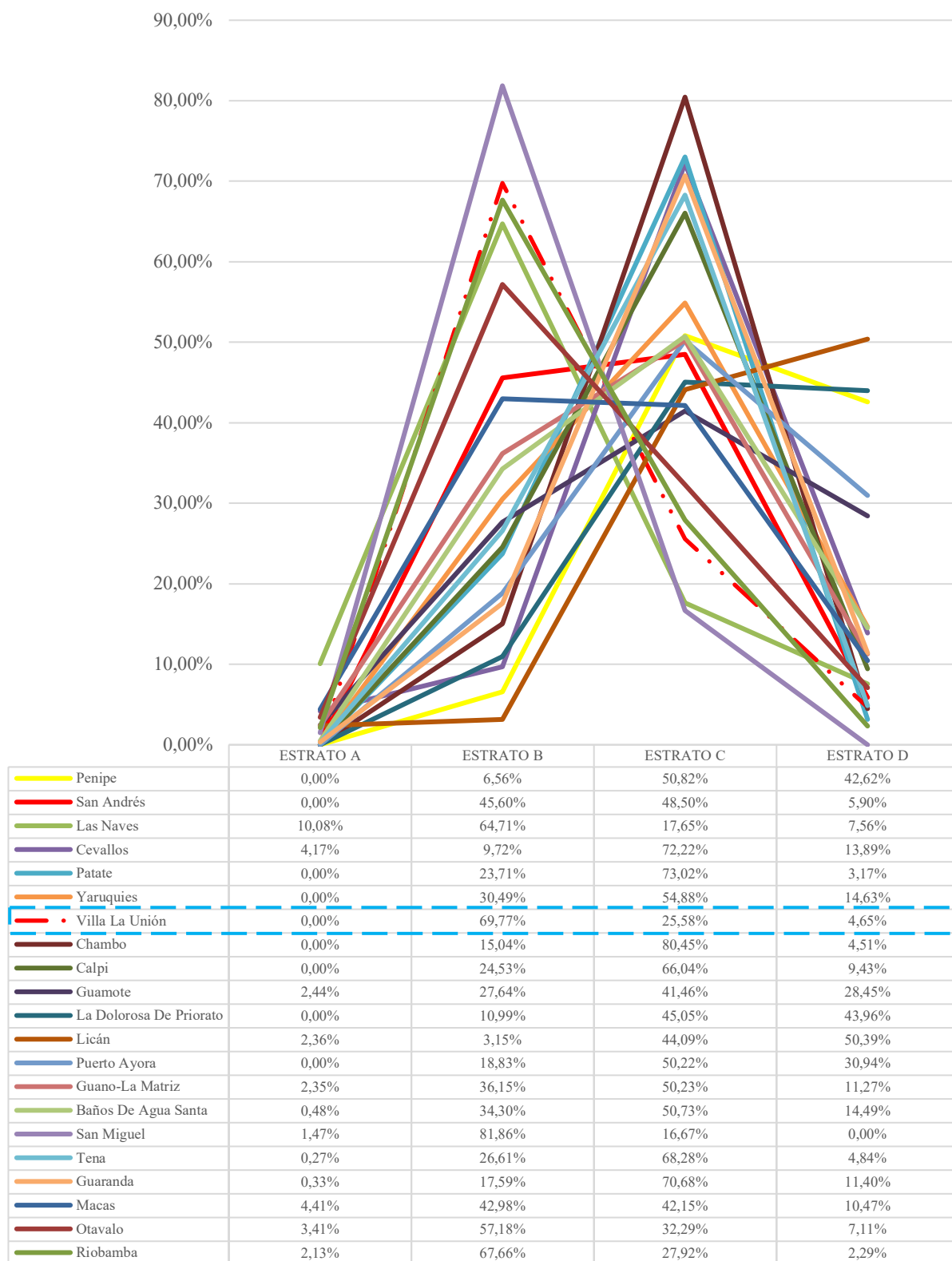


Figura 6. Estratificación Urbanística de Villa la Unión y otros poblados.

Fuente: (Cando, 2025)

La **Figura 6** ilustra la distribución de la caracterización urbanística en 21 poblados. En primer lugar, observamos que Villa la Unión no presenta porcentaje en el estrato A, condición que comparte con 8 poblados analizados. En contraste, Las Naves encabeza este estrato con un 10.08%, mientras que Tena y Guaranda registran los porcentajes más bajos.

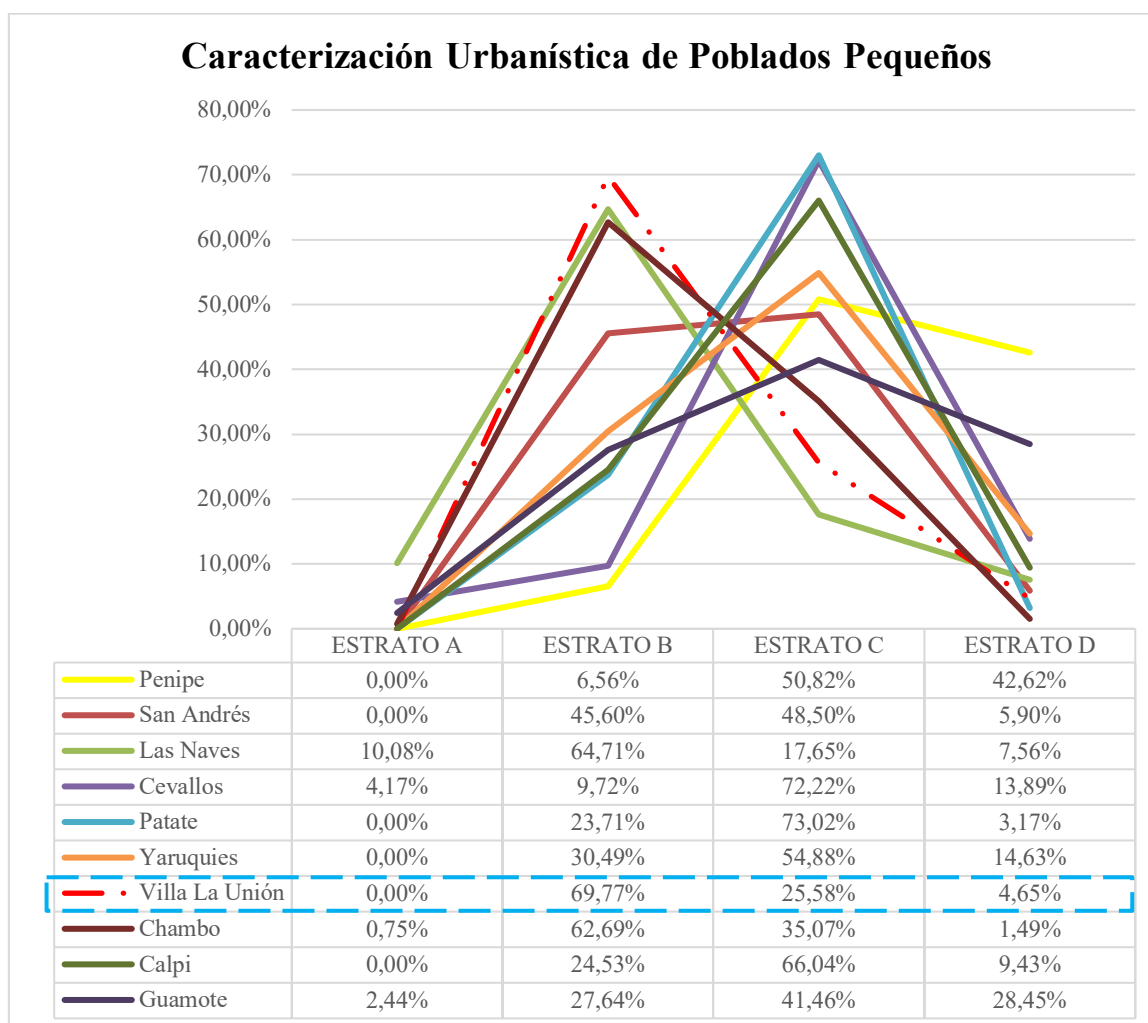


Figura 7. Estratificación Urbanística de poblados pequeños.

Fuente: (Cando, 2025)

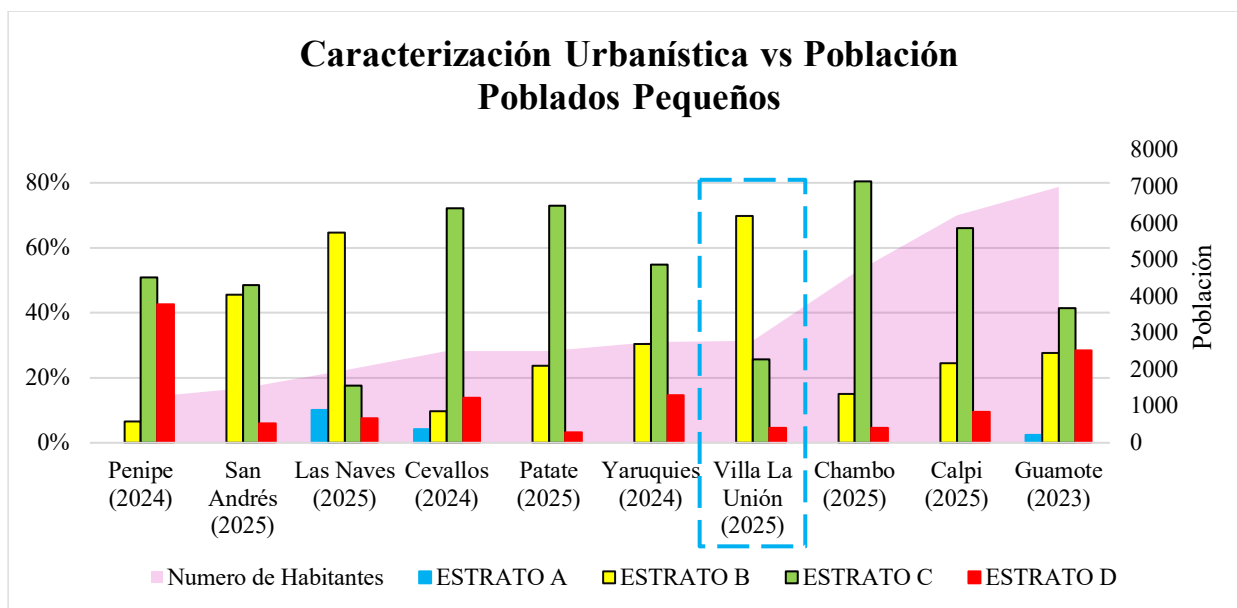


Figura 8. Estratificación Urbanística en poblados pequeños.

Fuente: (Cando, 2025)

En la **Figura 8** se presentan a 10 poblados seleccionados con base en el criterio poblacional de entre 500 a 8000 habitantes, conforme a la metodología de grupos demográficos establecida[15].

4.2 Caracterización socioeconómica de Villa la Unión

Para la caracterización socioeconómica, el número de encuestas se determinó mediante la aplicación de la **Ec. 2**, considerando el porcentaje correspondiente a cada estrato. Se seleccionó a viviendas de manera aleatoria, y se procedió con la encuesta donde se recopiló, analizó y presentó información sobre los aspectos sociales y económicos de una población específica. Los resultados del promedio de habitantes por estrato se observan en la **Figura 9**.

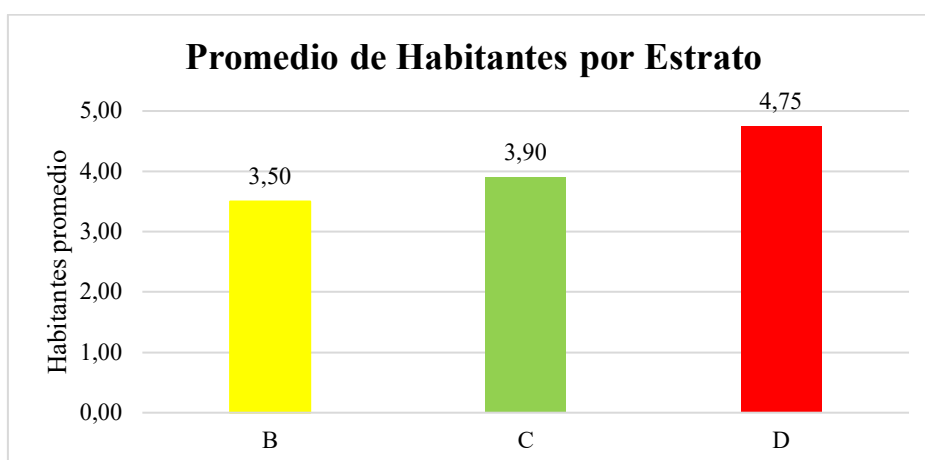


Figura 9. Promedio de los habitantes por estrato.

