

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**



**FACULTAD INGENIERÍA**

**CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL.

TRABAJO DE TITULACIÓN

**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE OTAVALO**

**Autores:**

Cárdenas Averos Reny Jesús

Patiño Robles Carlos Alberto

**Tutor:**

Ing. Alfonso Arellano Barriga Mgs.

**Riobamba-Ecuador.**

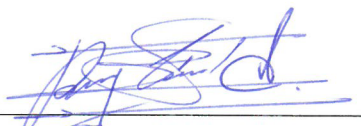
**Año 2022**

## DERECHOS DE AUTORÍA

Nosotros, **Reny Jesús Cárdenas Averos** con cédula de ciudadanía **025030027-4** y **Carlos Alberto Patiño Robles** con cédula de ciudadanía **210060581-1**, autores del trabajo de investigación titulado: “**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE OTAVALO**”, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de nuestra 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, 05 de mayo de 2022.



**Reny Jesús Cárdenas Averos**

C.I: 025030027-4



**Carlos Alberto Patiño Robles**

C.I: 210060581-1

## 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 OTAVALO**”, presentado por **Reny Jesús Cárdenas Averos** con cédula de ciudadanía **025030027-4** y **Carlos Alberto Patiño Robles** con cédula de ciudadanía **210060581-1**, bajo la tutoría de Mgs. Alfonso Patricio Arellano Barriga; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

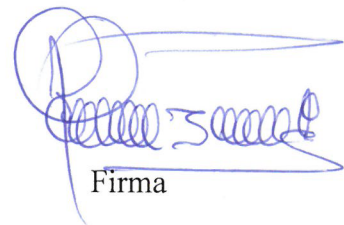
De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 05 de mayo de 2022.

Presidente del Tribunal de Grado  
PhD. Oscar Alfredo Cevallos Velasquez



Firma

Mgs. Marco Javier Palacios Carvajal  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Mgs. María Gabriela Zúñiga Rodríguez  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

## DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL;

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **“CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE OTAVALO”**, presentado por **Reny Jesús Cárdenas Averos** con cédula de ciudadanía **025030027-4** y **Carlos Alberto Patiño Robles** con cédula de ciudadanía **210060581-1**, certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 05 de mayo de 2022.

Mgs. Marco Javier Palacios Carvajal  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firmado electrónicamente por:  
**MARCO JAVIER  
PALACIOS  
CARVAJAL**

Firma

Mgs. María Gabriela Zúñiga Rodríguez  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firmado electrónicamente por:  
**MARIA GABRIELA  
ZUÑIGA  
RODRIGUEZ**

Firma

Mgs. Alfonso Patricio Arellano Barriga  
TUTOR



Firmado electrónicamente por:  
**ALFONSO PATRICIO  
ARELLANO BARRIGA**

Firma



# CERTIFICACIÓN

Que, **CÁRDENAS AVEROS RENY JESÚS** con **CC: 0250300274** y **PATIÑO ROBLES CARLOS ALBERTO** con **CC: 2100605811**, estudiantes de la Carrera **INGENIERÍA CIVIL, NO VIGENTE**, Facultad de **INGENIERÍA**; han trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE OTAVALO**", cumple con el **2 %**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **OURIGINAL (URKUND)**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 08 de marzo de 2022



Firmado electrónicamente por:  
**ALFONSO PATRICIO  
ARELLANO BARRIGA**

---

Mgs. Alfonso Patricio Arellano Barriga  
**TUTOR**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional De Chimborazo, facultad de ingeniería, carrera de ingeniería civil por habernos brindado la formación académica y moral.

De manera especial a nuestro tutor, el Ing. Alfonso Arellano por su colaboración, paciencia, conocimiento, experiencia y recomendaciones durante el desarrollo de esta investigación.

Al GADM de la ciudad de Otavalo, al departamento de gestión ambiental por su colaboración incondicional en el desarrollo de la investigación.

A los distintos colaboradores que ayudaron para alcanzar los objetivos de la investigación.

## **DEDICATORIA**

A mi madre, suegros y hermanos por haberme apoyado incondicionalmente durante esta etapa de mi vida.

A mi esposa Daniela e hija Margarita por ser parte de este logro.

A mis amig@s Belén y Joel por su amistad, a más de estar en momentos importantes durante mi formación profesional.

*Carlos Alberto Patiño Robles*

A mi madre Marcia, a mis hermanos Rosa y David y a mi querida sobrina Danna por haberme apoyado incondicionalmente durante esta etapa y muchas más.

A mis amig@s Belén y Cristian por su amistad, a más de estar en momentos importantes durante mi formación profesional.

*Reny Jesús Cárdenas Averos*

## INDICE GENERAL

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	13
Antecedentes.....	13
Planteamiento del problema. ....	15
Objetivos.....	15
General.....	15
Específicos.....	15
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	16
Conceptos generales. ....	16
Concepto de residuos sólidos. ....	16
Concepto de desecho (Basura). ....	16
Concepto de caracterización de residuos sólidos. ....	16
Concepto de producción Per Cápita de residuos sólidos.....	16
Concepto de composición física de residuos sólidos.....	16
Concepto densidad de residuos sólidos. ....	16
Estado del arte. ....	17
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	19
Tipo de investigación.....	19
Métodos y técnicas de recolección de datos. ....	19
Población de estudio y tamaño de muestra.....	20
Población ....	20
Muestra ....	20
Procesamiento y análisis de datos. ....	21
Procesamiento y análisis de datos para la caracterización urbanística y socioeconómica. .....	21
Procesamiento y análisis de datos para la PPC de RSU. ....	21
Procesamiento y análisis de datos para determinar los componentes de RS.....	22
Procesamiento y análisis de datos para determinar la densidad suelta. ....	22
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
Caracterización urbanística de la ciudad de Otavalo.....	23
Caracterización socioeconómica de la ciudad de Otavalo.....	25



Producción Per Cápita de residuos sólidos urbanos residenciales de la ciudad de Otavalo..	27
Composición física de RSU residenciales de la ciudad de Otavalo. ....	38
Densidad suelta de RSU residenciales de la ciudad de Otavalo.....	49
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	51
Conclusiones.....	51
Recomendaciones. ....	52
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA. ....	53
CAPÍTULO VII. ANEXOS.....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Resumen de resultados sobre caracterización de RSU obtenidos en varias ciudades .....	18
<b>Tabla 2:</b> Resumen de estratificación urbanística .....	23
<b>Tabla 3:</b> Número de encuestas realizadas a cada estrato socioeconómico.....	25
<b>Tabla 4:</b> Peso diario y Producción Per Cápita de RSU del estrato A.....	27
<b>Tabla 5:</b> Peso diario y Producción Per Cápita de RSU del estrato B .....	27
<b>Tabla 6:</b> Peso diario y Producción Per Cápita de RSU del estrato C. ....	30
<b>Tabla 7:</b> Peso diario y Producción Per Cápita de RSU del estrato D. ....	32
<b>Tabla 8 :</b> Composición física de los RSU del estrato A .....	38
<b>Tabla 9:</b> Composición física de los RSU del estrato B .....	40
<b>Tabla 10:</b> Composición física de los RSU del estrato C .....	41
<b>Tabla 11:</b> Composición física de los RSU del estrato D .....	42
<b>Tabla 12:</b> Resúmen de componentes de cada estrato y promedio ponderado total .....	44
<b>Tabla 13:</b> Densidades diarias durante los 7 días de muestreo .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Ubicación geográfica de la ciudad de Otavalo .....	13
<b>Figura 2:</b> Esquema Metodológico .....	19
<b>Figura 3:</b> Porcentaje de manzanas estratificadas.....	23
<b>Figura 4:</b> Comparación de la caracterización urbanística de Otavalo y otras ciudades .....	24
<b>Figura 5:</b> Comparación entre los estratos Socioeconómicos (A, B, C, D), considerando sus promedios de Habitantes .....	26
<b>Figura 6:</b> Pesos diarios de RSU recolectados por 7 días a las viviendas del estrato A .....	33
<b>Figura 7:</b> Pesos diarios de RSU recolectados por 7 días a las viviendas del estrato B .....	34
<b>Figura 8:</b> Pesos diarios de RSU recolectados por 7 días a las viviendas del estrato C .....	35
<b>Figura 9:</b> Pesos diarios de RSU recolectados por 7 días a las viviendas del estrato D .....	35
<b>Figura 10:</b> Peso de RSU diarios de todas las viviendas .....	36
<b>Figura 11:</b> PPC promedio de los estratos (A, B, C y D) y promedio ponderado de la ciudad	37
<b>Figura 12:</b> Porcentaje promedio de cada estrato y ponderado del componente orgánico. ....	45
<b>Figura 13:</b> Residuos potencialmente reciclables .....	46
<b>Figura 14:</b> Residuos potencialmente reciclables a futuro.....	47
<b>Figura 15:</b> Porcentaje promedio de cada estrato y ponderado del componente “Mascarillas” .....	48
<b>Figura 16:</b> Residuos desechables.....	49
<b>Figura 17:</b> Densidad suelta promedio y ponderada (Kg/m3).....	50

## RESUMEN

En esta investigación se caracterizaron los residuos sólidos urbanos residenciales de la ciudad de Otavalo, empleando el método de Arellano et al. (2012), para la caracterización urbanística y socioeconómica. El método de Arellano & Cabezas (2014), para determinar la muestra representativa. Las técnicas de Arellano et al. (2013), para cuantificar Producción Per Cápita (PPC), cuarteo y homogenización, componentes y densidad.

Se encontró 4 estratos socioeconómicos en la zona urbana de Otavalo distribuidos en 703 manzanas con uso de suelo residencial. El estrato con mayor ingreso económico "A" representa el 3.41%, le sigue "B" con 57.18%, "C" con 32.29% y "D" con 7.11%. El muestreo estratificado aleatorio fue empleado a 133 viviendas durante 7 días consecutivos para cuantificar la PPC, componentes físicos y densidad suelta de los residuos sólidos (RS).

El promedio de la PPC para el estrato socioeconómico "A" es de 0.51 kg/hab/día, para "B" de 0.67 kg/hab/día, para "C" de 0.56 kg/hab/día y finalmente para "D" de 0.67 kg/hab/día. Obteniéndose una PPC ponderada de 0.63 kg/hab/día para la zona urbana de Otavalo.

El componente "Orgánico" representa el 66.88% de los RSU, los componentes potencialmente reciclables como por ejemplo Metales, Cartón, botellas plásticas, etc. representan el 17.65%, el componente eventual "Mascarillas" representa el 1.26% y los desechos 14.20%.

La densidad suelta ponderada de RS se estimó en 187.09 Kg/m<sup>3</sup>. Donde el estrato "A" tiene 124.95 Kg/m<sup>3</sup>, el estrato "B" tiene 183.88 Kg/m<sup>3</sup>, el estrato "C" tiene 189.95 Kg/m<sup>3</sup> y el estrato "D" tiene 234.00 Kg/m<sup>3</sup>.

**Palabras clave:** Residuos sólidos, Producción Per Cápita, Composición física, Densidad suelta

## ABSTRACT

In this research, the residential urban solid waste in Otavalo city was characterized, using Arellano's method et al. (2012), for the urban and socioeconomic characterization. The method of Arellano & Cabezas (2014), to determine the representative sample. The techniques of Arellano et al. (2013), to quantify Per Capita Production (PCP), quartering and homogenization, components, and density.

Four socioeconomic strata were found in the urban area in Otavalo distributed in 703 blocks with residential land use. The stratum with the highest economic income "A" represents 3.41%, followed by "B" with 57.18%, "C" with 32.29% and "D" with 7.11%. Stratified random sampling was employed at 133 households for 7 consecutive days to quantify the PCP, physical components and loose density of solid waste (SW).

The average PCP for socioeconomic stratum "A" is 0.51 kg/person/day, for "B" it is 0.67 kg/person/day, for "C" it is 0.56 kg/person/day and finally for "D" of 0.67 kg/person/day. Obtaining a weighted PCP of 0.63 kg/person/day for the urban area of Otavalo.

The "Organic" component represents 66.88% of (USW), potentially recyclable components such as Metals, Cardboard, plastic bottles, etc. represent 17.65%, the eventual "Masks" component represents 1.26% and waste represents 14.20%.