Fuente: (Cando, 2025)

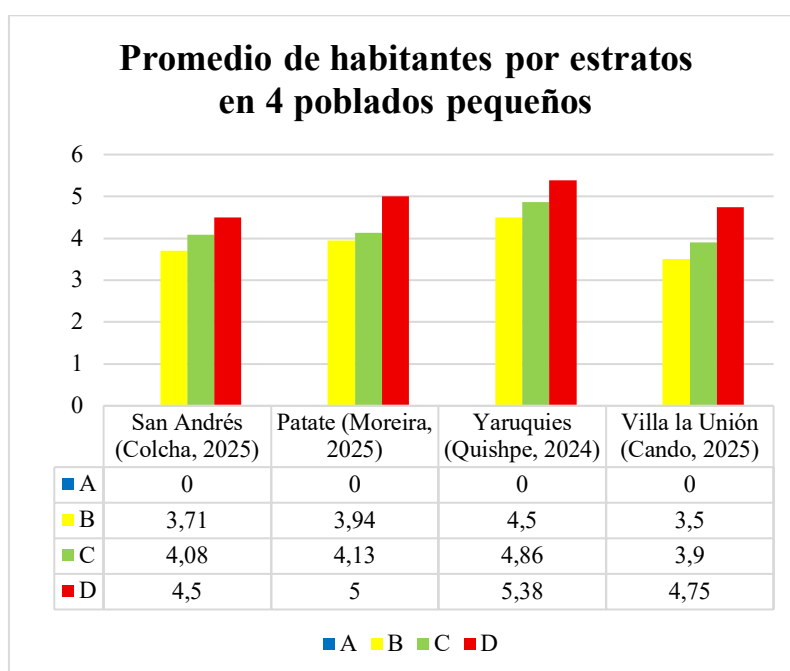


Figura 10. Promedio de los habitantes por estrato en 4 poblados pequeños.

Fuente: (Cando, 2025)

En la **Figura 10** se observa la relación entre el promedio de habitantes y el estrato socioeconómico en cuatro poblados pequeños del Ecuador con población comprendida entre 1500 y 2785 habitantes. Se evidencia una tendencia ascendente desde el estrato B hasta el estrato D. El estrato B registra los promedios más bajos de habitantes por vivienda en cada poblado, el estrato C presenta valores intermedios, mientras el estrato D muestra las medias más altas. Este comportamiento indica que los hogares tienen a ser más numerosos en los estratos socioeconómicos más bajos. Este patrón puede explicarse por el hecho de que las familias con pocos recursos económicos tienden a compartir la vivienda para reducir gastos y por factores socioculturales que asocian los estratos socioeconómicos más bajos con un mayor número de miembros por hogar.

4.3 PPC de RSU de Villa la Unión

4.4 Producción per cápita de residuos sólidos Villa la Unión con atípicos

Una vez recopilados los registros diarios de los residuos sólidos generados, expresados en kilogramos por cada vivienda seleccionada aleatoriamente, la información se presenta en las

Tabla 2, 5 y 6 donde se incluye también el PPC por vivienda en kg/hab/día. Estos datos se estructuran considerando los diferentes estratos socioeconómicos analizados.

Tabla 2

PPC y peso de RSU del estrato B

N°	Código	N° Habitantes	PESO [kg]							Promedio Aritmético	PPC
			D	L	M	M	J	V	S		
1	B01	2	0.95	1.07	0.86	0.38	0.63	1.06	1.14	0.87	0.44
2	B02	5	1.75	1.95	2.17	2.07	2.25	2.36	1.85	2.06	0.41
3	B03	4	1.21	1.36	1.70	1.98	1.88	1.68	2.32	1.73	0.43
4	B04	3	1.32	1.76	1.54	1.21	1.65	1.46	1.85	1.54	0.51
5	B05	5	1.98	1.99	1.99	2.67	2.33	1.84	2.34	2.16	0.43
6	B06	6	3.39	3.10	2.87	2.65	2.75	2.70	3.15	2.94	0.49
7	B07	2	1.04	1.36	1.25	1.24	0.97	0.90	1.36	1.16	0.58
8	B08	3	1.11	0.97	1.23	1.05	0.87	1.35	1.39	1.14	0.38
9	B09	4	1.12	1.26	0.87	1.37	1.67	1.56	2.15	1.43	0.36
10	B10	6	2.05	2.97	1.27			3.06	3.24	2.52	0.42
11	B11	4	3.10	2.55	2.24	2.07	1.98	2.31	1.87	2.30	0.58
12	B12	6	0.52	2.65	2.48	2.07	2.97	3.21	2.67	2.37	0.4
13	B13	3	1.08	0.98	1.24	1.14	1.48	1.94	2.68	1.50	0.5
14	B14	5	4.21	3.21	1.26	2.98	2.54	1.75	2.15	2.58	0.52
15	B15	3	2.64	0.83	0.97	1.25	1.17	0.84	0.65	1.19	0.4
16	B16	2	1.05	1.07	0.85	0.75	0.52	0.70	0.65	0.80	0.4
17	B17	4	1.36	1.47	1.35	2.35	2.15	2.06	1.94	1.81	0.45
18	B18	3	0.50	1.30	1.17	1.32	0.91	1.24	0.87	1.04	0.35
19	B19	1	0.75	0.46	0.35	0.25	0.12	0.25	0.40	0.37	0.37
20	B20	3	0.68	1.03	1.65	1.08	1.24	1.57	1.15	1.20	0.4
21	B21	2	1.50	0.98	0.65	0.48	0.61	0.36	0.75	0.76	0.38
22	B22	4	2.10	1.75	1.61	1.74	2.11	1.68	1.36	1.76	0.44
23	B23	4	1.69	1.79	1.84	1.57	1.95	2.31	1.58	1.82	0.46
24	B24	5	2.03	2.05	1.83	1.29	3.01	1.93	2.38	2.07	0.41
25	B25	2	1.36	1.27	1.26	1.04	0.94	0.86	0.74	1.07	0.54
26	B26	3	1.25	2.12	1.83	1.37	1.13	1.45	1.57	1.53	0.51
27	B27	4	2.63	1.43	1.58	1.65	1.96	2.13	1.71	1.87	0.47
28	B28	5	1.35	1.20	1.20	1.49	2.94	2.48	2.02	1.81	0.36

29	B29	3	1.46	2.30	1.78	1.58	1.21	1.39	1.48	1.60	0.53
30	B30	3	1.86	1.74						1.80	0.6
31	B31	2	0.93	1.03	0.82	0.77	0.98	1.01	1.11	0.95	0.48
32	B32	3	1.63	1.76	1.11	1.49	1.53	1.72	1.89	1.59	0.53
33	B33	1	0.49	0.26	0.33	0.39	0.52	0.41	0.14	0.36	0.36
34	B34	4	2.88	2.64	2.18	1.96	1.81	2.35	2.23	2.29	0.57
35	B35	5	2.65	2.23		1.68	1.97	1.82	2.66	2.17	0.43
36	B36	4	1.98	2.26	1.26	1.75	1.70	1.68	1.63	1.75	0.44
37	B37	3	1.37	1.25	1.13	1.32	1.62	1.05	1.87	1.37	0.46
38	B38	3	1.28	1.31	1.58	1.17	1.15	1.85	2.65	1.57	0.52
39	B39	2	0.85	1.99	1.26	0.98	1.03	1.36	1.77	1.32	0.66
40	B40	1	0.62	1.00	0.65	0.47	0.36	0.68	0.97	0.68	0.68
41	B41	5	2.69	3.68	3.46	2.67	2.41	1.79	2.04	2.68	0.54
42	B42	4	2.09	1.56	2.03	1.37	1.69	1.02	0.78	1.51	0.38
43	B43	2	1.40	0.58	0.38	0.35	0.46	0.64	0.40	0.60	0.3
44	B44	5	2.03	2.51	1.15	1.92	2.37	2.68	3.54	2.31	0.46
45	B45	5	2.12	2.68	2.94	2.42				2.54	0.51
46	B46	2	1.07	1.25	1.47	1.13	1.48			1.28	0.64
47	B47	4	2.46	1.87	2.13	1.96	1.55	2.05	1.82	1.98	0.5
48	B48	6	3.47	2.69	3.18	2.87	1.87	1.75	1.25	2.44	0.41
49	B49	5	1.39	2.78	2.96	3.15	2.65	2.36	2.18	2.50	0.5
50	B50	2	1.01	1.35	0.88	0.36	1.53	1.17	0.87	1.02	0.51
51	B51	1	0.45	0.24	0.68	0.55	0.21	0.12	0.16	0.34	0.34
52	B52	3	1.39	1.67	1.24	1.73	2.16	1.61	2.37	1.74	0.58
53	B53	4	2.04							2.04	0.51
54	B54	4	1.87	2.66	2.41	1.74	1.84	2.25	2.41	2.17	0.54

Fuente: (Cando, 2025)

Tabla 3*PPC y peso de RSU del estrato C*

N°	Código	N° Habitantes	PESO [kg]							Promedio Aritmético	PPC
			D	L	M	M	J	V	S		
55	C01	3	1.24	1.48	1.26	1.39	1.38	1.48	1.67	1.42	0.47
56	C02	4	2.35	1.38	0.87	1.68	1.51	1.69	2.17	1.67	0.42
57	C03	5	2.85	2.95	2.37	2.39	1.36	2.27	3.17	2.48	0.5
58	C04	4	2.35	2.17	1.95	1.87	2.07	1.57	2.32	2.04	0.51
59	C05	1	0.75	0.42	0.38	0.34	0.45	0.31	0.58	0.46	0.46
60	C06	4	2.01	2.47	2.34					2.28	0.57
61	C07	3	1.75							1.75	0.58
62	C08	6	3.42	2.62	1.85	0.62	1.96	4.51	1.27	2.32	0.39
63	C09	5	1.54	3.22	2.76	1.83	2.47	1.53	2.83	2.31	0.46
64	C10	4	2.62	1.45	1.62	2.54	2.39	2.85	2.95	2.35	0.59
65	C11	5	2.98	3.46	2.75	2.19	2.65	2.11	3.26	2.77	0.55
66	C12	2	0.93	0.35	0.95	0.85	0.75	0.53	0.68	0.72	0.36
67	C13	5	1.36	2.28	2.63	2.16	2.39	2.27	2.87	2.28	0.46
68	C14	6	2.46	2.64	3.41	3.89	3.46	3.94	2.52	3.19	0.53
69	C15	3	1.04	1.75						1.39	0.46
70	C16	3	1.74	2.48	2.61	1.85	2.05	1.82	1.90	2.06	0.69
71	C17	3	1.33	3.05	1.32	0.86	1.84	1.36	1.51	1.61	0.54
72	C18	6	2.06	3.05	2.87	2.15				2.54	0.42
73	C19	4	3.06	2.18	2.52	2.37	2.01	1.88	2.25	2.32	0.58
74	C20	2	0.75	1.25	1.18	0.88	0.98	1.16	1.08	1.04	0.52
75	D01	5	3.30	2.85	1.83	1.98	2.76	2.83	3.24	2.68	0.54
76	D02	5	2.21	3.18	3.64	3.51	3.29	3.68	2.84	3.19	0.64
77	D03	4	2.52	1.85	2.76	2.27	1.73	1.27	1.63	2.01	0.5
78	D04	5	1.86	2.76	2.14	3.16	1.20	2.65	2.37	2.31	0.46

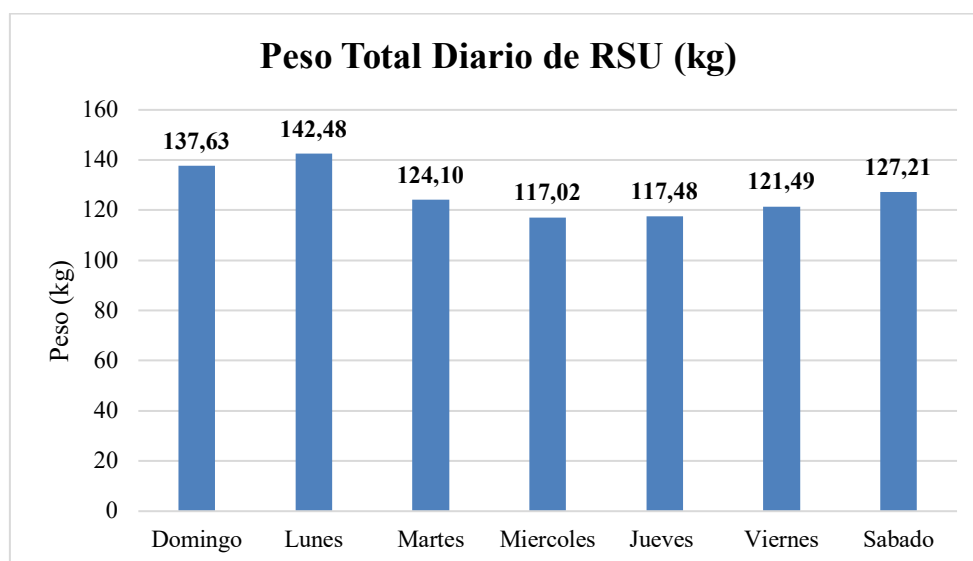
Fuente: (Cando, 2025)

Tabla 4*PPC y peso de RSU del estrato D*

N°	Código	N° Habitantes	PESO [kg]							Promedio Aritmético	PPC
			D	L	M	M	J	V	S		
75	D01	5	3.30	2.85	1.83	1.98	2.76	2.83	3.24	2.68	0.54
76	D02	5	2.21	3.18	3.64	3.51	3.29	3.68	2.84	3.19	0.64
77	D03	4	2.52	1.85	2.76	2.27	1.73	1.27	1.63	2.01	0.5
78	D04	5	1.86	2.76	2.14	3.16	1.20	2.65	2.37	2.31	0.46

Fuente: (Cando, 2025)

Durante el registro del peso diario de las muestras se presentaron algunas dificultades, las cuales se detallan en el libro previamente citado. Entre los principales inconvenientes se incluyó la falta de entrega oportuna de muestras, debido a la ausencia de los residentes en sus viviendas. En estos casos las muestras fueron recolectadas al día siguiente y para el pesaje se dividieron entre dos días, sin embargo, estas muestras fueron descartadas en el proceso de homogenización. Este fue el caso de las viviendas B-05 y B-28 no entregaron las muestras del lunes y martes respectivamente. Además, existieron viviendas que entregaron muestras solo hasta un día determinado y no fue posible obtenerlas posteriormente, como ocurrió en las viviendas B-30, B-45, B-53, C-06, C-07, C-15 y C-18.