The weighted loose density of SW was estimated at 187.09 Kg/m<sup>3</sup>. Where stratum "A" has 124.95 Kg/m<sup>3</sup>, stratum "B" has 183.88 Kg/m<sup>3</sup>, stratum "C" has 189.95 Kg/m<sup>3</sup> and stratum "D" has 234.00 Kg/m<sup>3</sup>.

**Keywords:** Solid waste, Per Capita Production, Physical Composition, Loose Density



Firmado electrónicamente por:  
**SILVIA  
LICETT RAMOS**

Reviewed by Lic. Licett Ramos I., Mgs.

**ENGLISH PROFESSOR**

C.C 0603066960

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### Antecedentes.

La Ciudad de Otavalo está ubicada en la provincia de Imbabura en la región sierra al norte de Ecuador con coordenadas UTM (804605.8;25297.4). Limita al norte con Antonio Ante (Atuntaqui) y Cotacachi, al sur con Cayambe, al este con Ibarra, y al oeste con Cotacachi como se muestra en la **Figura 1**.

#### **Figura 1:**

Ubicación geográfica de la ciudad de Otavalo



**Fuente:** (ECURED, 2022)

Según GADMO (2018), la población es de aproximadamente 110,461 habitantes con 44,536 habitantes en el sector urbano. La economía otavaleña consta de la producción y comercio textil, venta de artesanías y turismo. Los servicios básicos que dispone la zona urbana son: Agua potable las 24 horas del día, luz eléctrica, alcantarillado, recolección de basura, internet.

El manejo de residuos sólidos urbanos cuenta con un programa de clasificación domiciliaria desde 2004 tanto de desechos orgánicos como inorgánicos. El 27 de mayo del 2019 el departamento de gestión ambiental brindó una capacitación puerta a puerta sobre este sistema de clasificación, con la finalidad de que los orgánicos sean aprovechados como abono en parques y jardines, y parte de los inorgánicos puedan ser reciclados. Otavalo también contó con un programa piloto de nueve meses de clasificación en contenedores, sin embargo, falló por la poca colaboración de la ciudadanía (GADMO, 2020).

En la actualidad el manejo de residuos sólidos de la ciudad cuenta con un sistema de recolección a pie de vereda para residuos orgánicos los días (lunes y viernes en horario de 16:00 – 22:00) y para inorgánicos (martes, jueves y sábado en horario de 16:00 – 22:00). La recolección se distribuye en 6 rutas, la ruta 1 tiene una distancia de 19.9 Km, la ruta 2 tiene una distancia de 20.98 Km, la ruta 3 tiene una distancia de 21.5 km, la ruta 4 tiene una distancia de 29.29 Km, la ruta 5 tiene una distancia de 23.28 Km y la ruta 6 tiene una distancia de 32.38 Km.

Para cubrir las rutas de recolección urbanas, el departamento de gestión ambiental cuenta con 3 camiones recolectores de carga trasera con mecanismo de compactación. Cada camión tiene una capacidad de 20 yardas cúbicas (15.29 m<sup>3</sup>). De acuerdo con Galarza (2019), la disposición final de los residuos sólidos urbanos se lo realiza por medio del relleno sanitario ubicado en la comunidad rural “Karabuella” aproximadamente a 5 Km de la zona urbana, posee un área de 21 ha, distribuido en un 70% para residuos inorgánicos y 20% para orgánicos.

La empresa UNACEM Ecuador por medio de un convenio con los GADS y prefectura de Imbabura pretenden usar aproximadamente el 30% de los residuos urbanos de Otavalo, Ibarra, Cotacachi y Antonio Ande como combustible en la elaboración de cemento y de esta manera aprovechar los residuos producidos en estos cantones e incrementar la vida útil de los rellenos sanitarios (Rosales J. , 2021).

En América latina y el Caribe, la gestión de residuos sólidos urbanos funciona como información previa e importante para otras acciones municipales de recolección y disposición final. Datos como la población, composición física, producción por habitante y densidad permiten la planificación de rutas de recolección y diseñar un relleno sanitario óptimo en capacidad y vida útil (Saéz & Urdaneta, 2014).

Según el Banco mundial en el año 2025 estima que la producción per cápita de residuos sólidos urbanos (RSU) alcanzará alrededor de 1.45 Kg/ persona/día, pasando de 130 millones de toneladas registradas en 2012 a 220 millones de toneladas. Para el caso de Ecuador se proyecta para el año 2025 una producción aproximada de 1.5 Kg/ persona/día con 18.04 toneladas /día (Hoornewerg & Bhada, 2012).

En el Ecuador según estadísticas correspondientes a gobiernos autónomos descentralizados municipales (GADM) en el año 2019 se tiene una producción de 0.84 Kg/ persona /día, registrándose una disminución en comparación a años anteriores de 0.02 Kg/ persona /día para 2017 y 2018 (INEC, 2020).

El presente proyecto de investigación se enfocará en la caracterización de los residuos sólidos urbanos del sector residencial de la Ciudad de Otavalo. Con una población menor a 150 000 habitantes. Por lo tanto, los volúmenes de producción y características de los residuos sólidos serán estimados en los diferentes estratos socioeconómicos de la ciudad. Proceso que dura 8 días consecutivos, se recolecta los residuos producidos de la muestra correspondiente a la ciudad de estudio, y la producción per cápita (PPC) es la relación entre la cantidad recolectada

y el número de habitantes. El estudio estará basado en la “Técnica de muestreo y caracterización de residuos sólidos para poblaciones menores a 150 000 habitantes” y el “Método de caracterización urbanística y caracterización socioeconómica” (Arellano et al., 2013).

### **Planteamiento del problema.**

Según Galarza (2019), la última caracterización del GADM de Otavalo fue en el año 2016, siendo necesaria su actualización porque el INEC (2020) pide que los GADM deben actualizar la Producción Per Cápita (PPC) cada cinco años como máximo y de preferencia anualmente, considerando los diferentes niveles socioeconómicos de la población. Esto es una recomendación de la OPS (Organización panamericana de la salud). Además, la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME) recomienda que la caracterización de residuos Sólidos Urbanos (RSU) sea cada 2 años.

Se desconoce el estado socioeconómico de la población otavaleña, el cual es un dato importante para estratificarla, ya que cada nivel económico genera RSU diferentes.

La clasificación o separación en la fuente se ha fomentado solamente en residuos sólidos orgánicos e inorgánicos y no considera una clasificación más amplia para aprovechar los residuos como plásticos, cartones, vidrio, entre otros.

En las rutas de recolección existen lados de manzanas no considerados en el diseño (trazado de ruta), generando que los habitantes en estas zonas apilen sus “Fundas de basura” en la esquina más cercana por donde pasa el carro recolector, ocasionando malos olores, presencia de minadores informales, fauna (perros, gatos, aves) y en general molestias a los moradores de las casas esquineras y transeúntes como se muestra en el **Anexo 1**.

### **Objetivos.**

#### **General**

- Realizar la caracterización de los residuos sólidos residenciales urbanos de la ciudad de Otavalo.

#### **Específicos**

- Identificar las características urbanísticas y socioeconómicas de la zona urbana correspondiente a la ciudad de Otavalo para agruparlos por estratos.
- Cuantificar la producción per cápita de los residuos sólidos residenciales urbanos de la ciudad de Otavalo.
- Determinar la composición física y densidad de los residuos sólidos residenciales urbanos de la ciudad de Otavalo.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.**

### **Conceptos generales.**

#### **Concepto de residuos sólidos.**

Se considera residuo sólido como aquel material que puede ser usado para otros fines una vez haya cumplido la función principal para el que fue fabricado y se representa con las siglas RS. Pueden ser botellas (plásticas o vidrio), papel, cartón, metales como Aluminio, cobre, acero, etc. (Say A. , 2016).

#### **Concepto de desecho (Basura).**

Se considera basura a todo material sobrante después de haber reciclado lo más valioso, y al no poderse reutilizarlo, se lo debe desechar directamente en un relleno sanitario (Say A. , 2016).

#### **Concepto de caracterización de residuos sólidos.**

Es un estudio que brinda información relacionada directamente a las características de los residuos sólidos que se produce en una localidad geográfica. Los datos que se obtienen son la cantidad, composición y densidad. Siempre que la información sea actualizada y periódica, permite mejorar la planificación financiera, administrativa y técnica de la gestión de residuos por parte de la institución a cargo o permite implementar proyectos sociales para grupos vulnerables (MINAM, 2014).

#### **Concepto de producción Per Cápita de residuos sólidos.**

Se llama producción Per Cápita a la cantidad de residuos sólidos generados por un habitante cada día, sus siglas son PPC y se expresa generalmente en Kg/Hab/día (Zafra C. , 2015).

#### **Concepto de composición física de residuos sólidos.**

La composición física de residuos sólidos se refiere al porcentaje en peso que constituye cada componente individual. Por su naturaleza generalmente se clasifica en orgánicos e inorgánicos. Los residuos sólidos pueden ser clasificados en fracción combustible (cartón, papel, plásticos, caucho, maderas, restos de comida, cuero) y fracción inorgánica como vidrio, loza, metales y ceniza (Zafra C. , 2015).

#### **Concepto densidad de residuos sólidos.**

Es la relación entre el peso de los residuos sólidos por unidad de volumen. Es un dato que permite dimensionar de forma efectiva los sistemas de almacenamiento, transporte y disposición final. Existen dos tipos de densidad, la densidad suelta corresponde aquella que no ha sufrido ningún tipo de compactación mientras la densidad compactada si sufre este proceso especialmente en la fase de recolección y transporte (Zepeda F. , 2018).



## Estado del arte.

La generación de residuos sólidos tanto en cantidad como en composición están estrechamente relacionadas con los hábitos de consumo, turismo local, actividades de comercio, industria, crecimiento poblacional, crecimiento urbanístico y estado socioeconómico. En varios países en desarrollo, sus municipios recurren a estimar los RSU anuales basados en información general del país o tomando como referencia otras ciudades por la falta de presupuesto destinado a equipo como básculas puente, provocando información poca confiable y por lo tanto gestiones de RSU inadecuadas (Kawai & Tasaki, 2016).

Según Ojeda et al. (2018), para gestionar los RS generados en una ciudad, se debe considerar que estos varían dependiendo del sector o zona.

En Ecuador a nivel de país la producción per cápita oscila entre 0.22 a 1.8 Kg/persona/día y se registra un promedio aproximado de 0.60 Kg/persona/día, predomina la producción en la región costa con una PPC de hasta 1.8 Kg/persona/día (Jipijapa, Guayaquil, Salinas), le sigue la capital Quito con 1.0 Kg/persona/día. Por otro lado, pequeños cantones de la región amazónica que no presentan crecimiento poblacional considerable y no cuentan con industrias como San Juan Bosco y Nangaritza presentan una PPC hasta de 0.47 Kg/persona/día (Solíz et al., 2020).

En el estudio realizado por García & Coral (2019), referente a “CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS GENERADOS EN LA PARROQUIA EL VECINO – CUENCA Y ESTIMACIÓN DEL METANO TEÓRICO GENERADO POR LOS MISMOS” aunque no se presenta caracterización socioeconómica, fue implementado en 367 hogares correspondiente a la muestra, donde fue realizado durante 5 días. Obteniéndose una producción de 315.3 Kg/día. Donde los residuos orgánicos corresponden el 55.82%, el 26.70% a cartón y vidrio, el 12.11% a papel sanitario y el 5.36% a textiles.

La caracterización de RS en San Antonio De Ibarra realizado por Cabezas & Jami (2018), identificaron un promedio de peso de RSU igual a 115.47 Kg de los 5 días que duró el proceso. La producción per cápita es de 0.56 Kg/hab/día y en la identificación de componentes el plástico y residuos de baño son los de mayor presencia superando el 10 %, mientras los demás componentes se encuentran en porcentajes muy pequeños. La densidad suelta de RS domicilios muestreados alcanzó un promedio de 262.20 Kg/m<sup>3</sup>. Debe considerarse que el estudio siguió normativas internacionales de México y datos estadísticos de la INEC .

En la **Tabla 1** se presenta un resumen de los resultados más relevantes de varias investigaciones realizadas siguiendo la misma metodología que esta investigación, aplicada a ciudades como Chambo, Baños, Tena.