Figura 11. *Peso total diario de RSU.***Fuente:** (Cando, 2025)

La **Figura 11** muestra que la generación de residuos sólidos urbanos en Villa la Unión presenta variaciones a lo largo de la semana, alcanzando sus valores máximos los días lunes, domingo y sábado. Este comportamiento se asocia, por un lado, el día sábado cuando se realiza la feria integral de Colta, espacio en el que productores y consumidores convergen para el intercambio de productos agrícolas, pecuarios y artículos de consumo diario. Por otro lado, el domingo se relaciona con actividades domésticas como, la limpieza del hogar y reuniones familiares. Así mismo, el incremento observado el día lunes se vincula con el retorno de los miembros de las familias dedicadas a la agricultura y ganadería en sectores rurales, coincidiendo con el inicio de la semana laboral y académica, lo que explica el aumento en la generación de RSU.

4.5 PPC de RSU de Villa la Unión sin valores atípicos

Para garantizar la representatividad de la muestra, los datos sobre la producción per cápita de RSU se depuraron utilizando el software estadístico Minitab. Los valores atípicos se identificaron mediante diagramas de caja y bigotes (boxplot), se eliminaron antes de calcular la PPC. Este paso evito resultados sesgados.

Tabla 5

Valores atípicos identificados de PPC del estrato B

Nº	Código	PPC [kg/hab/día]						
		D	L	M	MIE	J	V	S
1	B01	0.48	0.53	0.43	0.19	0.31	0.53	0.57
2	B02	0.35	0.39	0.43	0.41	0.45	0.47	0.37
3	B03	0.30	0.34	0.42	0.50	0.47	0.42	0.58
4	B04	0.44	0.59	0.51	0.40	0.55	0.49	0.62
5	B05	0.40	0.40	0.40	0.53	0.47	0.37	0.47
6	B06	0.56	0.52	0.48	0.44	0.46	0.45	0.52
7	B07	0.52	0.68	0.62	0.62	0.48	0.45	0.68
8	B08	0.37	0.32	0.41	0.35	0.29	0.45	0.46
9	B09	0.28	0.32	0.22	0.34	0.42	0.39	0.54
10	B10	0.34	0.50	0.21			0.51	0.54
11	B11	0.77	0.64	0.56	0.52	0.49	0.58	0.47
12	B12	0.09	0.44	0.41	0.34	0.50	0.54	0.45
13	B13	0.36	0.33	0.41	0.38	0.49	0.65	0.89

14	B14	0.84	0.64	0.25	0.60	0.51	0.35	0.43
15	B15	0.88	0.28	0.32	0.42	0.39	0.28	0.22
16	B16	0.52	0.53	0.43	0.37	0.26	0.35	0.32
17	B17	0.34	0.37	0.34	0.59	0.54	0.52	0.48
18	B18	0.17	0.43	0.39	0.44	0.30	0.41	0.29
19	B19	0.75	0.46	0.35	0.25	0.12	0.25	0.40
20	B20	0.23	0.34	0.55	0.36	0.41	0.52	0.38
21	B21	0.75	0.49	0.32	0.24	0.31	0.18	0.38
22	B22	0.52	0.44	0.40	0.44	0.53	0.42	0.34
23	B23	0.42	0.45	0.46	0.39	0.49	0.58	0.40
24	B24	0.41	0.41	0.37	0.26	0.60	0.39	0.48
25	B25	0.68	0.64	0.63	0.52	0.47	0.43	0.37
26	B26	0.42	0.71	0.61	0.46	0.38	0.48	0.52
27	B27	0.66	0.36	0.39	0.41	0.49	0.53	0.43
28	B28	0.27	0.24	0.24	0.30	0.59	0.50	0.40
29	B29	0.49	0.77	0.59	0.53	0.40	0.46	0.49
30	B30	0.62	0.58					
31	B31	0.47	0.52	0.41	0.38	0.49	0.50	0.55
32	B32	0.54	0.59	0.37	0.50	0.51	0.57	0.63
33	B33	0.49	0.26	0.33	0.39	0.52	0.41	0.14
34	B34	0.72	0.66	0.54	0.49	0.45	0.59	0.56
35	B35	0.53	0.45		0.34	0.39	0.36	0.53
36	B36	0.50	0.56	0.31	0.44	0.42	0.42	0.41
37	B37	0.46	0.42	0.38	0.44	0.54	0.35	0.62
38	B38	0.43	0.44	0.53	0.39	0.38	0.62	0.88
39	B39	0.42	0.99	0.63	0.49	0.52	0.68	0.88
40	B40	0.62	1.00	0.65	0.47	0.36	0.68	0.97
41	B41	0.54	0.74	0.69	0.53	0.48	0.36	0.41
42	B42	0.52	0.39	0.51	0.34	0.42	0.26	0.19
43	B43	0.70	0.29	0.19	0.18	0.23	0.32	0.20
44	B44	0.41	0.50	0.23	0.38	0.47	0.54	0.71
45	B45	0.42	0.54	0.59	0.48			
46	B46	0.53	0.62	0.73	0.57	0.74		
47	B47	0.61	0.47	0.53	0.49	0.39	0.51	0.45
48	B48	0.58	0.45	0.53	0.48	0.31	0.29	0.21

49	B49	0.28	0.56	0.59	0.63	0.53	0.47	0.44
50	B50	0.50	0.67	0.44	0.18	0.76	0.59	0.44
51	B51	0.45	0.24	0.68	0.55	0.21	0.12	0.16
52	B52	0.46	0.56	0.41	0.58	0.72	0.54	0.79
53	B53	0.51						
54	B54	0.47	0.66	0.60	0.44	0.46	0.56	0.60

Fuente: (Cando, 2025)

Tabla 6

Valores atípicos identificados de PPC del estrato C

Nº	Código	PPC [kg/hab/día]						
		D	L	M	MIE	J	V	S
55	C01	0.41	0.49	0.42	0.46	0.46	0.49	0.56
56	C02	0.59	0.35	0.22	0.42	0.38	0.42	0.54
57	C03	0.57	0.59	0.47	0.48	0.27	0.45	0.63
58	C04	0.59	0.54	0.49	0.47	0.52	0.39	0.58
59	C05	0.75	0.42	0.38	0.34	0.45	0.31	0.58
60	C06	0.50	0.62	0.59				
61	C07	0.58						
62	C08	0.57	0.44	0.31	0.10	0.33	0.75	0.21
63	C09	0.31	0.64	0.55	0.37	0.49	0.31	0.57
64	C10	0.66	0.36	0.41	0.64	0.60	0.71	0.74
65	C11	0.60	0.69	0.55	0.44	0.53	0.42	0.65
66	C12	0.47	0.18	0.47	0.42	0.38	0.27	0.34
67	C13	0.27	0.46	0.53	0.43	0.48	0.45	0.57
68	C14	0.41	0.44	0.57	0.65	0.58	0.66	0.42
69	C15	0.35	0.58					
70	C16	0.58	0.83	0.87	0.62	0.68	0.61	0.63
71	C17	0.44	1.02	0.44	0.29	0.61	0.45	0.50
72	C18	0.34	0.51	0.48	0.36			
73	C19	0.77	0.54	0.63	0.59	0.50	0.47	0.56
74	C20	0.38	0.62	0.59	0.44	0.49	0.58	0.54

Fuente: (Cando, 2025)

Tabla 7

Valores atípicos identificados de PPC del estrato D

Nº	Código	PPC [kg/hab/día]						
		D	L	M	MIE	J	V	S
75	D01	0.66	0.57	0.37	0.40	0.55	0.57	0.65
76	D02	0.44	0.64	0.73	0.70	0.66	0.74	0.57
77	D03	0.63	0.46	0.69	0.57	0.43	0.32	0.41
78	D04	0.37	0.55	0.43	0.63	0.24	0.53	0.47

Fuente: (Cando, 2025)

Se identificaron valores atípicos en los diferentes estratos. En el estrato B se registraron 14 valores atípicos, según lo mostrado en la **Tabla 5**, correspondientes a las muestras B11, B12, B13, B14, B15, B19, B33, B38, B39, B40, B51 y B52. Cuatro de estas presentaron valores mínimos, mientras que las restantes presentaron niveles elevados de generación de residuos, ubicándose fuera de los límites inferior y superior establecidos en el diagrama de cajas y bigotes. En el estrato C se detectaron tres valores atípicos en las muestras C08, C16 y C17 de acuerdo con la

Tabla 6. En contraste, el estrato D representado en la **Tabla 7** no presentó valores atípicos.

4.5.1 Análisis varianza ANOVA-Prueba Tukey en PPC de RSU

El análisis de varianza (ANOVA) permitió comparar estadísticamente las medias de la producción per cápita (PPC) de residuos sólidos urbanos (RSU) entre los diferentes estratos. Los resultados presentados en la **Tabla 10** muestran un valor de F de 7.870 y un valor de p de 0.000. Estos valores indican que la variabilidad entre las medias de los grupos es mayor que la variabilidad dentro de los mismos. Dado que el valor p está por debajo del nivel de significancia ($\alpha = 0.05$), se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias. En consecuencia, se acepta la hipótesis alternativa, confirmando que no todas las medias son iguales y que al menos una difiere significativamente. Esto evidencia la existencia de diferencias estadísticamente significativas en la PPC de los RSU entre los estratos analizados.

Tabla 8

Análisis de varianza ANOVA de PPC de los estratos B, C, D

Población	Valor F	Valor p
Villa la Unión	7.870	0.000

Fuente: (Cando, 2025)

De acuerdo con la prueba de Tukey, los resultados presentados en la **Tabla 9** Prueba Tukey de PPC de los estratos B, C y D. Los estratos C y D pertenecen a la agrupación A, mientras que el estrato B se ubica en la agrupación B. Lo que indica que los valores de la media son significativamente diferentes entre estas agrupaciones.

Tabla 9

Prueba Tukey de PPC de los estratos B, C y D

Estrato	Media o PPC	Agrupación
D	0.5345	A
C	0.4962	A
B	0.4575	B

Fuente: (Cando, 2025)

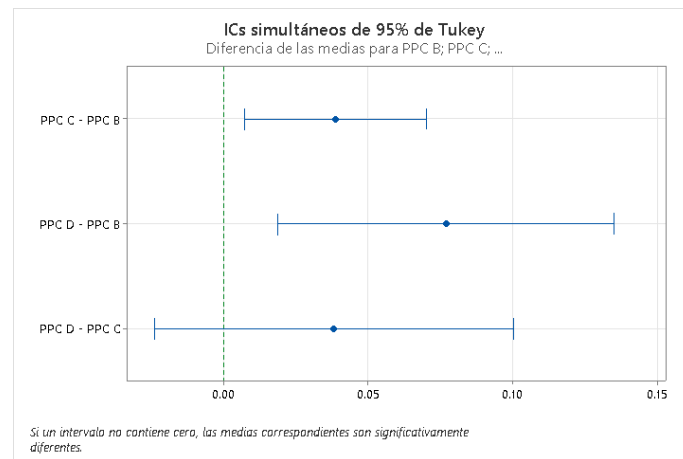


Figura 12. Comparación de PPC de los estratos B, C y D

Fuente: (Cando, 2025)

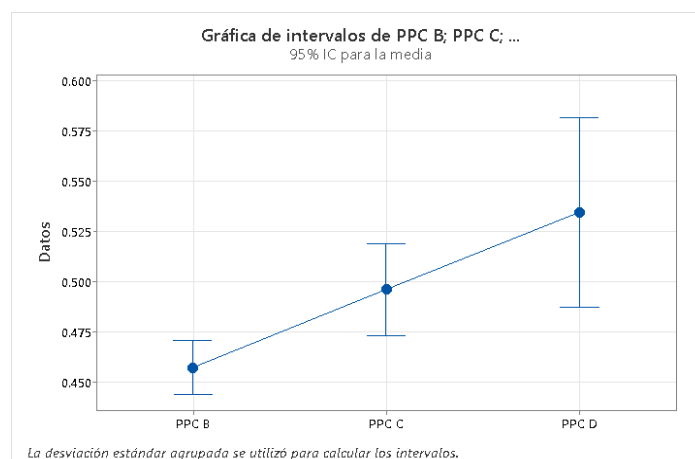


Figura 13. Comparación de PPC de los estratos B, C y D.

Fuente: (Cando, 2025)

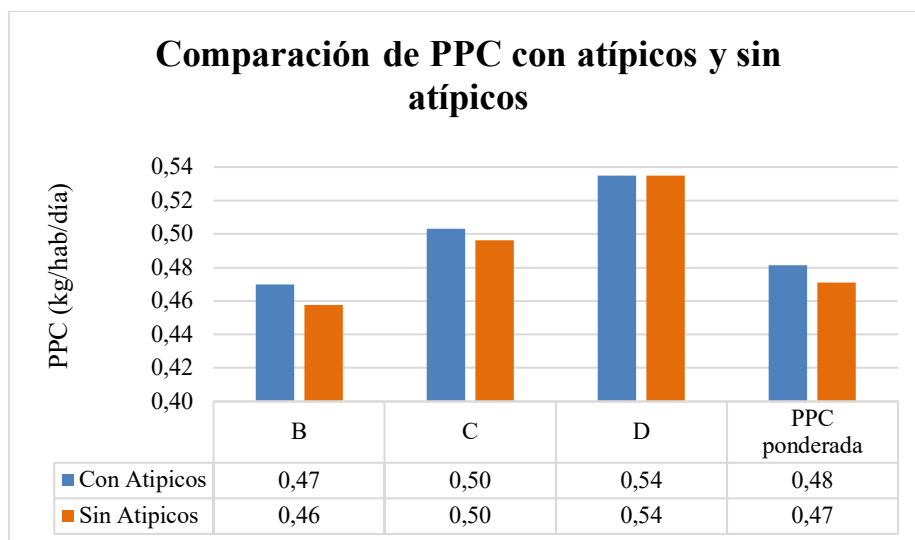


Figura 14. Comparación de PPC con atípicos y sin atípicos.

Fuente: (Cando, 2025)

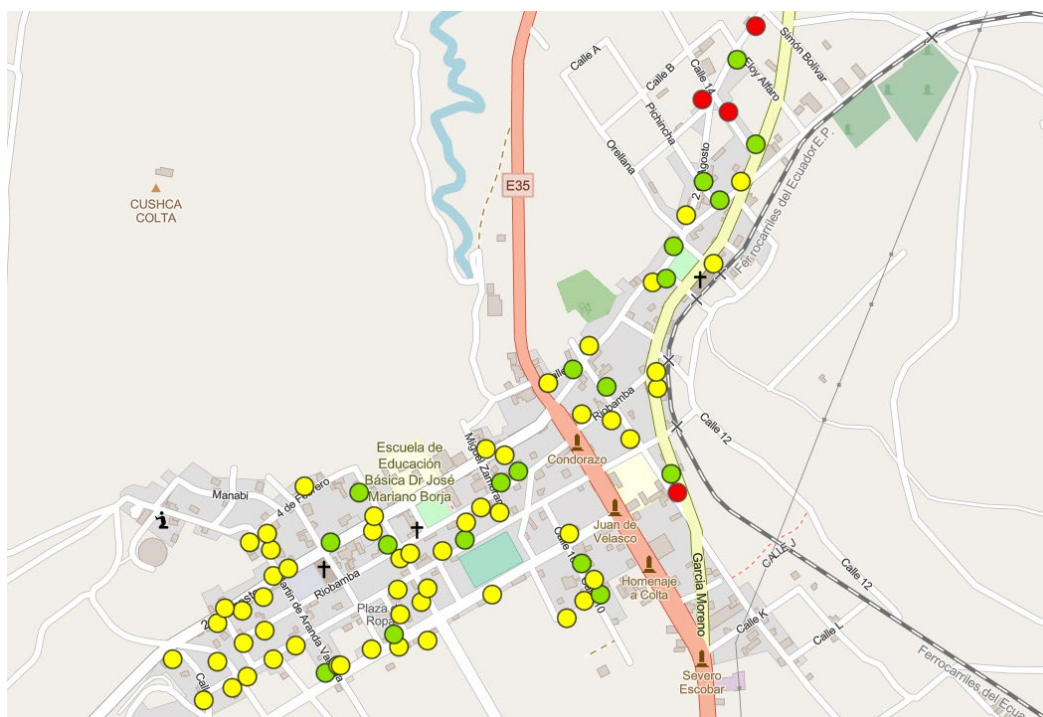


Figura 15. Ubicación de las muestras por estrato socioeconómico.

Fuente: (Cando, 2025)

Como se observa en la **Figura 14** en el estrato D no se presentan cambios, ya que no se identificaron datos atípicos. En cambio, en los estratos B y C se evidenciaron variaciones debido a la eliminación de los valores atípicos. Tras este procedimiento se obtuvo la producción per cápita ponderada de residuos sólidos en Villa la Unión de 0.47 kg/hab/día.

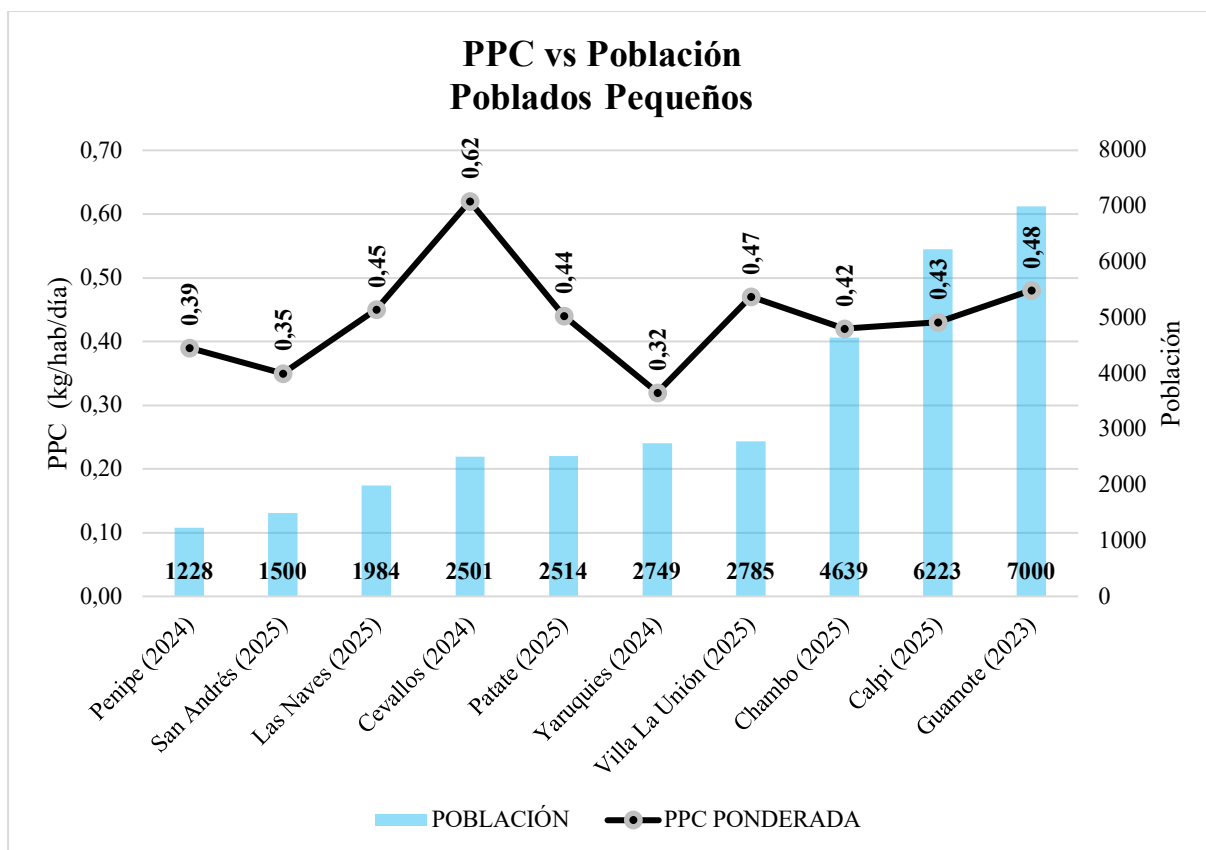


Figura 16. PPC ponderado en 10 poblados pequeños del Ecuador.

Fuente: (Cando, 2025)

La **Figura 16** presenta la relación entre la PPC ponderada de RSU y el tamaño de la población en 10 poblados pequeños del Ecuador. Los resultados revelan que la PPC no mantiene una relación proporcional con el tamaño poblacional. Existen variaciones significativas entre localidades con poblaciones similares. Por ejemplo, Cevallos tiene el PPC más alto mientras que Yaruquies tiene la más baja, a pesar de que ambas localidades tienen poblaciones comparables. Este contraste entre los máximos y mínimos de PPC indica que la demografía por sí sola no es el principal factor en la producción de residuos sólidos.

Estos resultados sugieren que los patrones de consumo locales, el nivel socioeconómico, las actividades productivas predominantes y características culturales específicas de cada localidad tienen un impacto más significativo en la producción de residuos sólidos urbanos, superando en importancia al factor demográfico en poblados pequeños.

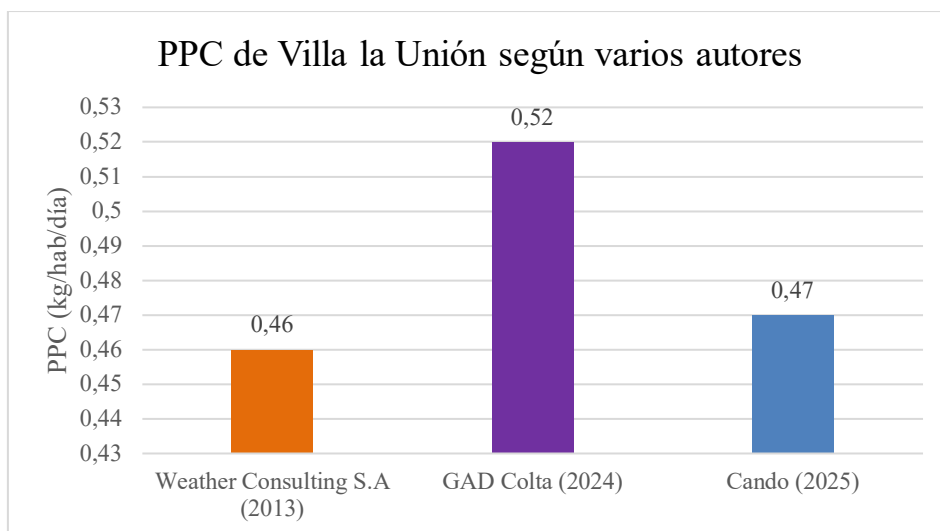


Figura 17. PPC según varios autores en Villa la Unión.

Fuente: (Cando, 2025)

La **Figura 17** compara los valores de PPC de los residuos sólidos urbanos reportados para Villa la Unión en diversos estudios e instituciones. Este estudio determinó la PPC a través de muestreo consecutivo de 7 días, con 78 muestras seleccionadas aleatoriamente, utilizando la metodología descrita por Arrellano et al. (2024)[15]. Por el contrario, el informe de 2013 de Weather Consulting S.A. carece de información detallada sobre el periodo de muestreo, el tamaño de la muestra y la metodología específica empleada. Del mismo modo, el informe del GAD Colta tampoco incluye información de la metodología utilizada. Las diferencias observadas en el PPC de RSU pueden deberse a la falta de información metodológica de tallada en estudios anteriores.

4.6 Densidad suelta de RSU Villa la Unión

En la **Tabla 10** se presenta los valores registrados durante siete días para la densidad suelta de residuos sólidos urbanos en cada estrato socioeconómico.

Tabla 10

Densidad Suelta de los estratos B, C y D.

Estrato	Densidad Suelta Diaria [kg/m3]							Promedio Aritmético
	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	
B	132.39	179.05	150.95	108.75	222.63	180.14	136.81	158.68
C	137.65	162.89	171.77	242.07	197.31	218.89	204.59	190.74
D	183.63	184.77	204.16	194.87	180.98	180.52	227.26	193.74

Fuente: (Cando, 2025)

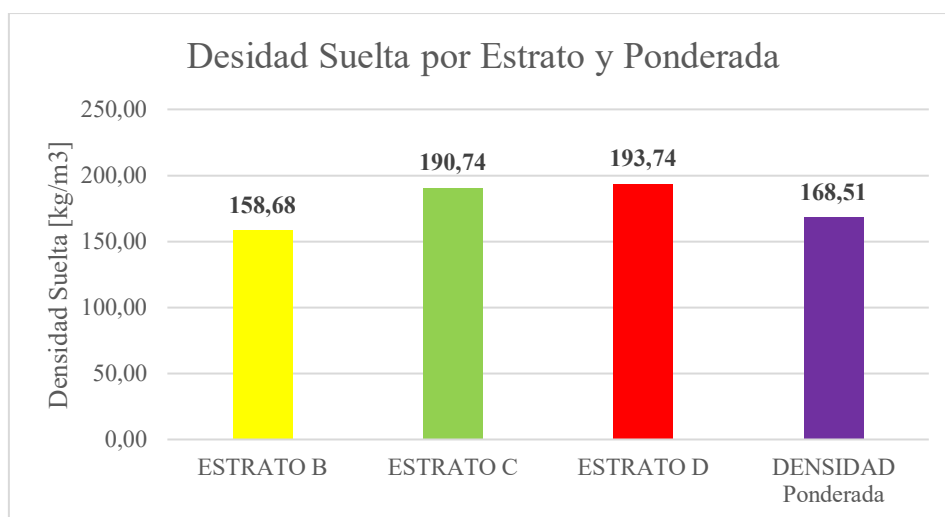


Figura 18. Densidad suelta de los estratos B, C, D y ponderada.