**Tabla 1:**

*Resumen de resultados sobre caracterización de RSU obtenidos en varias ciudades*

Nombre de la investigación	Estratificación socioeconómica	PPC (Kg/hab/día)	Componentes (%)	Densidad suelta (Kg/m <sup>3</sup> )	Cita
“ANÁLISIS SITUACIONAL DE LOS RESIDUOS URBANOS Y PROPUESTA TÉCNICA DE OPTIMIZACIÓN DE TRANSPORTE Y RUTAS EN LA CIUDAD DE CHAMBO, CHIMBORAZO”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A: 0.75%</li> <li>• B: 62.69%</li> <li>• C: 35.07%</li> <li>• D: 1.49%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A: 0.57</li> <li>• B: 0.31</li> <li>• C: 0.34</li> <li>• D: 0.32</li> </ul>	Orgánico: 67.54 Inorgánicos: 32.46	155.82	(González & Gavilanes, 2014).
“CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS DE LA CIUDAD DE BAÑOS Y PROPUESTA TECNICA DE PRERECICLAJE DE BOTELLAS, PLÁSTICOS, CARTÓN Y PAPEL”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A: 0.48%</li> <li>• B: 30.34%</li> <li>• C: 50.73%</li> <li>• D: 14.49%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A: 0.52</li> <li>• B: 0.55</li> <li>• C: 0.49</li> <li>• D: 0.45</li> </ul>	Orgánico: 62.86 Inorgánicos: 37.14	201.62	(Pérez & Lara , 2015)
“CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y PROPUESTA TÉCNICA PARA TRANSPORTE Y RUTAS DE RECOLECCIÓN EN LA PARROQUIA SAN LUIS, CANTÓN RIOBAMBA”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B: 46.43%</li> <li>• C: 39.29%</li> <li>• D: 14.28%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B: 0.51</li> <li>• C: 0.89</li> <li>• D: 0.52</li> </ul>	Orgánico: 62 Inorgánicos: 38	274.58	(Santillan V. , 2018)
“DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE RECOLECCION DE LOS DESECHOS SOLIDOS URBANOS, EN LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A: 0.27%</li> <li>• B: 26.61%</li> <li>• C: 68.28%</li> <li>• D: 4.84%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A: 0.59</li> <li>• B: 0.63</li> <li>• C: 0.55</li> <li>• D: 0.51</li> </ul>	Orgánico: 69.75 Inorgánicos: 30.25	190.72	(Rosales S. , 2015)
“CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE RIOBAMBA”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A: 2.13%</li> <li>• B: 67.66%</li> <li>• C: 27.92%</li> <li>• D: 2.29%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A: 0.64</li> <li>• B: 0.70</li> <li>• C: 0.52</li> <li>• D: 0.76</li> </ul>	Orgánico: 65.14 Inorgánicos: 34.86	233.25	(Arellano et al., 2014)

**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

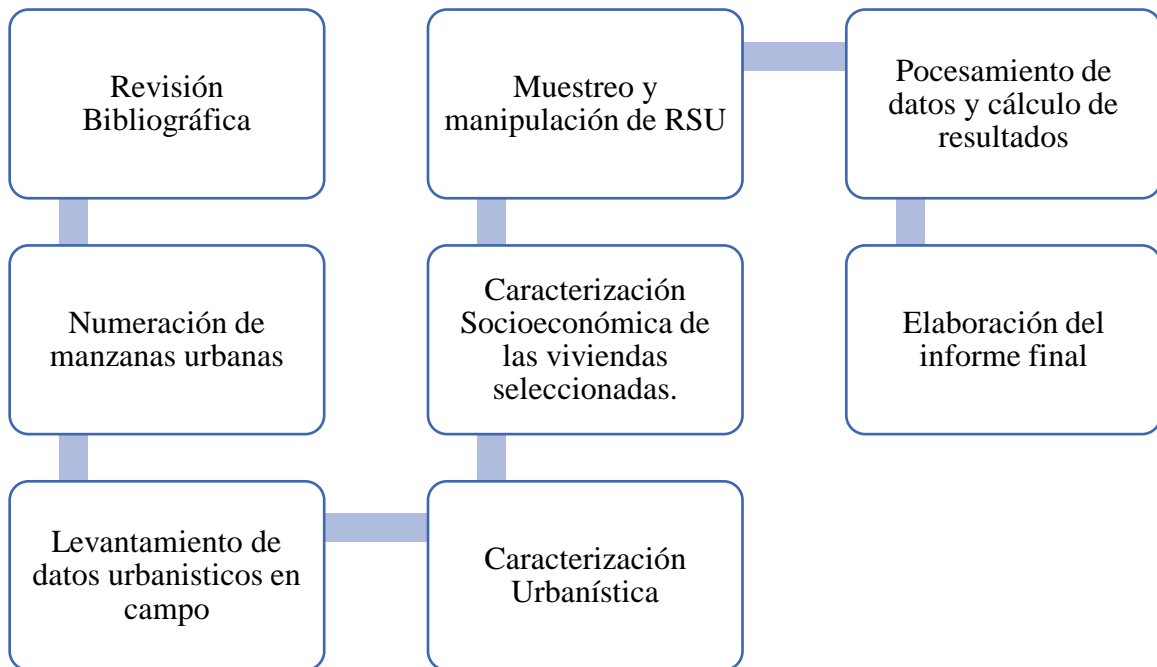
## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.

### Tipo de investigación.

El presente proyecto tiene un nivel de investigación descriptivo, ya que describe las características de la población tanto urbanísticas como socioeconómicas. Corresponde a una recolección de datos en campo por el muestreo y manipulación de los RSU. Según el campo de conocimiento es cuasi experimental, ya que la población en estudio está limitada a ser menor a 150 000 habitantes. El tipo de análisis es cuantitativo, ya que se cuantifica la producción per cápita, composición física y densidad de los RSU. La **Figura 2** representa los pasos a seguir en la investigación.

#### Figura 2:

*Esquema Metodológico*



**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

### Métodos y técnicas de recolección de datos.

- Para la caracterización urbanística y socioeconómica se empleó el método de Arellano et al. (2012), que están limitadas a poblaciones inferiores a 150 000 habitantes.
- Para determinar la muestra de estudio se empleó el método de Arellano & Cabezas (2014), ya que considera la producción de residuos sólidos en poblaciones inferiores a 150 000 habitantes.

- El muestreo y caracterización de residuos sólidos de la ciudad de Otavalo fue realizado siguiendo la técnica de Arellano et al. (2013), donde se detalla las técnicas para cuantificar producción per cápita, cuarteo y homogenización, componentes y densidad.

### **Población de estudio y tamaño de muestra.**

#### **Población**

La población de estudio corresponde a la zona urbana de la ciudad de Otavalo, según GADMO (2019), menciona que la zona urbana tiene aproximadamente 44 536 habitantes, la ciudad cuenta con 773 manzanas urbanas, 703 corresponden a uso residencial. Para calcular posteriormente la muestra estas manzanas son estratificadas según su nivel socioeconómico mediante la técnica de (Arellano et al., 2012).

#### **Muestra**

La muestra representativa fue calculada directamente mediante la **Ec. 1**, que describe la curva de “Población vs número mínimo de muestras” que presentaron Arellano & Cabezas (2014).

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

#### **Donde:**

**Y:** Número de muestras

**X:** Población urbana, para el caso de Otavalo es 44 536 habitantes.

$$Y = - 5 \times 10^{-9} (44\,536)^2 + 17 \times 10^{-4} (44\,536) + 36.056$$

Y (mínimo) = 102 muestras.

La muestra mínima es 102 viviendas, de forma conservadora se incrementa en 30% por temas de deserción o falta de colaboración de las viviendas.

Y (mínimo + 30%) = 133 muestras.

La muestra representativa final es de tipo estratificada para considerar los estratos socioeconómicos identificados en la caracterización urbanística. Es calculada con la **Ec. 2** y **Ec. 3**.

$$\text{Número de muestras } i = \% Mz_i \times Y(\text{mínimo} + 30\%) \quad \text{Ec. 2}$$

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

#### **Donde:**

*i* = Estrato socioeconómico

**% Mz<sub>i</sub>** = Porcentaje de manzanas del estrato *i* respecto al total

## Procesamiento y análisis de datos.

### Procesamiento y análisis de datos para la caracterización urbanística y socioeconómica.

Los datos obtenidos del levantamiento en campo se los tabuló mediante la herramienta Microsoft Excel 2016.

- Los criterios que rigen el análisis para categorizar el lado de manzana son (Número de edificaciones, número de pisos, estado de fachadas y calzadas y servicios que dispone la vivienda), el puntaje es asignado según lo especificado en el método de Arellano et al. (2012), se define la categoría del lado de manzana y posteriormente el estrato socioeconómico de toda la manzana.
- Los criterios que rigen el análisis para categorizar el nivel socioeconómicos de las viviendas a muestrear dependen directamente de algunas, pero no todas las preguntas de la encuesta (Pregunta 4, 5, 12, 13 y 14). El puntaje es asignado según lo especificado en la técnica de Arellano et al. (2012).

### Procesamiento y análisis de datos para la PPC de RSU.

Los datos obtenidos del pesaje de RSU fueron tabulados en una plantilla mediante la herramienta Microsoft Excel 2016. Se considera lo siguiente:

- La ecuación para determinar la producción de RS en cada vivienda en función del número de sus habitantes expresado en Kg/Hab/día es calculada con la **Ec. 4**.

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

- Se considera el cálculo de un promedio ponderado que represente la distribución socioeconómica mediante la **Ec. 5**.

$$\text{PPC (Ponderado)} = \frac{\%A}{100} * PPC_A + \frac{\%B}{100} * PPC_B + \frac{\%C}{100} * PPC_C + \frac{\%D}{100} * PPC_D \quad \text{Ec. 5}$$

#### Donde:

- ✓ PPC (Ponderado) tendrá unidades en Kg/hab/día
- ✓ **PPC<sub>i</sub>**: Producción per cápita promedio de los días muestreados correspondiente al estrato i.
- ✓ **i**: Estrato socioeconómico. Puede ser: A, B, C o D.
- ✓ **%A, %B, %C y %D**: Es la relación entre el número de manzanas del estrato i respecto al total de manzanas expresado en porcentaje.

### Procesamiento y análisis de datos para determinar los componentes de RS.

Los datos obtenidos del pesaje de cada componente fueron tabulados en una plantilla mediante la herramienta Microsoft Excel 2016. Se considera el error máximo de 0.02 (2%) respecto al peso inicial.

- El error se calcula mediante la **Ec. 6**.

$$\text{Error (\%)} = \left| \frac{\text{Peso inicial (Kg)} - \text{Peso final (Kg)}}{\text{Peso inicial (Kg)}} \right| * 100 \quad \text{Ec. 6}$$

**Donde:**

- ✓ **Peso inicial:** Peso de los RS antes de separarlos por componentes (Kg).
- ✓ **Peso final:** Peso de todos los componentes clasificados en fundas de plástico transparentes (Kg).

### Procesamiento y análisis de datos para determinar la densidad suelta.

Los datos fueron tabulados en una plantilla mediante la herramienta Microsoft Excel 2016. Se considera lo siguiente:

- El cálculo general de la densidad suelta es la relación entre el peso solamente de los RS y volumen del balde utilizado. Su fórmula corresponde a la **Ec. 7**.

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

- Se considera el cálculo de un promedio ponderado para calcular la densidad suelta que represente la distribución socioeconómica. Como se muestra en la **Ec. 8**.

$$\rho \text{ ponderada (Kg/m}^3\text{)} = \frac{\%A}{100} * \rho_A + \frac{\%B}{100} * \rho_B + \frac{\%C}{100} * \rho_C + \frac{\%D}{100} * \rho_D \quad \text{Ec. 8}$$

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### Caracterización urbanística de la ciudad de Otavalo

- Se registró 773 manzanas en la zona urbana con diferentes usos de suelo tanto residencial, comercial, mixta (Aquella que combina el uso residencial y comercial), áreas verdes o parques, mercado, salud, iglesias, baldíos, educación y gestión pública. De las 773 manzanas registradas en la planimetría del **Anexo 2**, 703 corresponden a uso residencial.
- Se caracterizó las manzanas residenciales en 4 estratos socioeconómicos. Aplicando la **Ec. 3** se encontró que el estrato B predomina y el estrato A es el de menor presencia, como se muestra en la **Tabla 2** y en la **Figura 3**.

**Tabla 2:**

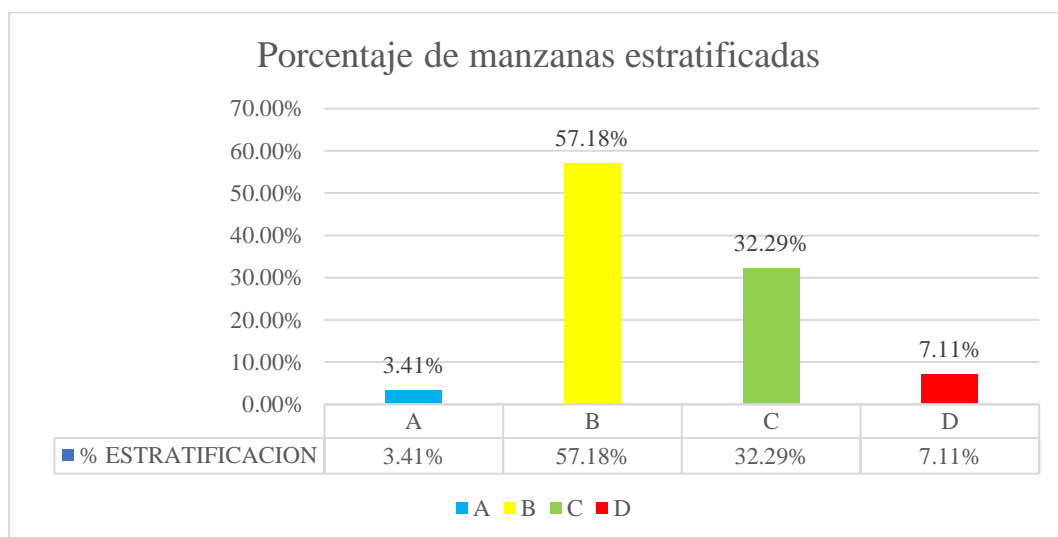
*Resumen de estratificación urbanística*

ESTRATO	N.º MANZANAS	% ESTRATIFICACION
A	24	3.41%
B	402	57.18%
C	227	32.29%
D	50	7.11%
TOTAL	<b>703</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

**Figura 3:**

*Porcentaje de manzanas estratificadas*



**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

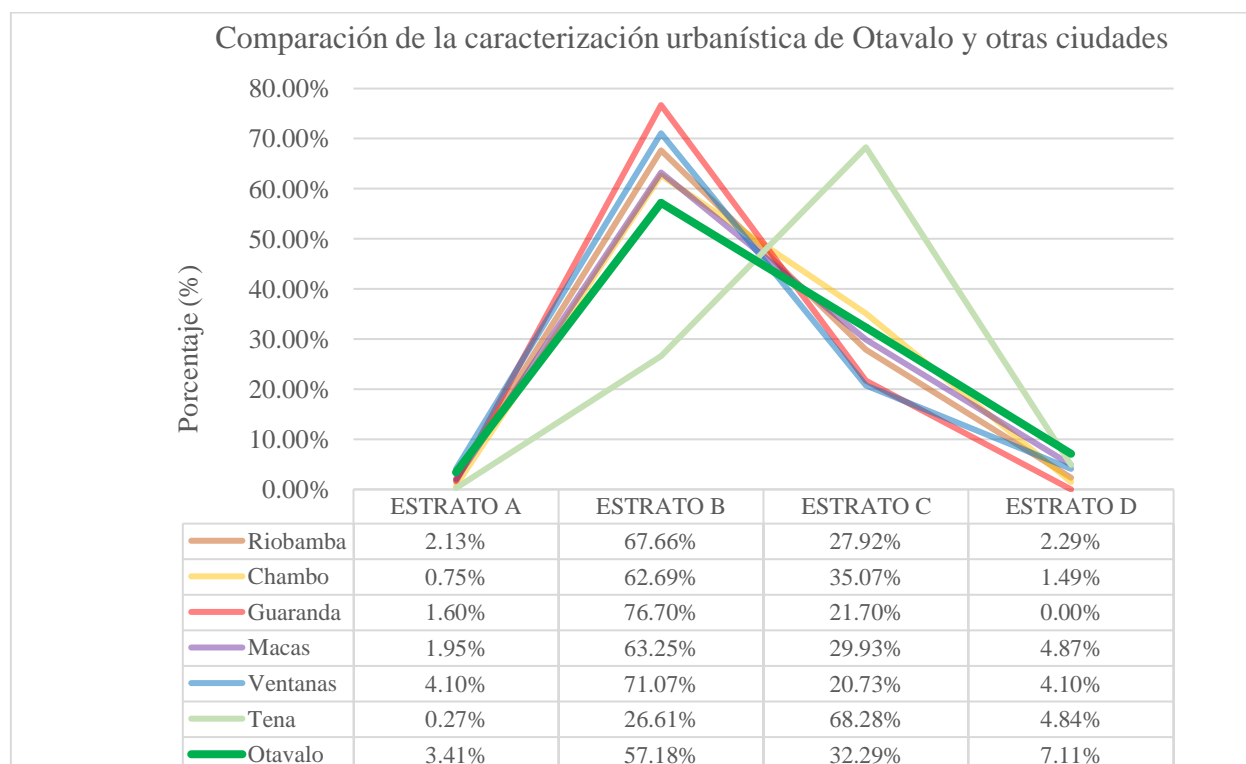
La planimetría con la identificación de los estratos socioeconómicos que se encuentra en el *Anexo 2*, muestra que la distribución no es uniforme de la siguiente manera:

- El estrato con mayor poder de compra (A) se sitúa especialmente en urbanizaciones privadas en la zona norte de la ciudad (Sector los pinos, Imbaya, y Rumiñahui).
- Se encuentra la presencia del estrato B en toda la ciudad y tiene mayor agrupación en la zona comercial (San Sebastián, Otavalo Central, El Batan y Copacabana).
- Las manzanas con mayor extensión predial albergan al estrato socioeconómico C, y tiene mayor agrupación en los sectores (Marco Proaño, María Cordovéz, Punyaro Alto, IOA y Quinchuqui).
- El estrato D este situado especialmente en zonas aledañas a quebradas y/o ríos al sur y al norte de la ciudad

En la **Figura 4** se puede observar que la zona urbana de la ciudad de Otavalo tiene la misma tendencia socioeconómica que ciudades como Riobamba, Chambo, Guaranda, Macas y Ventanas. Predomina el estrato B sobre el estrato C y D, siendo el estrato A el de menor presencia en todas estas ciudades. La ciudad de Tena presenta una tendencia que difiere de las otras ciudades donde su pico más alto está en el estrato C.

**Figura 4:**

*Comparación de la caracterización urbanística de Otavalo y otras ciudades*



**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)



Aunque la ciudad en estudio tiene la misma tendencia urbanística que la mayoría de las ciudades caracterizadas años atrás, la presencia del estrato B es menor que todas las ciudades a excepción de Tena y el estrato D por el contrario se presenta en mayor porcentaje en comparación a todas las ciudades sin excepción. A medida que los estudios de caracterización se actualicen, estos porcentajes variarían y por lo tanto deben ser considerados relativos en el tiempo.

### Caracterización socioeconómica de la ciudad de Otavalo

- La caracterización socioeconómica fue definida a través de la encuesta identificada en el **Anexo 4**. Aplicada aleatoriamente a las viviendas que fueron resultado del muestreo estratificado considerando la muestra representativa y el porcentaje de presencia de cada estrato calculado mediante la **Ec. 2**, los resultados son mostrados en la **Tabla 3** e identificadas en la planimetría del **Anexo 5**.

**Tabla 3:**

*Número de encuestas realizadas a cada estrato socioeconómico*

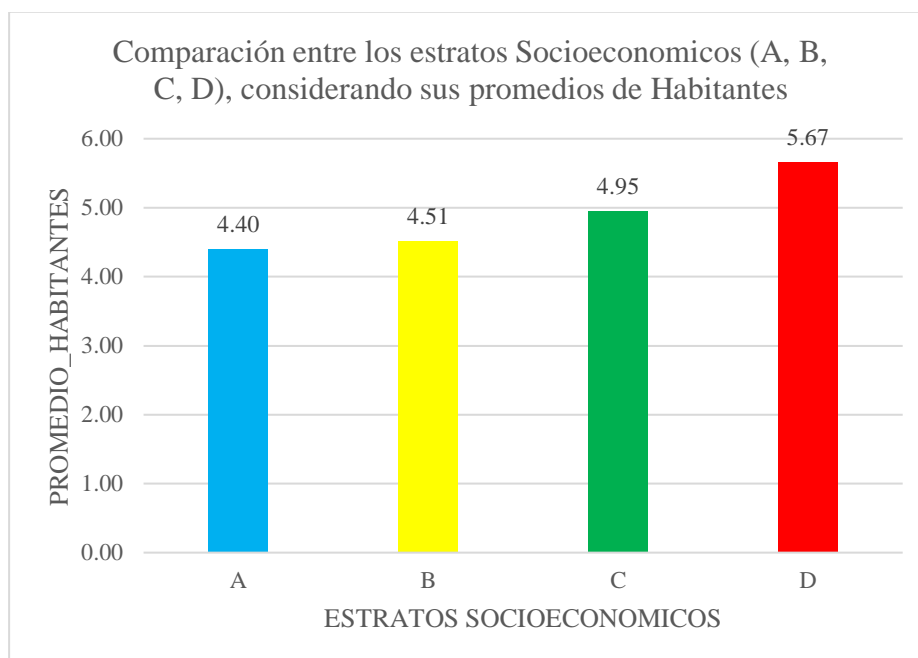
ESTRATO SOCIOECONOMICO	PORCENTAJE DE PRESENCIA DEL ESTRATO	N.º VIVIENDAS ENCUESTADAS
<b>A</b>	3.41 %	5
<b>B</b>	57.18 %	76
<b>C</b>	32.29 %	43
<b>D</b>	7.11 %	9
<b>TOTAL</b>	<b>100 %</b>	<b>133</b>

**Nota:** El número de encuestas considera la mayoración del 30%. **Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

- La caracterización socioeconómica con la puntuación obtenida en cada encuesta realizada puede verse en el **Anexo 6**.
- Se encontró que el promedio de habitantes máximo está en el estrato D con un valor de 5.64 Habitantes/ vivienda, seguido por el estrato C con 4.95 Habitantes/ vivienda, el estrato B con 4.51 Habitantes/ vivienda, y finalmente el estrato A con 4.40 Habitantes/ vivienda. Como se aprecia **Figura 5**.

**Figura 5:**

*Comparación entre los estratos Socioeconómicos (A, B, C, D), considerando sus promedios de Habitantes*



**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

La caracterización socioeconómica confirma el giro económico de la ciudad, destacándose las personas dedicadas al comercio y manufactura (Artesanos) que representan el 49.62 % de la población.

La **Figura 5**, presenta una tendencia ascendente desde el estrato A hasta el estrato D. Confirmando la creencia que en la cultura social de países en vías de desarrollo el nivel socioeconómico es inversamente proporcional al número de hijos, es decir mientras menos dinero tiene una familia, tiene más integrantes.

Existen consultorías como la realizada en la ciudad de Quito por Castillo (2012), donde utilizó la información socioeconómica del censo nacional del año 2010 para tomar datos directos como población, servicios que disponen las viviendas y los porcentajes de cada estrato socioeconómico elaborado por la INEC (2011), donde se reconocen 5 niveles socioeconómico (A, B, C+, C- y D).

## Producción Per Cápita de residuos sólidos urbanos residenciales de la ciudad de Otavalo.

La **Tabla 4**, **Tabla 5**, **Tabla 6** y **Tabla 7**, muestran los registros diarios del peso de residuos sólidos generados en las viviendas seleccionadas, con su respectiva producción per cápita (PPC) en Kg/habitante/día correspondientes al estrato A, B, C y D.