Fuente: (Cando, 2025)

En la **Figura 18** se presenta la densidad suelta de los residuos sólidos urbanos por estrato socioeconómico, así como la densidad ponderada. El estrato B tiene una densidad suelta de 158.68 kg/m³ inferior a la de los estratos C y D, que presentan valores de 190.74 kg/m³ y 193.74 kg/m³ respectivamente. Estas diferencias reflejan la composición de los residuos en cada estrato, en el estrato B predominan materiales más ligeros y voluminosos, como botellas plásticas, cartón. Mientras que en los estratos C y D se registra una densidad similar, con una mayor proporción de materia orgánica en comparación con el estrato B, como se aprecia en la **Figura 24**.

Tabla 11

Densidad promedio y ponderada de los residuos sólidos de 21 poblados del Ecuador.

POBLADOS	NUMERO DE HABITANTES	DENSIDAD (kg/m ³)				DENSIDAD PONDERADA
		A	B	C	D	
Penipe	1228	-	130.30	202.70	236.80	212.48
San Andrés	1500	-	160.28	206.95	172.89	183.67
Las Naves	1984	286.90	277.90	217.00	220.90	263.75
Cevallos	2501	132.73	136.26	206.10	311.30	210.86
Patate	2514	-	186.01	205.46	112.15	197.87
Yaruquies	2749	-	132.80	182.50	117.90	157.90
Villa La Unión	2785	-	158.68	190.74	193.74	168.51
Chambo	4639	-	184.49	204.06	200.69	200.96
Calpi	6223	-	120.28	109.60	111.40	112.39
Guamote	7000	134.53	131.50	205.80	283.00	205.50
La Dolorosa De Priorato	9643	213.40	222.90	263.93	287.70	266.93
Licán	11726	80.73	91.53	107.98	111.67	108.68

Puerto Ayora	12696	-	104.10	240.30	194.90	200.58
Guano-La Matriz	13576	125.53	208.70	262.80	210.80	234.16
Baños De Agua Santa	13619	142.76	181.50	212.10	214.10	201.56
San Miguel	16751	68.06	97.86	77.42	-	94.02
Tena	23307	142.35	195.96	186.96	218.08	190.74
Guaranda	25000	-	130.10	202.56	180.00	186.57
Macas	27084	56.05	142.95	159.57	182.43	150.27
Otavalo	44536	142.76	181.50	212.10	214.10	192.36
Riobamba	146324	191.36	251.80	190.60	234.00	233.02

Fuente: (Cando, 2025)

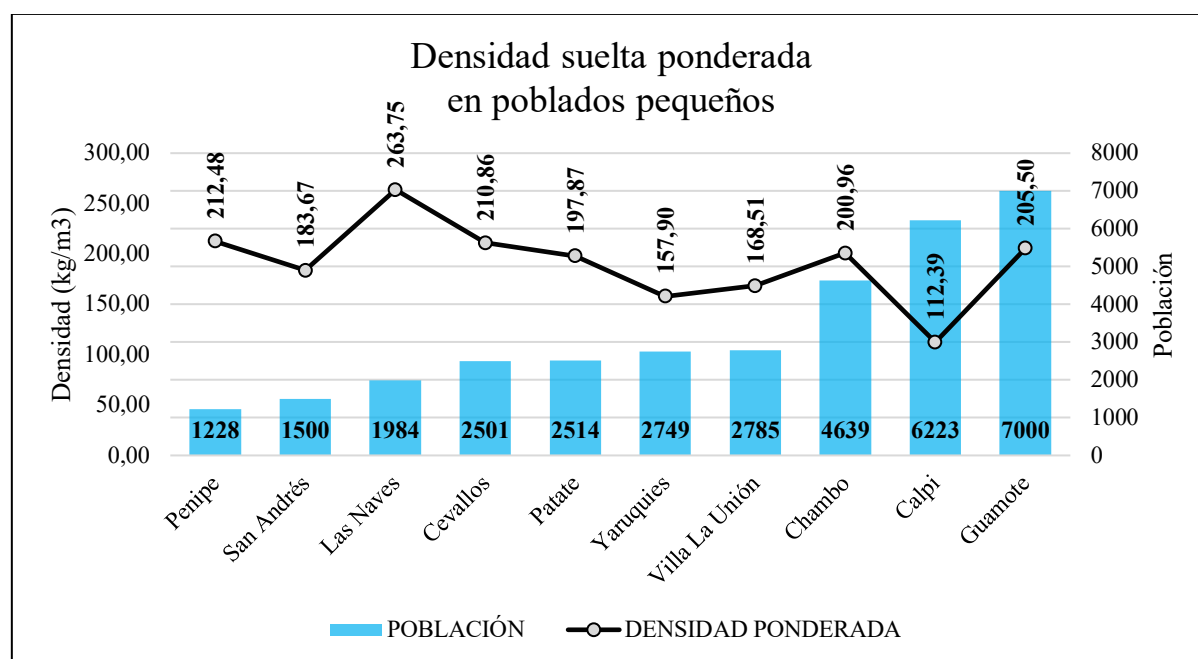


Figura 19. Densidad ponderada de los RSU de 10 poblados pequeños.

Fuente: (Cando, 2025)

La **Figura 19** muestra la densidad suelta ponderada de residuos sólidos urbanos en diferentes poblados que han aplicado metodologías y técnicas similares. Estos poblados fueron seleccionados por tener un rango poblacional entre 500 a 8000 habitantes, correspondiente a la categoría de poblaciones pequeñas.

Entre los resultados obtenidos, Las Naves presenta la densidad más alta, con 263.75 kg/m³, mientras que Calpi registra una de las más bajas, con 112.39 kg/m³. La densidad de Villa la Unión es de 168.51 kg/m³, similar a la de Yaruquies (157.51 kg/m³) y Chambo (156.11 kg/m³). Esta similitud podría atribuirse a su ubicación dentro de la misma provincia de Chimborazo y a sus actividades económicas similares, como la agricultura, ganadería y el turismo.

4.7 Composición física de RSU Villa la Unión

Para determinar la composición física de los residuos sólidos urbanos se utilizó el cuadrante establecido en el método de cuarteo y homogenización, empleando muestras de entre 5 y 7 kg de cada estrato socioeconómico. **Tabla 12, 16, 17 y 18** se presentan los resultados de los 26 componentes recolectados durante 7 días consecutivos.

Tabla 12

Composición física de los RSU del estrato B.

Componentes	D	L	M	M	J	V	S	Promedio
Botellas de plástico	1.56%	1.12%	1.7%	2.6%	1.2%	3.6%	1.2%	1.86%
Botellas y Frascos de vidrio	0.00%	0.00%	0.0%	1.3%	5.2%	2.3%	2.1%	1.56%
Cartón	3.35%	8.98%	3.0%	1.1%	6.6%	3.4%	2.5%	4.13%
Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)	0.00%	0.00%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.03%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0.00%	0.00%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.04%
Cuero	0.00%	2.46%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.7%	0.45%
Caucho	0.00%	0.00%	0.0%	0.5%	0.6%	0.0%	2.1%	0.44%
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0.00%	0.00%	0.0%	0.0%	0.5%	0.7%	0.0%	0.17%
Maderas	1.33%	0.61%	0.0%	0.4%	0.0%	0.6%	0.0%	0.42%
Material de construcción- cerámicas (loza)	0.00%	0.00%	0.0%	0.0%	2.1%	0.8%	0.8%	0.53%
Metales	1.20%	1.95%	0.0%	0.7%	4.3%	1.1%	1.2%	1.50%
Orgánicos (sobras de comida, rastros de jardín, excrementos de animales, cáscaras)	71.27 %	65.89 %	69.0 %	64.6 %	58.3 %	59.0 %	63.0 %	64.43%
Papel bond blanco	1.06%	0.49%	1.7%	1.2%	1.3%	0.9%	0.4%	1.01%
Papel de color	1.72%	0.00%	0.0%	0.7%	1.2%	0.9%	0.0%	0.65%
Papel periódico	0.00%	1.36%	0.6%	0.0%	0.0%	0.4%	0.7%	0.44%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)	5.89%	4.19%	4.4%	6.9%	4.4%	5.5%	6.1%	5.35%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)	0.00%	0.00%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.00%
Pilas y baterías	0.00%	0.00%	0.0%	0.5%	0.0%	0.4%	0.0%	0.13%
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	3.99%	5.89%	7.7%	6.0%	9.9%	6.3%	6.7%	6.66%
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	3.41%	2.38%	3.9%	2.8%	4.0%	3.6%	4.2%	3.47%
Tetrapak	0.00%	1.21%	1.4%	0.0%	0.0%	1.2%	0.0%	0.54%
Poliestireno	1.58%	0.00%	1.1%	2.0%	0.0%	1.7%	1.1%	1.08%
Textiles	0.44%	0.00%	0.0%	4.6%	0.0%	0.0%	0.7%	0.82%
Mascarillas	0.00%	0.61%	0.0%	0.8%	0.5%	0.2%	0.0%	0.30%
Toallas sanitarias y pañales	2.71%	2.24%	4.9%	3.3%	0.0%	5.7%	6.2%	3.59%
Otros	0.48%	0.61%	0.6%	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%	0.40%

Fuente: (Cando, 2025)

Tabla 13*Composición física de los RSU del estrato C.*

Componentes	D	L	M	M	J	V	S	Promedio
Botellas de plástico	1.4%	2.1%	1.1%	2.0%	0.0%	0.7%	1.4%	1.24%
Botellas y Frascos de vidrio	1.2%	0.0%	0.0%	1.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.39%
Cartón	2.1%	2.7%	0.6%	2.4%	1.8%	3.1%	4.5%	2.46%
Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.9%	0.0%	0.21%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.3%	0.0%	0.0%	0.18%
Cuero	0.0%	2.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.37%
Caucho	0.0%	1.2%	0.0%	0.5%	0.0%	0.6%	0.0%	0.33%
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.09%
Maderas	0.7%	0.3%	0.0%	0.7%	1.5%	0.0%	0.9%	0.60%
Material de construcción- cerámicas (loza)	0.0%	0.0%	0.0%	3.3%	0.0%	0.0%	3.7%	1.00%
Metales	0.9%	0.5%	0.0%	0.9%	2.0%	0.0%	2.7%	1.01%
Orgánicos (sobras de comida, rastros de jardín, excrementos de animales, cáscaras)	69.8%	63.0%	70.4 %	73.2 %	74.6 %	76.9 %	58.1 %	69.42%
Papel bond blanco	1.3%	0.3%	0.0%	1.1%	0.0%	1.4%	1.7%	0.82%
Papel de color	0.3%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0.6%	0.4%	0.30%
Papel periódico	0.6%	1.3%	0.5%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0.47%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)	3.9%	4.3%	3.2%	3.0%	4.9%	4.8%	2.6%	3.82%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)	0.0%	2.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.30%
Pilas y baterías	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.1%	0.29%
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	9.4%	8.0%	5.6%	3.9%	3.1%	3.2%	6.5%	5.67%
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	1.7%	2.4%	4.4%	2.2%	5.2%	2.4%	3.0%	3.04%
Tetrapak	2.6%	1.8%	3.1%	0.0%	0.0%	0.0%	2.0%	1.34%
Poliestireno	0.8%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	1.4%	1.8%	0.67%
Textiles	0.6%	2.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.3%	0.61%
Mascarillas	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.07%
Toallas sanitarias y pañales	2.1%	3.1%	9.6%	4.0%	5.0%	3.1%	7.2%	4.88%
Otros	0.7%	1.1%	0.4%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	0.41%

Fuente: (Cando, 2025)

Tabla 14*Composición física de los RSU del estrato D.*

Componentes	D	L	M	M	J	V	S	Promedio
Botellas de plástico	10	0.7%	0.6%	1.2%	2.0%	0.7%	2.8%	1.30%
Botellas y Frascos de vidrio	0.0%	4.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.5%	1.05%
Cartón	6.9%	5.6%	0.7%	0.8%	2.1%	1.8%	1.7%	2.81%
Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.00%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.06%
Cuero	0.0%	0.0%	0.0%	1.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.17%
Caucho	0.0%	0.0%	1.4%	0.6%	0.0%	0.3%	0.0%	0.33%
Infecciosos (jeringas, gases, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.03%
Maderas	0.0%	0.0%	0.7%	0.2%	0.0%	1.9%	0.0%	0.41%
Material de construcción- cerámicas (loza)	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	0.29%
Metales	1.7%	1.9%	0.0%	0.4%	0.0%	0.6%	0.0%	0.65%
Orgánicos (sobras de comida, rastros de jardín, excrementos de animales, cáscaras)	63.6%	57.7%	73.8 %	78.7 %	68.4 %	76.0 %	72.0 %	70.05%
Papel bond blanco	3.7%	0.3%	0.0%	0.3%	1.4%	0.4%	1.8%	1.12%
Papel de color	1.2%	0.2%	0.2%	0.5%	0.3%	0.0%	1.1%	0.50%
Papel periódico	0.0%	2.6%	0.0%	0.0%	1.6%	1.1%	0.8%	0.88%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)	3.6%	3.9%	4.8%	1.3%	3.7%	3.0%	3.6%	3.41%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)	0.0%	0.0%	1.0%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.24%
Pilas y baterías	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	1.6%	0.0%	0.36%
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	9.8%	7.4%	6.7%	3.2%	8.8%	1.3%	6.3%	6.23%
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	4.2%	4.0%	3.6%	2.7%	3.9%	1.9%	3.0%	3.34%
Tetrapak	0.0%	3.1%	0.0%	3.0%	1.6%	1.2%	0.0%	1.28%
Poliestireno	0.0%	2.1%	0.0%	0.0%	0.3%	0.3%	0.8%	0.52%
Textiles	1.3%	1.8%	0.0%	0.0%	1.0%	2.7%	0.0%	0.98%
Mascarillas	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.6%	0.0%	0.0%	0.21%
Toallas sanitarias y pañales	2.7%	2.5%	6.0%	2.3%	4.2%	3.7%	2.4%	3.40%
Otros	0.0%	0.0%	0.4%	1.2%	0.0%	0.0%	1.2%	0.40%

Fuente: (Cando, 2025)

Tabla 15

Resumen de componentes de los estratos B, C, D y promedio ponderado.

Componentes	Estrato B	Estrato C	Estrato D	Promedio Ponderado
Botellas de plástico	1.86%	1.24%	1.30%	1.67%
Botellas y Frascos de vidrio	1.56%	0.39%	1.05%	1.24%
Cartón	4.13%	2.46%	2.81%	3.64%
Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)	0.03%	0.21%	0.00%	0.07%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0.04%	0.18%	0.06%	0.08%
Cuero	0.45%	0.37%	0.17%	0.42%
Caucho	0.44%	0.33%	0.33%	0.41%
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0.17%	0.09%	0.03%	0.15%
Maderas	0.42%	0.60%	0.41%	0.47%
Material de construcción- cerámicas (loza	0.53%	1.00%	0.29%	0.64%
Metales	1.50%	1.01%	0.65%	1.33%
Orgánicos (sobras de comida, rastros de jardín, excrementos de animales, cáscaras	64.43%	69.42%	70.05%	65.97%
Papel bond blanco	1.01%	0.82%	1.12%	0.97%
Papel de color	0.65%	0.30%	0.50%	0.55%
Papel periódico	0.44%	0.47%	0.88%	0.46%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina	5.35%	3.82%	3.41%	4.87%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes	0.00%	0.30%	0.24%	0.09%
Pilas y baterías	0.13%	0.29%	0.36%	0.18%
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	6.66%	5.67%	6.23%	6.38%
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	3.47%	3.04%	3.34%	3.36%
Tetrapak	0.54%	1.34%	1.28%	0.78%
Poliestireno	1.08%	0.67%	0.52%	0.95%
Textiles	0.82%	0.61%	0.98%	0.78%
Mascarillas	0.30%	0.07%	0.21%	0.24%
Toallas sanitarias y pañales	3.59%	4.88%	3.40%	3.91%
Otros	0.40%	0.41%	0.40%	0.40%

Fuente: (Cando, 2025)

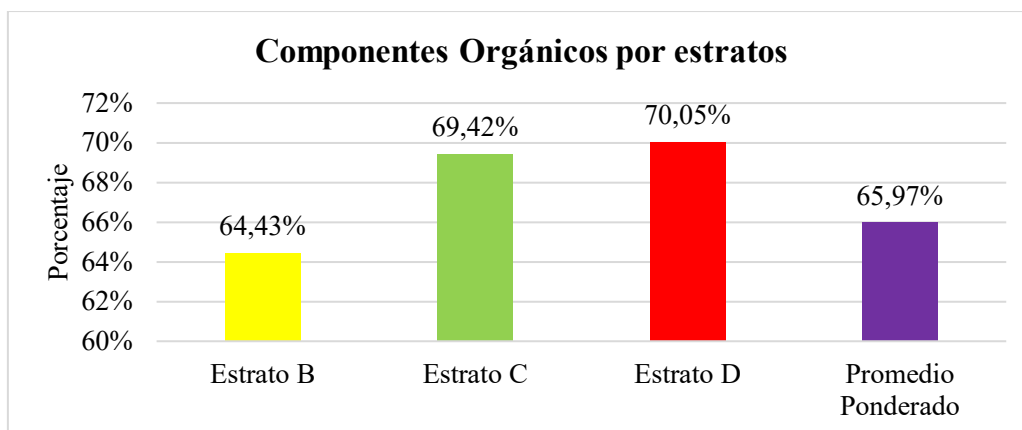


Figura 20. *Promedios orgánicos de los estratos y ponderado.*

Fuente: (Cando, 2025)

El menor porcentaje de materia orgánica corresponde al estrato B, esto puede atribuirse a los hábitos de consumo característicos de los hogares con mayor capacidad adquisitiva, quienes tienden a consumir más productos industrializados y procesados, lo que implicaría un incremento de los residuos inorgánicos. En contraste, los estratos C y D, con menor nivel socioeconómico y los cuales realizan actividades relacionadas al sector agropecuario, generan una mayor cantidad de residuos orgánicos, reflejando una dieta basada principalmente en alimentos frescos y productos de origen animal y con un consumo más limitado de productos empaquetados e industrializados. El porcentaje intermedio de componentes orgánicos observado en el estrato C sugiere la coexistencia de patrones de consumo propios tanto de estratos altos como bajos.

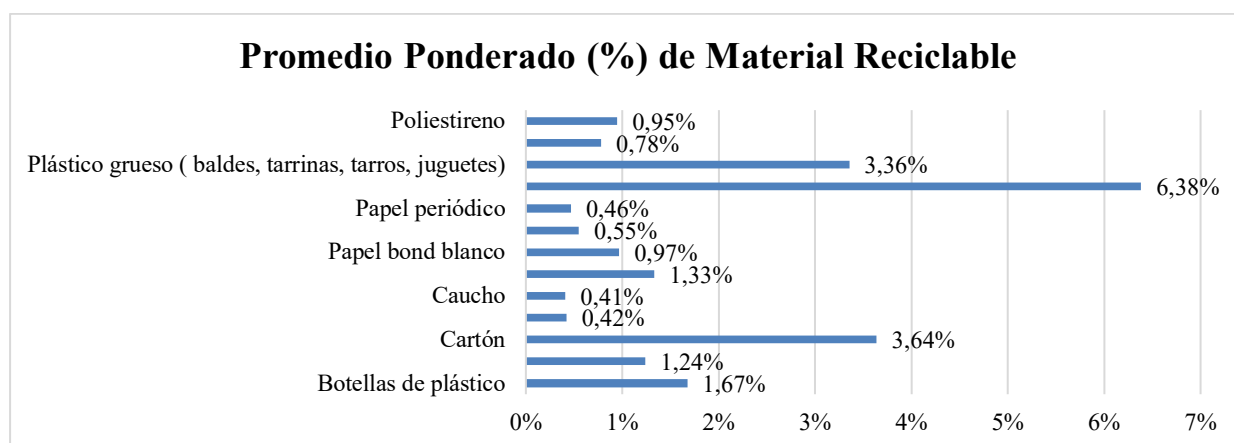


Figura 21. *Residuos sólidos reciclables.*

Fuente: (Cando, 2025)

En la **Figura 21** se presenta el análisis de los componentes físicos de los residuos sólidos urbanos, identificándose que el 22.16% corresponde a materiales reciclables. Los componentes

con mayor porcentaje son plástico fino (6.38%), cartón (3.64%) y plástico grueso (3.36%), mientras que el caucho (0.41%) y cuero (0.42%) presentan los porcentajes más bajos. Al tener una presencia significativa de plásticos, cartón y botellas plásticas evidencia el potencial de valorización mediante reciclaje. Sin embargo, en Villa la Unión no existe actualmente un sistema de reciclaje o separación en la fuente, lo que implica que todos los residuos son destinados al depósito final sin clasificación previa.

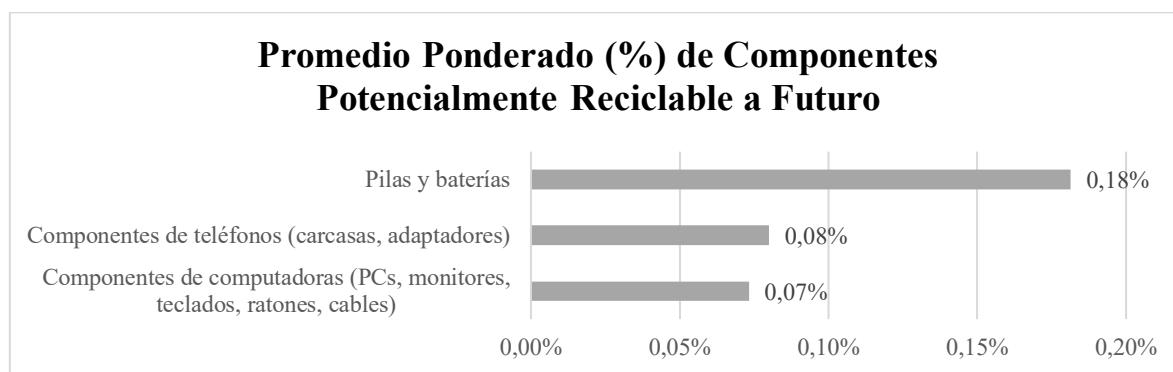


Figura 22. *Residuos sólidos potencialmente reciclables.*

Fuente: (Cando, 2025)

La **Figura 22** muestra que los componentes potencialmente reciclables a futuro, relacionados con aparatos eléctricos y electrónicos como pilas, baterías y componentes de computadora o teléfonos representan porcentajes muy bajos dentro de los residuos sólidos urbanos en Villa la Unión. Actualmente, no existe un sistema de recolección diferenciada ni centros de acopio especializados para residuos electrónicos en la localidad. Aunque su cantidad es mínima, estos residuos requieren una gestión diferenciada debido a su composición de materiales tóxicos y recuperables.

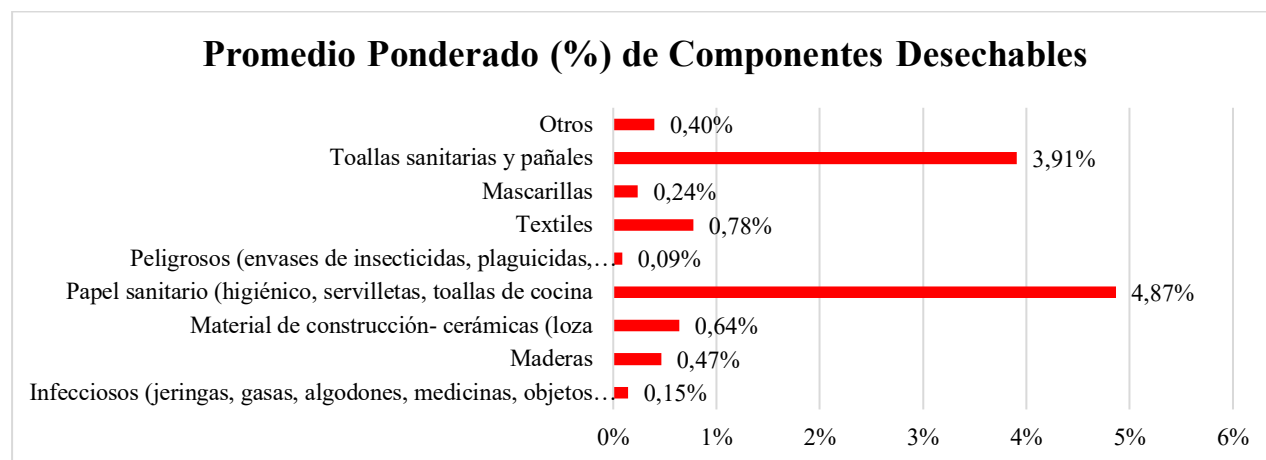


Figura 23. *Componentes de residuos sólidos desechables.*

Fuente: (Cando, 2025)

En la **Figura 23** observamos que los residuos desechables representan el 11.53% de total de los componentes. Dentro de esta categoría el papel sanitario constituye el 4.87% seguido de las toallas sanitarias (3.91%). Aunque los demás componentes presentan valores inferiores al 1% estos deben ser considerados para garantizar un manejo adecuado y una disposición final correcta, debido a su impacto sanitario y ambiental.

Tabla 16

Porcentaje de residuos orgánicos de 20 poblados del Ecuador.