**Tabla 4:**

*Peso diario y Producción Per Cápita de RSU del estrato A*

No.	Código de casa	Número de habitantes	Peso (Kg)							Promedio aritmético	PPC
			Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
1	A-101	2	1.38	1.45	1.24	1.55	1.29	1.24	1.16	1.33	0.67
2	A-102	5	1.85	2.49	2.67	2.56	2.76	2.44	2.36	2.45	0.49
3	A-103	6	2.97	1.85	2.49	2.28	2.56	2.23	2.43	2.40	0.40
4	A-104	4	1.89	2.09	2.35	2.22	1.97	2.44	2.38	2.19	0.55
5	A-105	5	2.13	1.98	2.29	2.17	2.34	2.29	2.05	2.18	0.44

**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

**Tabla 5:**

*Peso diario y Producción Per Cápita de RSU del estrato B*

No.	Código de casa	Número de habitantes	Peso (Kg)							Promedio aritmético	PPC
			Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
1	B-201	4	1.88	2.92	2.7	1.65	2.1	2.3	1.78	2.19	0.55
2	B-202	8	4.57	5.02	5.63	3.98	3.48	4.25	5.12	4.58	0.57
3	B-203	4	2.45	3.88	3.41	2.12	3.4	2.5	3.12	2.98	0.75
4	B-204	5	0.89	1.33	2.12	1.61	8.32	2.05	1.8	2.59	0.52
5	B-205	3	1.89	1.55	2.15	1.4	2.65	1.5	2.23	1.91	0.64
6	B-206	4	1.2	2.12	1.98	1.8	2.32	2.11	1.45	1.85	0.46
7	B-207	3	3.45	2.56	3.11	3.23	2.9	3.35	3.12	3.10	1.03
8	B-208	4	3.55	4.13	2.97	3.1	2.64	3.27	2.23	3.13	0.78
9	B-209	4	2.95	2.35	3.25	2.61	3.11	2.35	3.31	2.85	0.71
10	B-210	6	2.51	3.28	2.96	2.08	3.15	2.21	2.53	2.67	0.45

11	B-211	5	4.12	2.75	3.7	2.44	2.75	3.12	2.9	3.11	0.62
12	B-213	5	3.7	2.21	3.63	3.01	2.35	2.66	2.24	2.83	0.57
13	B-214	7	3.07	3.71	2.42	2.8	3.4	2.37	3.26	3.00	0.43
14	B-215	12	2.4	3.42	5.08	3.2	3.55	4.95	3.76	3.77	0.31
15	B-216	7	3.93	4.25	2.93	3.35	3.04	4.2	3.98	3.67	0.52
16	B-217	3	2.89	1.76	2.36	1.62	2.05	1.9	2.15	2.10	0.70
17	B-218	7	3.62	4.12	3.21	2.39	4.09	3.44	2.85	3.39	0.48
18	B-219	4	3.66	1.15	2.86	2.34	1.76	2.12	3.2	2.44	0.61
19	B-220	6	3.49	3.98	2.59	3.11	2.11	2.15	2.8	2.89	0.48
20	B-221	7	4.59	4.59	3.35	4.2	3.11	4.31	5.02	4.17	0.60
21	B-222	3	1.11	1.12	1.66	2.25	1.52	2.19	1.75	1.66	0.55
22	B-223	5	2.98	3.08	0.45	2.6	1.12	1.45	2.1	1.97	0.39
23	B-224	4	3.33	3.74	2.98	2.44	2.88	3.2	2.9	3.07	0.77
24	B-225	5	1.02	1.98	1.06	2.17	1.64	2.35	1.65	1.70	0.34
25	B-226	2	1.87	2.1	1.72	1.48	1.81	1.67	2.2	1.84	0.92
26	B-227	6	0.65	2.47	3.21	1.88	2.55	2.9	3.42	2.44	0.41
27	B-228	4	4.41	3.2	3.1	3	3.5	4.32	2.9	3.49	0.87
28	B-229	4	3.89	3.89	3.35	4.05	3.68	3.2	3.34	3.63	0.91
29	B-230	2	0.97	1.46	1.1	1.8	1.47	1.97	1.25	1.43	0.72
30	B-231	8	6.14	5.56	5.2	4.26	5.66	6.02	4.75	5.37	0.67
31	B-232	5	5.22	4.17	3.81	4.55	3.77	4.7	5.1	4.47	0.89
32	B-233	3	2.2	1.47	3.05	1.23	2.14	1.91	2.5	2.07	0.69
33	B-234	7	7.44	6.59	7.06	3.62	4.52	5.4	5.12	5.68	0.81
34	B-235	3	2.66	3.12	2.84	3.05	2.6	2.7	3.5	2.92	0.97
35	B-236	4	1.44	2.32	1.55	1.48	1.75	2.1	2.16	1.83	0.46
36	B-237	4	3.77	2.64	3.2	2.82	2.44	2.55	2.7	2.87	0.72
37	B-238	3	1.48	2.46	2.7	1.93	2.11	2.23	2.92	2.26	0.75
38	B-239	5	3.16	3.16	4.65	3.84	4.11	3.46	3.81	3.74	0.75
39	B-240	3	2.98	2.32	1.96	2.11	2.6	1.88	2.89	2.39	0.80
40	B-241	6	3.65	4.67	3.9	4.2	3.82	4.8	5.11	4.31	0.72

41	B-242	3	2.88	1.78	2.4	2.25	1.81	2.1	1.98	2.17	0.72
42	B-243	5	4.95	3.52	4.33	3.31	3.53	3.9	3.23	3.82	0.76
43	B-244	2	3.22	1.18	1.69	2.9	1.88	3.16	2.5	2.36	1.18
44	B-245	4	3.11	4.2	3.55	4.8	3.26	3.72	4.3	3.85	0.96
45	B-246	3	1.09	2.68	2.29	2.12	1.85	2.28	2.35	2.09	0.70
46	B-247	5	4.15	3.9	3.2	3.65	3.45	3.36	4.08	3.68	0.74
47	B-248	3	1.6	3.1	2.4	2.65	1.92	2.57	2.85	2.44	0.81
48	B-249	4	3.55	2.4	3.6	3.25	2.85	3.46	2.2	3.04	0.76
49	B-250	5	2.25	3.7	3.2	2.88	1.96	3.02	2.4	2.77	0.55
50	B-251	3	1.77	2.58	1.45	2.25	1.85	2.93	1.8	2.09	0.70
51	B-252	6	3.55	2.9	2.23	3.62	4.1	3.95	2.74	3.30	0.55
52	B-253	4	1.03	1.87	2.55	3.02	2.12	2.77	2.35	2.24	0.56
53	B-254	3	3.12	2.7	3.73	3.56	2.98	3.82	3.24	3.31	1.10
54	B-255	2	1.23	2.12	0.78	1.69	1.95	2.25	1.56	1.65	0.83
55	B-256	4	2.2	2.89	3.15	3.55	3.25	2.065	2.065	2.74	0.68
56	B-257	3	1.45	1.85	2.05	1.92	2.2	1.5	2.3	1.90	0.63
57	B-259	6	4.11	3.54	3.9	4.22	3.42	3.83	3.4	3.77	0.63
58	B-260	5	3.44	4.05	3.22	3.6	4.2	4.37	3.78	3.81	0.76
59	B-261	4	1.44	1.76	2.5			3.15	2.63	2.30	0.57
60	B-262	4	2.11	2.65	3.25	3.45	2.95	3.39	2.8	2.94	0.74
61	B-263	5	2.88	3.15	2.8	3.6	3.2	2.98	3.1	3.10	0.62
62	B-264	3	1.55	2.09	2.15	2.55	1.8	2.2	3.02	2.19	0.73
63	B-265	4	1.64	2.65	2.25	1.89	2.8	1.77	1.94	2.13	0.53
64	B-266	3	1.98	1.52	0.65	2.05	2.69	1.85	2.42	1.88	0.63
65	B-267	5	3.35	4.6	3.2	4.12	3.65	4.33	4.25	3.93	0.79
66	B-268	6	4.77	3.86	4.08	3.1	4.55	3.42	4.2	4.00	0.67
67	B-269	5	3.9	4.2	2.5	3.4	3.9	2.98	3.25	3.45	0.69
68	B-270	4	2.2	1.87	2.66	1.4	2.88	1.97	1.5	2.07	0.52
69	B-271	5	2.79	3.21	2.25	3.4	2.5	2.64	3.35	2.88	0.58
70	B-272	4	2.01	1.68	2.55	2.8	3.08	2.41	2.9	2.49	0.62

71	B-273	4	1.88	2.3	1.7	1.7	1.46	2.25	1.85	1.88	0.47
72	B-274	5	4.56	3.45	2.89	3.51	3.23	4.25	3.57	3.64	0.73
73	B-275	4	1.23	2.58	3.2	3.69	2.98	2.72	2.93	2.76	0.69
74	B-276	5	4.6	3.29	3.88	4.7	4.05	3.44	4.17	4.02	0.80

**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

**Tabla 6:**

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

No	Código de casa	Número de habitantes	Peso (Kg)							Promedio aritmético	PPC
			Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
1	C-301	4	1.54	1.42	1.89	1.65	1.95	1.78	1.68	1.70	0.43
2	C-302	6	2.55	2.27	3.09	2.74	2.82	2.35	2.65	2.64	0.44
3	C-303	7	3.13	2.37	2.84	2.79	3.03	2.59	2.35	2.73	0.39
4	C-304	5	2.32	2.17	2.72	2.47	2.4	2.22	2.19	2.36	0.47
5	C-305	5	2.37	1.81	2.51	2.3	2.59	2.43	2.28	2.33	0.47
6	C-306	3	1.32	2.02	1.78	1.81	1.76	1.52	1.65	1.69	0.56
7	C-307	6	2.76	2.11	3.12	2.56	2.53	3.07	2.83	2.71	0.45
8	C-308	4	1.76	1.68	2.89	2.1	2.71	2.56	2.07	2.25	0.56
9	C-309	5	1.69	1.79	2.41	2.06	2.39	1.63	1.63	1.94	0.39
10	C-310	5	2.66	2.28	2.43	2.39	2.52	2.85	2.47	2.51	0.50
11	C-311	3	1.54	1.61	2.34	1.92	1.83	1.45	1.79	1.78	0.59
12	C-312	4	1.67	2.48	1.95	2.12	2.29	1.55	2.05	2.02	0.50
13	C-314	5	3.42	2.27	3.25	3.05	3.15	3.21	3.34	3.10	0.62
14	C-315	5	2.95	2.27	2.79	2.87	2.25	3.01	2.89	2.72	0.54
15	C-316	9	4.24	5.23	5.51	5.04	5.01	5.24	5.48	5.11	0.57
16	C-317	6	3.57	4.21	3.55	3.55	3.29	3.57	3.7	3.63	0.61
17	C-318	5	3.11	3.93	4.16	3.75	3.23	3.45	3.8	3.63	0.73
18	C-319	4	2.33	2.54	2.89	2.69	2.61	2.71	2.77	2.65	0.66
19	C-320	6	3.07	2.51	3.44	3.06	3.11	3.28	3.32	3.11	0.52
20	C-321	4	2.13	2.09	2.29	2.17	2.45	2.19	2.33	2.24	0.56

21	C-322	4	2.22	2.51	2.81	2.69	2.32	2.39	2.5	2.49	0.62
22	C-323	5	2.87	2.45	11.2	2.59	2.77	2.35	3.21	3.93	0.79
23	C-324	3	1.73	1.45	1.89	1.67	2.03	1.99	2.12	1.84	0.61
24	C-325	7	4.16	3.98	4.25	4.18	4.19	4.35	4.07	4.17	0.60
25	C-326	5	3.16	2.75	3.45	3.2	3.33	3.35	3.27	3.22	0.64
26	C-327	4	2.04	2.31	2.79	2.48	2.46	2.61	2.7	2.48	0.62
27	C-328	6	3.21	3.27	3.55	3.44	3.39	3.3	3.52	3.38	0.56
28	C-329	8	4.13	4.42	5.13	4.51	4.61	4.75	4.42	4.57	0.57
29	C-330	5	2.54	2.65	3.22	2.7	2.67	2.97	2.85	2.80	0.56
30	C-331	3	1.73	2.02	1.78	1.93	2.13	2.34	2.19	2.02	0.67
31	C-332	4	2.54	2.19	3.25	2.76	2.39	2.42	2.68	2.60	0.65
32	C-333	5	2.2	2.36	2.44	2.29	2.41	2.54	2.39	2.38	0.48
33	C-334	4	2.53	2.45	2.65	2.49	2.63	2.73	2.5	2.57	0.64
34	C-335	5	2.67	2.97	3.01	2.84	3.19	2.75	2.95	2.91	0.58
35	C-336	7	3.2	3.83	3.97	3.65	3.34	3.89	3.75	3.66	0.52
36	C-337	4	1.97	2.34	2.21	2.3	2.25	1.78	2.41	2.18	0.55
37	C-338	4	2.31	2.04	2.71	2.43	2.41	2.11	2.6	2.37	0.59
38	C-339	5	2.13	2.24	2.98	2.51	2.36	2.42	2.55	2.46	0.49
39	C-340	4	1.96	2.08	2.31	2.13	2.03	1.89	2.17	2.08	0.52
40	C-341	5	2.37	2.91	2.86	2.56	3.03	3.17	2.92	2.83	0.57
41	C-342	6	2.95	3.25	3.52	3.05	2.49	3.14	3.36	3.11	0.52
42	C-343	4	2.36	2.13	2.93	2.55	2.37	2.53	2.25	2.45	0.61

---

**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

**Tabla 7:***Peso diario y Producción Per Cápita de RSU del estrato D.*

No.	Código de casa	Número de habitantes	Peso (Kg)							Promedio aritmético	PPC
			Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
1	D-401	8	3.67	3.67	4.57	5.05	4.38	4.89	5.16	4.48	0.56
2	D-402	4	2.43	3.48	3.85	3.33	3.29	3.21	2.95	3.22	0.81
3	D-403	3	1.95	2.23	2.45	2.29	2.19	1.89	1.43	2.06	0.69
4	D-404	9	5.18	4.61	5.71	5.87	5.33	4.97	5.25	5.27	0.59
5	D-405	4	2.59	3.02	3.44	3.22	3.1	2.77	3.3	3.06	0.77
6	D-406	5	2.79	2.98	3.05	3.35	3.17	3.27	3.19	3.11	0.62
7	D-407	5	3.35	3.78	3.43	3.54	3.07	3.67	3.45	3.47	0.69
8	D-408	7	4.47	3.97	4.75	4.41	4.87	4.31	4.57	4.48	0.64
9	D-409	6	3.73	3.54	4.06	3.82	4.19	3.78	3.87	3.86	0.64

**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

El registro diario de PPC de las viviendas seleccionadas si presentó algunos problemas que se mencionan en las técnicas de muestreo y caracterización de residuos sólidos para poblaciones menores que 150 000 Habitantes.