POBLADOS	NUMERO DE HABITANTES	PORCENTAJE				PONDERADO
		A	B	C	D	
Penipe	1228	-	55.41%	67.17%	71.02%	68.04%
San Andrés	1500	-	52.26%	70.94%	66.35%	64.52%
Las Naves	1984	85.17%	75.06%	71.26%	75.84%	76.83%
Cevallos	2501	52.09%	56.91%	63.35%	74.23%	61.65%
Patate	2514	-	64.00%	63.72%	54.02%	63.47%
Yaruquies	2749	-	66.07%	74.18%	42.75%	66.80%
Villa La Unión	2785	-	64.43%	69.42%	70.05%	65.97%
Chambo	4639	-	66.89%	68.04%	79.87%	68.40%
Calpi	6223	-	56.22%	46.20%	60.79%	50.03%
Guamote	7000	48.98%	65.88%	69.11%	70.12%	63.52%
La Dolorosa De Priorato	9643	72.44%	75.92%	68.22%	73.16%	71.36%
Licán	11726	39.40%	37.24%	47.75%	52.46%	49.61%
Puerto Ayora	12696	-	51.75%	61.01%	56.65%	57.92%
Guano-La Matriz	13576	58.55%	62.04%	72.47%	68.66%	65.43%
Baños De Agua Santa	13619	67.98%	61.33%	56.40%	65.71%	62.86%
San Miguel	16751	40.30%	60.15%	49.07%	-	58.02%
Tena	23307	67.73%	70.24%	69.53%	78.52%	69.73%
Guaranda	25000	-	63.65%	65.36%	65.97%	64.99%
Macas	27084	43.08%	70.50%	71.83%	75.87%	70.42%
Otavallo	44536	48.50%	65.34%	70.34%	72.47%	66.88%

Fuente: (Cando, 2025)

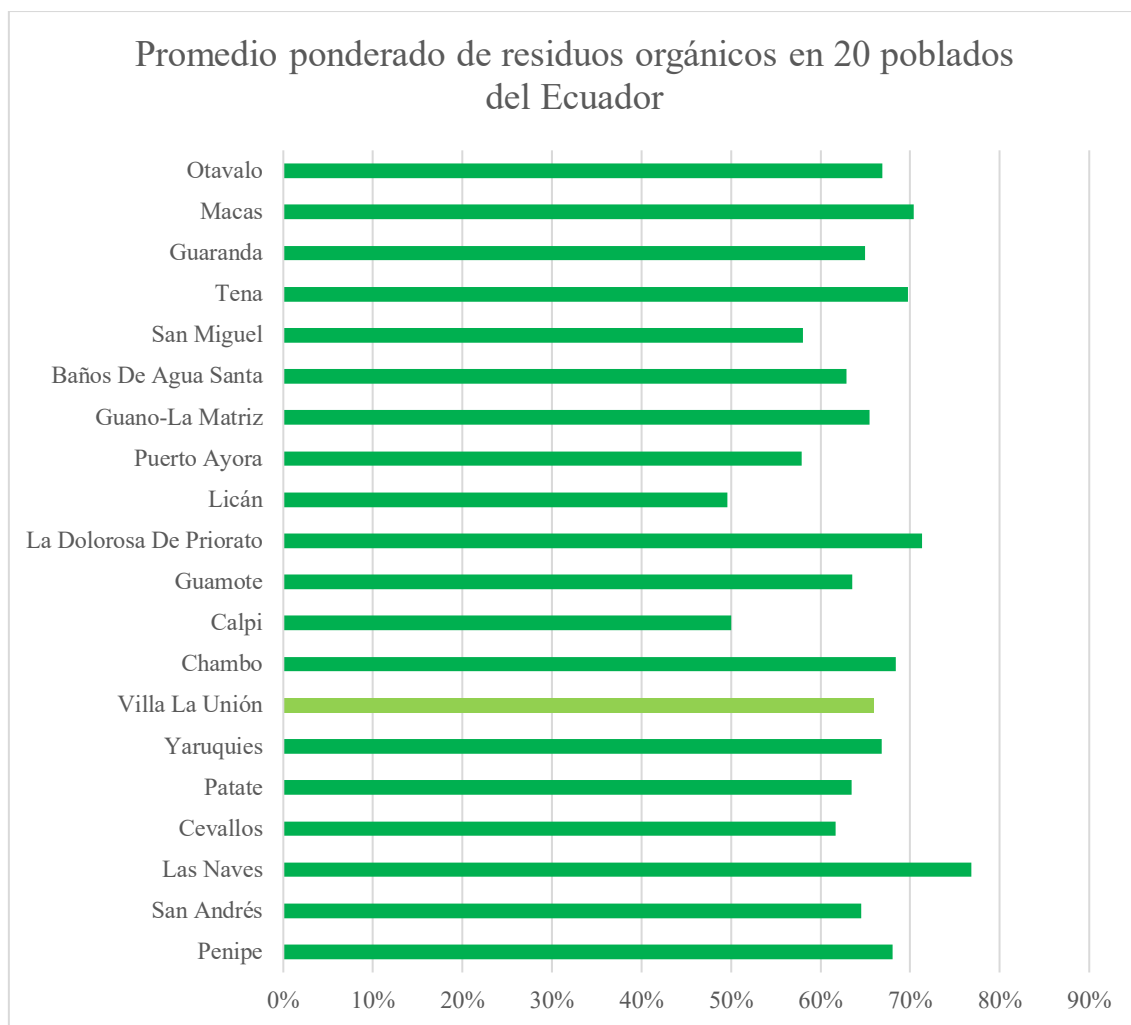


Figura 24. Porcentajes de residuos orgánicos en 20 poblados del Ecuador.

Fuente: (Cando, 2025)

Tipo de residuos Área urbana

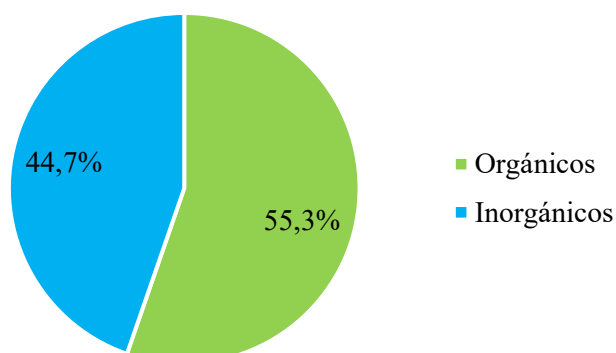


Figura 25. Tipo de residuos Área urbana.

Fuente: AME-INEC-BDE. Registro de Gestión de Residuos Sólidos, 2023

En la **Figura 24** y **Tabla 11** observamos que el porcentaje ponderado de residuos orgánicos en 20 poblados del Ecuador supera el 50% en los componentes de los residuos sólidos urbanos. Comparando estos datos con la estadística nacional del INEC (2023), donde la caracterización de residuos sólidos producidos en el área urbana y caracterizados por los GAD municipales registran un 55.3% de orgánicos y el 44.7% de inorgánicos, evidencia que existe una predominancia de los residuos orgánicos. Los resultados de los porcentajes varían entre el 49.61% (Calpi) y 76.83% (Las Naves), evidenciando que el componente orgánico es el más relevante en la generación de residuos sólidos urbanos a nivel nacional.

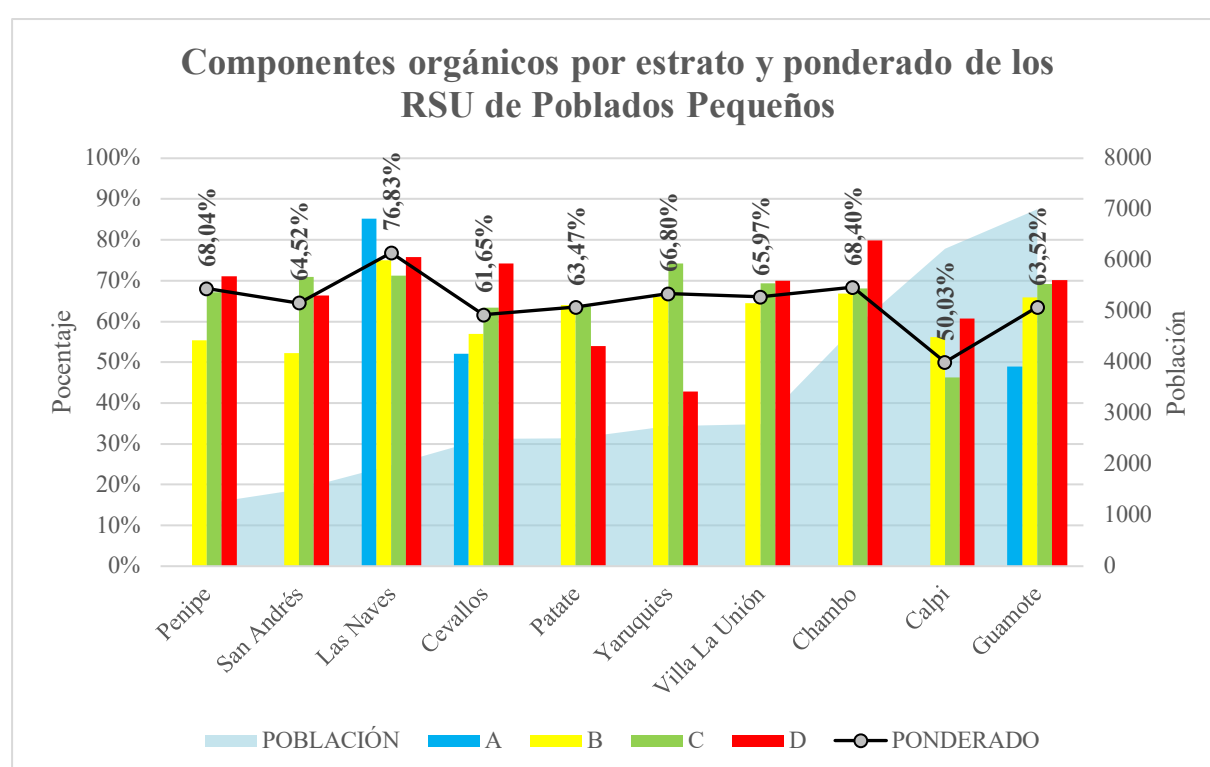


Figura 26. Residuos orgánicos por estratos en poblados pequeños.

Fuente: (Cando, 2025)

La **Figura 26** evidencia que los residuos orgánicos predominan en la composición de residuos sólidos generados en poblados pequeños del Ecuador. El componente orgánico ponderado supera el 61% en la mayoría de los poblados, siendo Las Naves el que registra la proporción más alta y Calpi la menor. Este elevado porcentaje de residuos orgánicos podría atribuirse a que las economías de estas localidades están fundamentalmente vinculadas a actividades agropecuarias.

Aunque el nivel socioeconómico de los hogares ejerce cierta influencia en la composición de los residuos sólidos, la proporción de los residuos orgánicos no varía sustancialmente entre estos, manteniéndose superior al 50%. Este patrón resulta evidente en poblados pequeños, donde las actividades productivas primarias constituyen el eje central de la economía territorial. Asimismo, la escala poblacional también interviene en este patrón, dado que los poblados de menor tamaño demográfico carecen de economías diversificadas con sectores comerciales e industriales desarrollados que generan mayor proporción de residuos inorgánicos.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

A través de la caracterización urbanística de la parroquia Villa la Unión del cantón Colta, se evidenció que, dentro de las 65 manzanas que definen el límite urbano, 43 manzanas (66.15%) estaban destinadas a uso residencial y mixto. Estas manzanas se clasificaron en tres estratos socioeconómicos. El estrato B predomina con el 69.77% de representación, seguido por el estrato C con 25.58% y el estrato D con 4.65%. La caracterización socioeconómica reveló que el número promedio de integrantes por hogar varía inversamente con el nivel socioeconómico, mientras el estrato B presenta 3.5 habitantes por vivienda, el estrato D registra 4.75.

El análisis revela una densidad moderada de residuos de 168.51 kg/m³, debido principalmente al alto contenido de materia orgánica. El estrato B presentó la densidad más baja, con 158,68 kg/m³, atribuida a materiales ligeros como plásticos, cartón y derivados de productos industrializados. Los estratos C y D mostraron densidades más altas, relacionadas con una mayor proporción de residuos orgánicos.

La composición física de los residuos identificó que la materia orgánica como el componente mayoritario con 65.97%. Los materiales reciclables representan el 22.16% del total, siendo el plástico fino (6.38%), cartón (3.64%) y plástico grueso (3.36%) los más representativos. Adicionalmente se identificó un 0.76% de residuos potencialmente reciclables en el futuro y un 11.53% de residuos desechables.

Los patrones de generación de residuos indican que el mayor volumen de residuos se produce el día lunes. En la parroquia Villa la Unión, la producción per cápita de residuos sólidos urbanos es de 0,47 kg/hab/día, con un coeficiente de máxima producción diaria de 3,68.