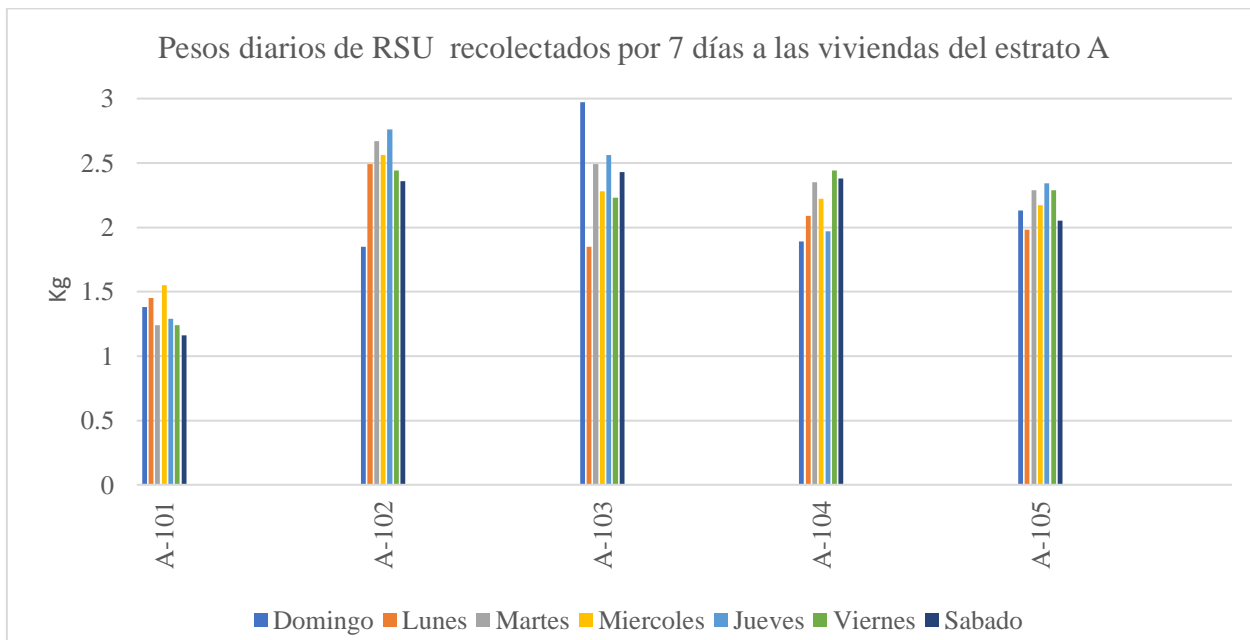
- La muestra entregada se dividió para 2 días en 5 ocasiones para el estrato B, 2 ocasiones para el estrato C y una ocasión para el estrato D, porque no hubo registro del día anterior.
- En otros casos se eliminaron del registro las viviendas que no colaboraron: 2 viviendas del estrato B y 1 vivienda en el estrato C. Pero no representaron un problema al ser menor que el porcentaje de deserción esperado.
- Existió presencia de cantidad excesiva de materia orgánica en por lo menos dos días del muestreo, correspondían a las viviendas que tienen jardín. Aunque la presencia de estos residuos es eventual no deben ser descartados porque son parte de la producción residencial.

La **Figura 6**, **Figura 7**, **Figura 8** y **Figura 9**, muestran las gráficas representativas de cada estrato socioeconómico, considerando el peso en Kilogramos (Kg) de los RSU recolectados diariamente en cada vivienda identificada en el código con el prefijo del estrato al que pertenece.



**Figura 6:**

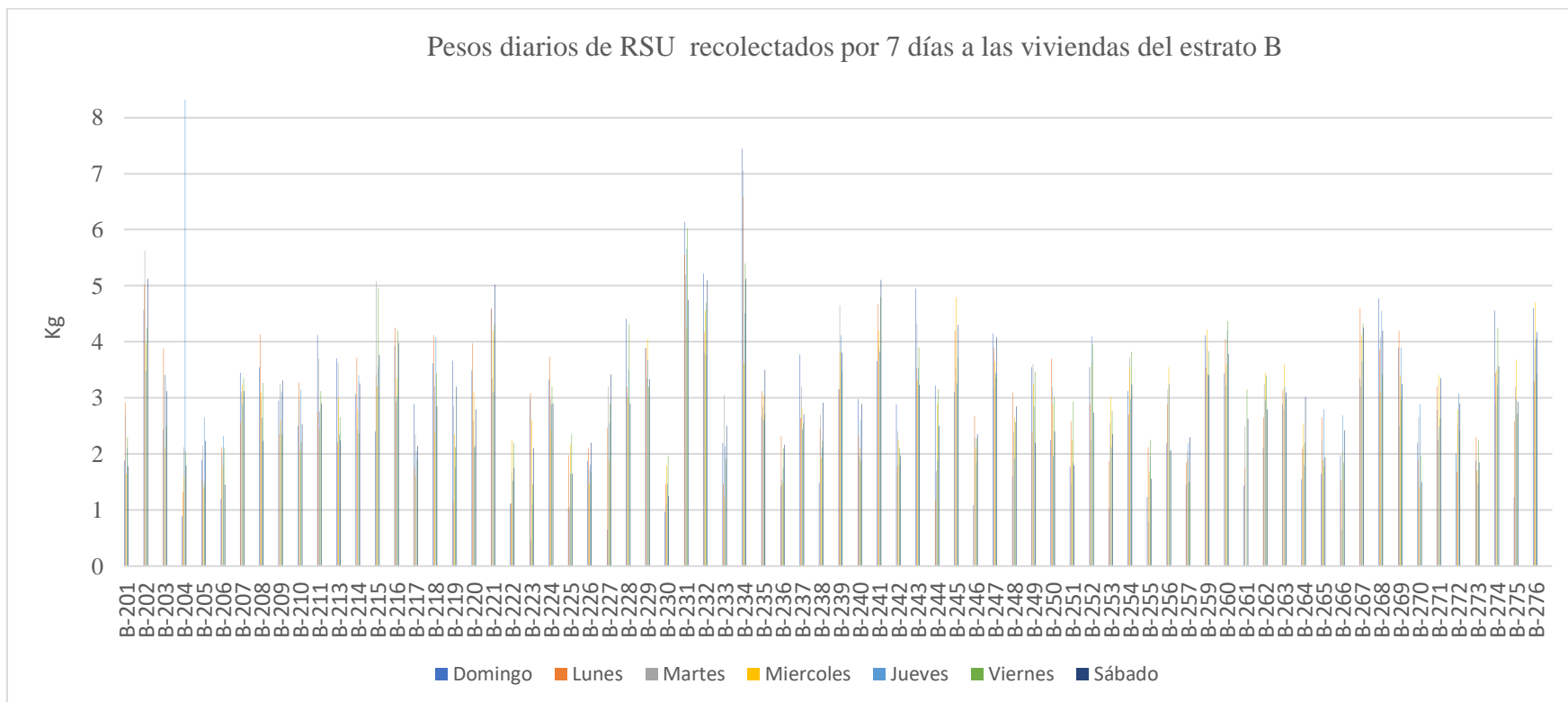
*Pesos diarios de RSU recolectados por 7 días a las viviendas del estrato A*



**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

**Figura 7:**

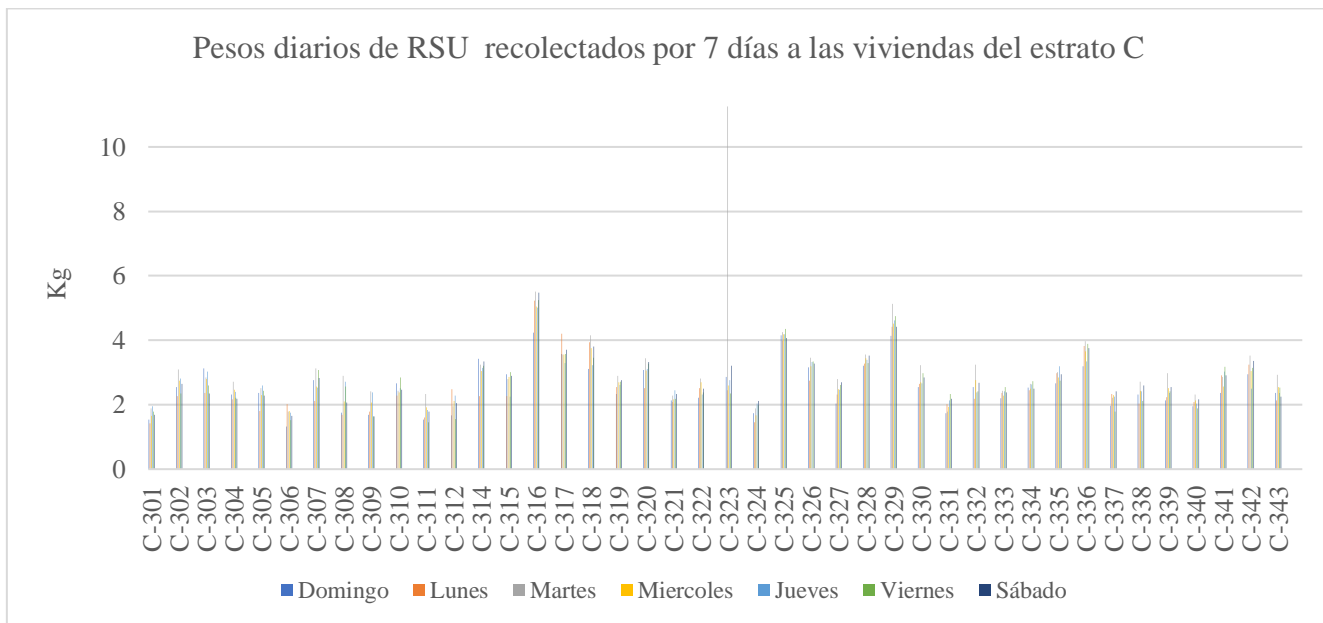
*Pesos diarios de RSU recolectados por 7 días a las viviendas del estrato B*