En comparación con otras localidades ecuatorianas de tamaño similar, los indicadores de PPC y densidad de Villa la Unión son comparables, lo que valida la representatividad de los hallazgos. Sin embargo, la falta de separación en la fuente, reciclaje o aprovechamiento de residuos orgánicos evidencia un sistema de gestión integral deficiente, que conduce a la disposición final de los residuos sin ningún tipo de diferenciación.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda al GADM Colta implementar un programa de separación de residuos en la fuente mediante campañas educativas continuas dirigidas a instituciones educativas, organizaciones barriales y comercios locales, con el objetivo de sensibilizar a la población sobre la importancia de clasificar adecuadamente los residuos desde su origen. Dado el elevado porcentaje de residuos orgánicos se sugiere promover el aprovechamiento mediante técnicas de compostaje domiciliario y lombricultura. El GADM Colta debería facilitar la formación técnica periódica y ofrecer incentivos (como la reducción de las tasas de recolección o entrega de materiales) a los hogares que adopten prácticas sustentables. Además, debería evaluarse la viabilidad de crear centros comunitarios de compostaje

Dado el potencial de valorización identificado (22.16% de materiales reciclables), se recomienda establecer alianzas estrategias con los recicladores informales existentes o con empresas especializadas en reciclaje. Esto debería implicar la creación de un sistema formal de recogida selectiva, incluyendo centros de acopios temporales. Esta iniciativa debería estar respaldada por ordenanzas municipales que ofrezcan incentivos económicos a los hogares y empresas que participen activamente en la separación y entrega de materiales reciclables. Además, es fundamental aplicar protocolos específicos para la gestión de residuos especiales (pilas, baterías, componentes electrónicos) mediante campañas de recolección diferenciada, minimizando los riesgos ambientales y para la salud asociados a una eliminación inadecuada.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] «Instituto Nacional de Estadísticas y Censos». Accedido: 24 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- [2] SIISE, «Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador», 2013.
- [3] Otwa SA, «ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE DESECHOS SÓLIDOS DE LA MANCOMUNIDAD DE ALAUSÍ, COLTA Y GUAMOTE PROVINCIA DE CHIMBORAZO», sep. 2013.
- [4] GADM del cantón Colta, «PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL MUNICIPAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS Y DESECHOS SANITARIOS DEL CANTÓN COLTA», dic. 2024.
- [5] Soliz María, «Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales N», vol. 17, marzo de 2015. [En línea]. Disponible en: www.flacsoandes.edu.ec/revistas/
- [6] A. Arellano, A. Vinicio, y G. Montoya, «TÉCNICAS DE MUESTREO Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA POBLACIONES MENORES QUE 150.000 HABITANTES», 2013, doi: 10.13140/RG.2.2.24013.67049.
- [7] Galvis Jose, «Residuos sólidos: problemas, conceptos básicos y algunas estrategias de solución», pp. 7-28, nov. 2016.
- [8] A. Abel Francisco y Y. Rodríguez, «Caracterización residuos sólidos domiciliarios en Santo Domingo Oeste, República Dominicana, (I)», *Cienc Soc*, vol. 35, n.º 4, pp. 566-587, dic. 2010, doi: 10.22206/cys.2010.v35i4.pp566-587.
- [9] S. Kaza, L. Yao, P. Bhada-Tata, y F. Van Woerden, *What a Waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. 2018. Accedido: 30 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.ccacoalition.org/es/resources/what-waste-20-global-snapshot-solid-waste-management-2050>
- [10] EPA, «NSCEP | US EPA». Accedido: 30 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.epa.gov>
- [11] K. Kawai y T. Tasaki, «Revisiting estimates of municipal solid waste generation per capita and their reliability», *Journal of Material Cycles and Waste Management* 2015 18:1, vol. 18, n.º 1, pp. 1-13, feb. 2015, doi: 10.1007/S10163-015-0355-1.

- [12] S. Ojeda, G. Lozano, M. Quintero, K. Whitty, y C. Smith, «Generación de residuos sólidos domiciliarios por periodo estacional: el caso de una ciudad mexicana.», en *I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos*, REDISA, Ed., Mexico, jul. 2008.
- [13] «INEC». Accedido: 29 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/gad-municipales/>
- [14] GAD Provincial de Chimborazo, *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. 2020.
- [15] A. Arellano, A. Congacha, Lady Espinoza, C. Izurieta, y G. Zuñiga, *Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable del agua potable y de los desechos sólidos en Ecuador*, Primera. Editorial Unach, 2024. doi: 10.37135/u.editorial.05.0000.

Anexo 1. Ficha caracterización urbanística.

FECHA:				MANZANA																					
S E C T O R	MUNICIPIO	LADOS	# DE CASAS	CANTIDAD DE EDIFICACIONES DE USO:										VIVIENDAS (#)				CALIDAD			SERVICIOS QUE DISPONE				
				RESIDENCIAL	COMERCIO	MIXTA	MERCADO	EDUCACION	GESTION PUBLICA	PARKING	SIN LEO	RELEVAS	BARRIO	1 RISOS	2 RISOS	3 RISOS	40+ RISOS	FACHADAS (CALIFICAR DEL 1 AL 5)	CALZADA (MARQUE CON UNA X)			1)AGUA POTABLE	4)SANEAMIENTO PUBLICO		
																			ASFIADO	PIEDRA	TIERRA	2)LUZ ELECTRICA	3)SEGURIDAD PRIVADA		
																			MARQUE LOS SERVICIOS OBSERVADOS						
		1																		1	2	3	4	5	
		2																		1	2	3	4	5	
		3																		1	2	3	4	5	
		4																		1	2	3	4	5	
		1																		1	2	3	4	5	
		2																		1	2	3	4	5	
		3																		1	2	3	4	5	
		4																		1	2	3	4	5	
		1																		1	2	3	4	5	
		2																		1	2	3	4	5	
		3																		1	2	3	4	5	
		4																		1	2	3	4	5	

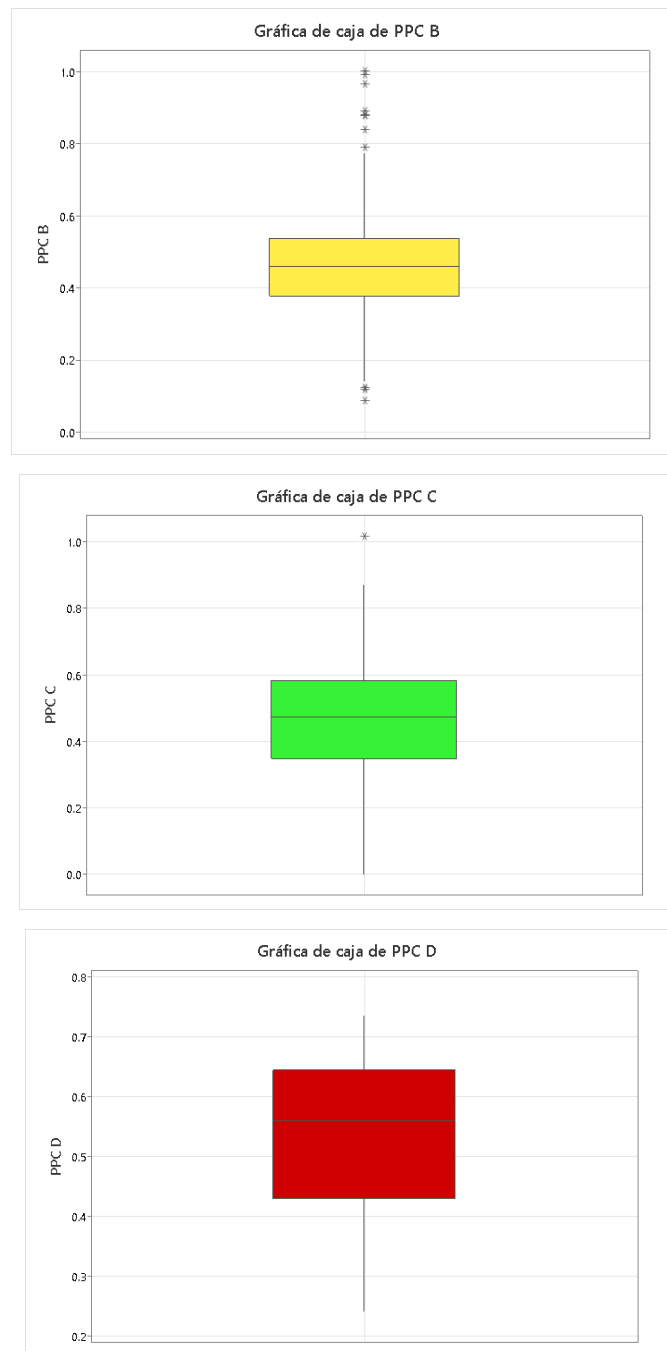
Fuente: *(Arrellano et al., 2024)*

Anexo 2. Ficha caracterización socioeconómica.

ENCUESTA N°		FECHA:		SECTOR INEC:		MANZANA:		CASA CODIGO:					
DIRECCION:		ES UD LA CABEZA DEL HOGAR ☐ SI ☐ NO											
NOMBRE DEL ENCUESTADO:													
INFORMACION SOCIOECONOMICA													
1.- N° DE PERSONAS QUE HABITAN EN EL HOGAR:		2.- N° DE PERSONAS QUE DUERMEN GENERALMENTE EN EL HOGAR		3.- EN QUE TRABAJA USTED 1) JUBILADO ☐ 2) COMERCIANTE ☐ 3) TRANSPORTISTA ☐ 4) AGRICULTOR ☐ 5) GANADERO ☐ 6) ENSEÑANZA ☐ 7) GERENTE O DIRECTOR ☐ 8) TRABAJADOR DE SERVICIOS ☐ 9) PROFESIONAL Y/O TECNICO ☐ 10) MANUFACTURA ☐ 11) EMPLEADO DE OFICINA ☐ 12) TRABAJADOR CALIFICADO ☐ 13) OPERARIO U OPERADOR DE MAQUINARIAS ☐ 14) ESTUDIANTE ☐ 15) OTRO ☐			4.- N° DE PERSONAS QUE APORTAN ECONOMICAMENTE EN EL HOGAR		5.- A CUÁNTAS PERSONAS MANTIENE		6.- 6.1) CUÁNTAS PERSONAS COMEN EN EL HOGAR ☐ 6.2) CUÁNTAS PERSONAS COMEN FUERA DEL HOGAR ☐ FRECUENTEMENTE OCASIONALMENTE RARA VEZ ☐		
13.- TIENEN VEHICULOS EN EL HOGAR 1) SI ☐ 2) NO ☐ CUANTO ☐ USO PERSONAL ☐ DE TRABAJO ☐		12.- LA VIVIENDA ES 1) PROPIA ☐ 2) ARRENDADA ☐ 3) PRESTADA ☐ 4) HEREDADA ☐ VENTA DE COMIDAS Y BEBIDAS ☐ TIENDA DE ABASTOS ☐ SUPERMERCADO ☐ ROPA ☐ PELLUQUERIA ☐ MECANICA ☐ OFICINA ☐ FARMACIA ☐ LICORERIA ☐ HOSPEDAJE ☐ PAPELERIA ☐		11.- LA VIVIENDA QUE UD HABITA LA UTILIZA COMO - COMERCIAL ☐ - EDUCATIVA ☐ - RESIDENCIAL ☐ CASA ☐ DEPARTAMENTO ☐ CUARTO ☐		10.- N° DE DORMITORIOS DE LA VIVIENDA ☐		9.- N° DE PISOS QUE OCUPA EN LA VIVIENDA ☐		8.- CUÁLES - PERRO ☐ - GATO ☐ - CHANCHE ☐ - BURRO ☐ - CONEJO ☐ - CUY ☐ - JOVEJA ☐ - AVES ☐ - OTRO ☐		7.- TIENE ANIMALES CUANTOS ☐ SI ☐ NO ☐	
14.- SERVICIOS QUE DISPONE 1) AGUA POTABLE ☐ 2) LUZ ELÉCTRICA ☐ 3) T.E.L.F. CONVENCION ☐ 4) ALCANTARILLADO ☐				15.- CUÁLES DE LOS SIGUIENTES GASTOS SON MAS IMPORTANTES EN SU HOGAR (ENUMERE EN EL ORDEN DE IMPORTANCIA) 5) ALUMBRADO PÚBLICO ☐ 6) RECOLECCIÓN DE BASURA ☐ 7) T.E.L.F. CELULAR ☐ 8) INTERNET ☐ 9) TV PAGADA ☐ 10) EMPLEADA DOMÉSTICA ☐ 11) SEGURIDAD PRIVADA ☐ 12) OTRO ☐				16.- TIENE JARDIN SI ☐ NO ☐					
OBSERVACIONES DE CAMPO													
SIMBOLOGIA		TIPO DE VIVIENDA (INEC)		ESTADO DE LA FACHADA CATEGORIA		ACERA		CALLE					
CALIDAD EN ÓPTIMAS CONDICIONES A EN BUENAS CONDICIONES B EN MALAS CONDICIONES C		1. MEDIAGUA ☐ 2. RANCHO ☐ 3. COVACHA ☐ 4. CHOZA ☐		A ☐ B ☐ C ☐ *Se refiere al estado de elementos como: pintura exterior, ventanas, puertas, cubierta, cerramiento.		TIPO ☐ BALDOSA ☐ ENCIMENTAL ☐ TIERRA ☐ NO EXISTE ☐		CATEGORIA A ☐ B ☐ C ☐					
						TIPO ☐ ASFALTADA ☐ ADOQUINADA ☐ LASTRADA ☐ TIERRA AFIRMA ☐ EMPEDRADA ☐		CATEGORIA A ☐ B ☐ C ☐					
NOMBRE DEL ENCUESTADO:		FIRMA:											

Fuente: *(Arrellano et al., 2024)*

Anexo 3. Diagrama de Cajas y Bigotes valores atípicos.



Fuente: (Cando, 2025)

Anexo 4. Ficha caracterización socioeconómica.



Fotografía 1: Caracterización Urbanística



Fotografía 2: Caracterización Socioeconómica



Fotografía 3: Recolección de muestras



Fotografía 4: Pesaje de las muestras



Fotografía 5: Homogenización de RSU



Fotografía 6: Cuarteo de cada estrato



Fotografía 7: Técnica determinación de Densidades



Fotografía 8: Homogenización de RSU