**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

**Figura 8:**

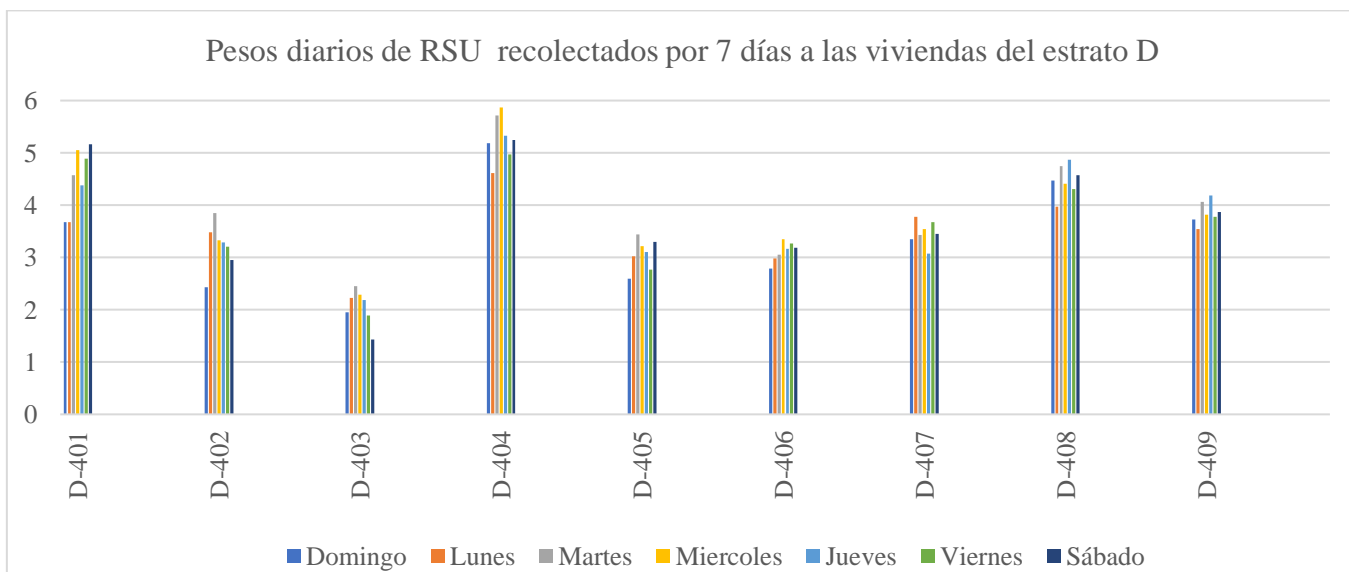
*Pesos diarios de RSU recolectados por 7 días a las viviendas del estrato C*



**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

**Figura 9:**

*Pesos diarios de RSU recolectados por 7 días a las viviendas del estrato D*

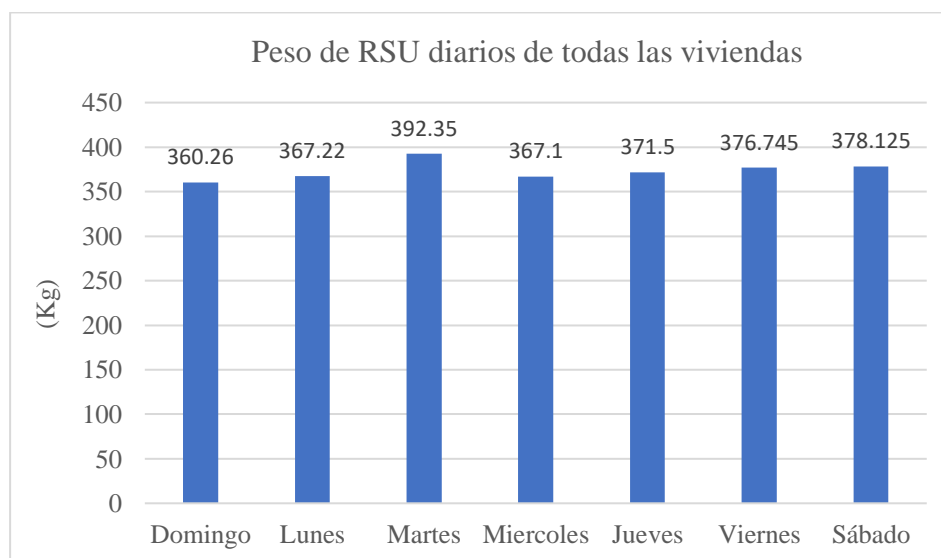


**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

En el registro de pesos de RSU, el martes llegó hasta los 392.35 Kg seguido del sábado y viernes con (378.13 y 376.75) kg respectivamente como se muestra en la **Figura 10**.

**Figura 10:**

*Peso de RSU diarios de todas las viviendas*



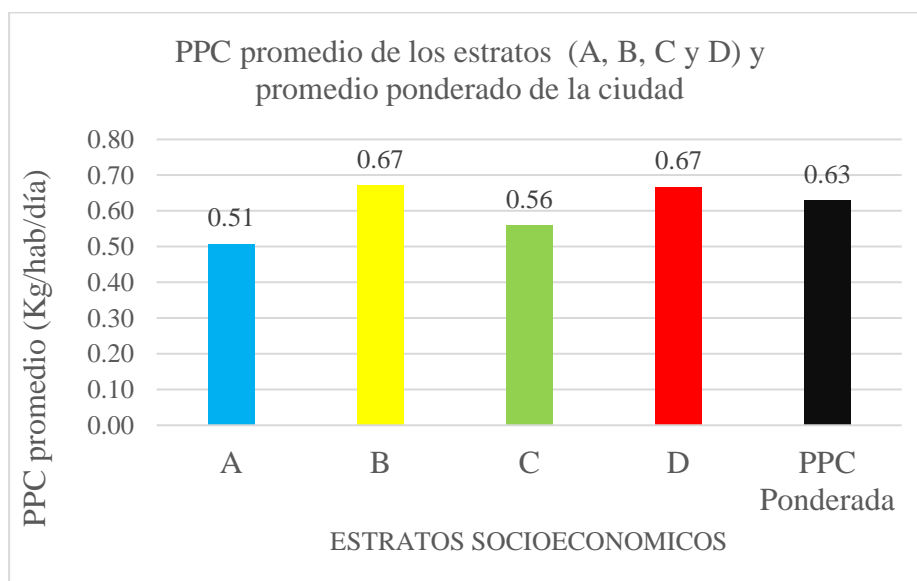
**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

La cantidad de RSU diarios de todos los estratos socioeconómicos que muestra la **Figura 10**, tiene su pico más alto el martes, presumiblemente por la feria mayorista de la Plaza Piman que atrae personas por el comercio de legumbres, frutas, hortalizas y tubérculos. El viernes y sábado también tienen registros de peso altos de 376.75 kg y 378.13 kg respectivamente, posiblemente se debe al desarrollo de ferias reconocidas (Quinchuqui, Copacabana, Mercado 24 de mayo y Plaza de ponchos).

La producción Per Cápita promedio que se muestra en la **Figura 11**, corresponde al promedio aritmético de las PPC de cada estrato socioeconómico. Mientras la PPC ponderada fue calculada con la **Ec. 5**.

**Figura 11:**

*PPC promedio de los estratos (A, B, C y D) y promedio ponderado de la ciudad*



**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

De la **Figura 11**, se tiene que la PPC ponderada de la ciudad de Otavalo es 0.63 Kg /Hb/día. Boletines nacionales de INEC (2020), brindan una PPC nacional de 0.84 Kg /Hb/día o de 0.74 Kg/Hb/día si se considera que la ciudad está en la región sierra. Información de Solíz et al. (2020) manifiestan que la PPC del Ecuador esta entre (0.22 – 1.8) Kg/hab/día u ofrecen un cálculo a priori con los rangos de producción urbana que da como resultado una PPC entre (0.78 – 1.49) Kg/hab/día. La PPC de RSU residenciales cuantificada en este estudio esta por debajo de algunos rangos citados porque los otros estudios consideran todos los usos de suelo y no son exclusivos para uso residencial, además no se especifica el periodo de muestreo de RS que emplearon para obtener sus resultados.

Posiblemente la PPC de la ciudad de Otavalo tenga relación con variables como el giro economico, patrones de consumo , y/o densidad de la poblacional (Sánchez et al., 2019).

Otra posible razon de la variabilidad con los rangos citados como lo menciona Urzola et al. (2016), es la falta de actualización o realizacion periódica de estudios de producción y cantidad de RSU.

El estrato A con una PPC promedio de 0.51 Kg/Hb/día es la menor de todos, su poder de compra es mayor y provoca un consumo de productos industrializados generalmente adquiridos en centros comerciales, generando que estas personas cocinen menos y compren más.

La PPC del estrato A es la menor de todos y la relación tentativa puede ser con el poder de compra. Este estrato consume productos industrializados. Las personas del Estrato A no cocinan con frecuencia y compran comida empacada lo que provoca que los componentes como botellas plásticas, cartón, plástico fino, Tetrapak se encuentren el gran porcentaje en este estrato como se muestra en la **Tabla 12** . El estrato B y D comparten una PPC similar. Posiblemente el estrato B tiene hábitos de consumo versátiles y frecuentes por su actividad económica (Manufactura, comerciante o artesanía). El estrato D por su poder de compra se ve obligado a cocinar más en casa y evitar productos industrializados y es el que mayor cantidad del componente orgánico genera como se muestra en la **Tabla 12**. El estrato C con una PPC promedio de 0.56 Kg/Hb/día, posee mayor poder de compra que D, pero no tanto como A y B, en su mayoría se dedican al comercio y pasan poco tiempo en casa. Su frecuencia de cocinar es posiblemente menor pero cuando lo hacen generan gran cantidad de materia orgánica como se muestra en la **Tabla 12** de componentes.

### Composición física de RSU residenciales de la ciudad de Otavalo.

La **Tabla 8**, **Tabla 9**, **Tabla 10** y **Tabla 11**, muestran una lista de 26 componentes para todos los estratos, recolectados durante 7 días consecutivos expresados en porcentaje con relación al peso de la muestra de (5-7) kg y el promedio de cada componente.

**Tabla 8 :**

*Composición física de los RSU del estrato A*

Componentes	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	PROMEDIO
	16/1/2022	17/1/2022	18/1/2022	19/1/2022	20/1/2022	21/1/2022	22/1/2022	
Botellas de plástico	3.7%	4.1%	3.3%	2.9%	3.1%	3.3%	3.8%	3.44%
Botellas y Frascos de vidrio	2.5%	2.1%	1.9%	3.2%	3.4%	2.5%	2.9%	2.65%
Cartón	7.1%	8.3%	4.6%	5.0%	3.8%	4.3%	2.7%	5.12%
Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)	2.2%	1.1%	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%	1.8%	0.92%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	1.1%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	1.8%	0.0%	0.52%
Cuero	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%	0.26%
Caucho	0.0%	0.0%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.10%
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	1.6%	0.6%	0.0%	0.9%	0.0%	2.0%	0.0%	0.72%
Maderas	0.0%	0.0%	1.3%	0.0%	0.0%	1.5%	1.1%	0.55%

Material de construcción-cerámicas (loza)	0.5%	0.0%	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.26%
Metales	0.4%	1.2%	2.0%	1.8%	3.9%	3.3%	1.9%	2.07%
Orgánicos (sobras de comida, rastros de jardín, excrementos de animales, cáscaras)	47.9%	43.6%	51.1%	51.4%	54.9%	41.3%	49.2%	48.50%
Papel bond blanco	1.4%	2.0%	1.7%	1.7%	2.5%	4.4%	3.9%	2.50%
Papel de color	0.7%	1.1%	1.5%	1.6%	2.0%	3.6%	2.4%	1.84%
Papel periódico	1.8%	1.4%	2.8%	1.5%	1.1%	2.0%	1.7%	1.75%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)	3.8%	4.1%	3.5%	5.4%	5.0%	4.4%	5.2%	4.47%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)	0.0%	1.2%	0.0%	2.4%	0.0%	2.0%	2.1%	1.11%
Pilas y baterías	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0.0%	1.3%	0.0%	0.29%
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	11.9%	8.2%	7.2%	5.0%	5.2%	5.1%	5.1%	6.80%
Plástico grueso (balde, tarrinas, tarros, juguetes)	2.0%	2.4%	2.7%	2.5%	2.6%	2.9%	2.8%	2.55%
Tetrapak	2.7%	4.0%	2.7%	2.0%	2.2%	2.0%	2.5%	2.60%
Poliestireno	1.1%	3.1%	2.0%	1.9%	1.3%	3.1%	1.8%	2.05%
Textiles	0.9%	1.1%	1.4%	0.7%	1.0%	1.6%	1.5%	1.18%
Mascarillas	1.1%	2.0%	2.4%	1.9%	1.5%	1.2%	1.5%	1.66%
Toallas sanitarias y pañales	5.1%	5.4%	4.1%	5.8%	4.4%	4.7%	4.5%	4.86%
Otros	0.6%	1.4%	0.9%	1.0%	1.3%	1.7%	1.7%	1.22%

**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

**Tabla 9:***Composición física de los RSU del estrato B*

Componentes	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	PROMEDIO
	16/1/2022	17/1/2022	18/1/2022	19/1/2022	20/1/2022	21/1/2022	22/1/2022	
Botellas de plástico	2.3%	2.9%	2.2%	2.0%	2.9%	2%	3%	2.42%
Botellas y Frascos de vidrio	0.0%	0.6%	0.4%	1.0%	1.4%	2%	1%	0.88%
Cartón	2.6%	3.7%	1.9%	1.3%	2.4%	2%	1%	2.24%
Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.5%	0%	0%	0.10%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0.0%	1.0%	0.3%	0.0%	0.3%	1%	1%	0.44%
Cuero	1.4%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0%	0%	0.25%
Caucho	1.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.2%	0%	0%	0.25%
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0.0%	0.4%	0.2%	0.4%	0.6%	0%	0%	0.21%
Maderas	0.0%	0.0%	0.6%	1.1%	0.2%	1%	0%	0.40%
Material de construcción-cerámicas (loza)	0.0%	2.0%	0.0%	0.0%	1.9%	0%	2%	0.78%
Metales	3.9%	0.3%	3.6%	2.4%	0.8%	2%	2%	2.06%
Orgánicos (sobras de comida, rastros de jardín, excrementos de animales, cáscaras)	68.0%	66.6%	62.5%	66.7%	62.0%	66%	65%	65.34%
Papel bond blanco	0.0%	0.2%	0.6%	0.5%	0.3%	0%	1%	0.35%
Papel de color	0.0%	0.0%	0.3%	0.2%	0.4%	0%	0%	0.14%
Papel periódico	0.2%	0.0%	0.0%	0.3%	0.4%	1%	0%	0.29%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)	3.0%	4.3%	5.1%	3.8%	4.7%	3%	4%	4.03%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)	0.0%	0.3%	2.0%	0.7%	0.0%	0%	0%	0.46%
Pilas y baterías	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%	0%	0%	0.05%
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	4.9%	5.6%	6.3%	4.1%	5.5%	5%	5%	5.14%



Plástico grueso (balde, tarrinas, tarros, juguetes)	0.7%	0.4%	1.2%	1.9%	1.0%	2%	3%	1.39%
Tetrapak	0.6%	0.4%	0.8%	1.6%	1.1%	2%	1%	1.03%
Poliestireno	4.0%	2.1%	1.8%	1.2%	1.8%	1%	2%	1.96%
Textiles	3.9%	3.4%	4.6%	4.9%	5.2%	3%	4%	4.07%
Mascarillas	0.3%	0.6%	1.2%	1.7%	1.8%	2%	1%	1.33%
Toallas sanitarias y pañales	2.3%	3.9%	3.8%	3.5%	4.0%	4%	4%	3.70%
Otros	0.8%	1.2%	0.3%	0.4%	0.7%	1%	1%	0.70%

**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

**Tabla 10:**  
Composición física de los RSU del estrato C

Componentes	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	PROMEDIO
	16/1/2022	17/1/2022	18/1/2022	19/1/2022	20/1/2022	21/1/2022	22/1/2022	
Botellas de plástico	1.4%	0.9%	1.6%	1.2%	1.0%	2%	2%	1.40%
Botellas y Frascos de vidrio	1.5%	0.5%	1.0%	0.6%	0.5%	0%	1%	0.80%
Cartón	2.4%	2.4%	1.8%	1.0%	2.1%	1%	1%	1.77%
Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)	2.3%	0.0%	0.0%	0.0%	1.4%	0%	0%	0.53%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.2%	0%	0%	0.13%
Cuero	0.5%	0.0%	0.8%	0.0%	0.0%	0%	0%	0.18%
Caucho	0.2%	0.2%	1.1%	0.0%	0.6%	0%	0%	0.32%
Infecciosos (jeringas, gases, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0.0%	0.5%	1.3%	0.8%	0.6%	1%	0%	0.61%
Maderas	2.1%	0.8%	1.7%	1.1%	1.4%	1%	1%	1.34%
Material de construcción-cerámicas (loza)	2.3%	0.0%	2.0%	0.7%	1.6%	1%	2%	1.34%
Metales	0.6%	0.4%	1.1%	0.3%	0.5%	0%	0%	0.46%
Orgánicos (sobras de comida, rastrojos de jardín, excrementos de animales, cáscaras)	63.9%	76.9%	65.1%	72.9%	67.4%	74%	72%	70.34%
Papel bond blanco	0.5%	0.2%	0.9%	0.9%	0.7%	1%	0%	0.60%
Papel de color	0.0%	0.0%	0.5%	0.3%	0.0%	0%	0%	0.18%
Papel periódico	0.3%	0.0%	0.0%	0.2%	0.4%	0%	0%	0.13%

Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)	2.7%	2.7%	3.8%	4.0%	4.5%	3%	4%	3.52%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.3%	1%	0%	0.20%
Pilas y baterías	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0%	0%	0.04%
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	8.2%	3.8%	5.0%	3.7%	4.0%	3%	4%	4.61%
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	1.2%	0.6%	1.5%	0.8%	1.0%	1%	2%	1.10%
Tetrapak	1.1%	0.5%	1.3%	1.2%	0.9%	1%	1%	0.93%
Poliestireno	1.6%	1.3%	1.1%	0.8%	1.2%	2%	1%	1.27%
Textiles	2.9%	3.8%	3.8%	3.5%	4.4%	3%	4%	3.66%
Mascarillas	0.6%	0.9%	1.5%	1.8%	1.5%	1%	1%	1.16%
Toallas sanitarias y pañales	2.5%	2.7%	2.9%	3.5%	3.9%	3%	3%	3.05%
Otros	1.0%	0.3%	0.3%	0.1%	0.1%	0%	0%	0.35%

**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

**Tabla 11:**  
Composición física de los RSU del estrato D

Componentes	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	PROMEDIO
	16/1/2022	17/1/2022	18/1/2022	19/1/2022	20/1/2022	21/1/2022	22/1/2022	
Botellas de plástico	0.4%	1.0%	0.8%	1.0%	1.5%	1.4%	1.6%	1.10%
Botellas y Frascos de vidrio	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0.8%	0.30%
Cartón	1.2%	1.9%	1.1%	1.9%	1.0%	2.2%	1.8%	1.58%
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%	0.0%	0.2%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.09%
Cuero	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0.11%
Caucho	2.5%	1.1%	0.0%	0.8%	0.0%	1.1%	1.0%	0.94%
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0.0%	1.1%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.28%
Maderas	1.7%	0.9%	1.4%	1.5%	1.6%	2.8%	2.2%	1.73%

Material de construcción-cerámicas (loza)	2.5%	1.7%	1.1%	2.0%	0.0%	2.0%	0.0%	1.32%
Metales	2.0%	4.2%	1.7%	1.1%	0.0%	1.4%	1.5%	1.70%
Orgánicos (sobras de comida, rastros de jardín, excrementos de animales, cáscaras)	71.1%	66.1%	77.8%	75.6%	76.1%	67.3%	73.2%	72.47%
Papel bond blanco	0.4%	0.8%	0.2%	0.6%	1.9%	0.9%	2.4%	1.01%
Papel de color	0.3%	1.1%	0.6%	0.0%	0.4%	0.6%	1.0%	0.55%
Papel periódico	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0.0%	0.20%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)	3.5%	5.4%	3.2%	2.6%	3.0%	3.7%	2.9%	3.47%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.06%
Pilas y baterías	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.03%
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	2.1%	3.1%	2.7%	3.5%	3.2%	4.3%	3.4%	3.17%
Plástico grueso (balde, tarrinas, tarros, juguetes)	1.6%	1.7%	0.4%	1.4%	1.5%	2.0%	0.2%	1.26%
Tetrapak	0.0%	1.0%	1.4%	0.8%	1.1%	1.2%	0.8%	0.89%
Poliestireno	0.0%	0.0%	0.1%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.11%
Textiles	3.4%	2.9%	2.7%	3.2%	3.4%	4.5%	3.8%	3.43%
Mascarillas	2.2%	1.5%	0.7%	0.4%	0.5%	0.8%	0.9%	1.02%
Toallas sanitarias y pañales	4.0%	2.6%	2.3%	2.8%	2.8%	3.0%	2.5%	2.87%
Otros	1.2%	0.9%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.33%

**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

El resumen de los componentes de cada estrato y el promedio ponderado de cada componente se detalla en la **Tabla 12**.

**Tabla 12:***Resumen de componentes de cada estrato y promedio ponderado total*

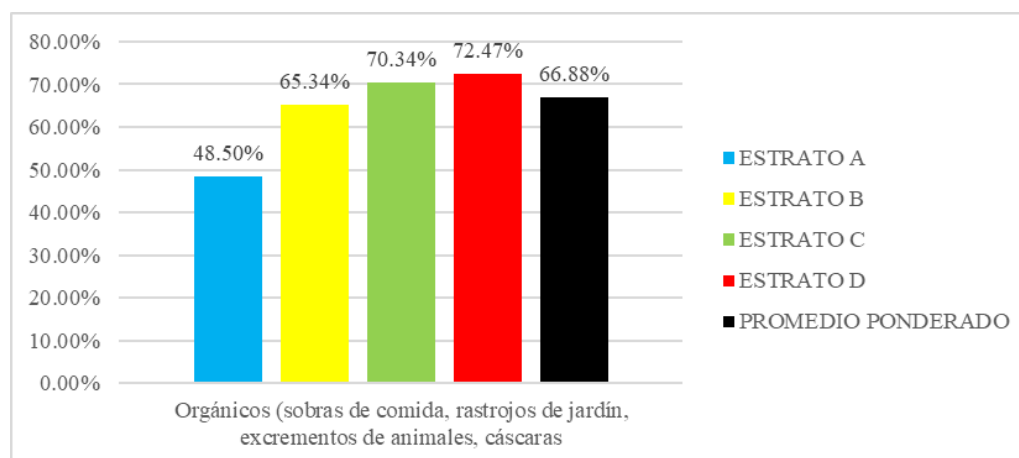
<b>Componentes</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>Promedio Ponderado</b>
Botellas de plástico	3.44%	2.42%	1.40%	1.10%	2.03%
Botellas y Frascos de vidrio	2.65%	0.88%	0.80%	0.30%	0.87%
Cartón	5.12%	2.24%	1.77%	1.58%	2.14%
Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)	0.92%	0.10%	0.53%	0.00%	0.26%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0.52%	0.44%	0.13%	0.09%	0.32%
Cuero	0.26%	0.25%	0.18%	0.11%	0.22%
Caucho	0.10%	0.25%	0.32%	0.94%	0.32%
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0.72%	0.21%	0.61%	0.28%	0.36%
Maderas	0.55%	0.40%	1.34%	1.73%	0.80%
Material de construcción- cerámicas (loza)	0.26%	0.78%	1.34%	1.32%	0.98%
Metales	2.07%	2.06%	0.46%	1.70%	1.52%
Orgánicos (sobras de comida, rastros de jardín, excrementos de animales, cáscaras)	48.50%	65.34%	70.34%	72.47%	66.88%
Papel bond blanco	2.50%	0.35%	0.60%	1.01%	0.55%
Papel de color	1.84%	0.14%	0.18%	0.55%	0.24%
Papel periódico	1.75%	0.29%	0.13%	0.20%	0.28%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)	4.47%	4.03%	3.52%	3.47%	3.84%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)	1.11%	0.46%	0.20%	0.06%	0.37%
Pilas y baterías	0.29%	0.05%	0.04%	0.03%	0.05%
<b>Componentes</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>Promedio Ponderado</b>
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	6.80%	5.14%	4.61%	3.17%	4.88%
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	2.55%	1.39%	1.10%	1.26%	1.32%
Tetrapak	2.60%	1.03%	0.93%	0.89%	1.04%
Poliestireno	2.05%	1.96%	1.27%	0.11%	1.61%
Textiles	1.18%	4.07%	3.66%	3.43%	3.79%
Mascarillas	1.66%	1.33%	1.16%	1.02%	1.26%
Toallas sanitarias y pañales	4.86%	3.70%	3.05%	2.87%	3.47%
Otros	1.22%	0.70%	0.35%	0.33%	0.58%

**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

El componente orgánico tiene mayor presencia en los RSU en el estrato D y C respectivamente, como se muestra en la **Figura 12**.

**Figura 12:**

*Porcentaje promedio de cada estrato y ponderado del componente orgánico.*



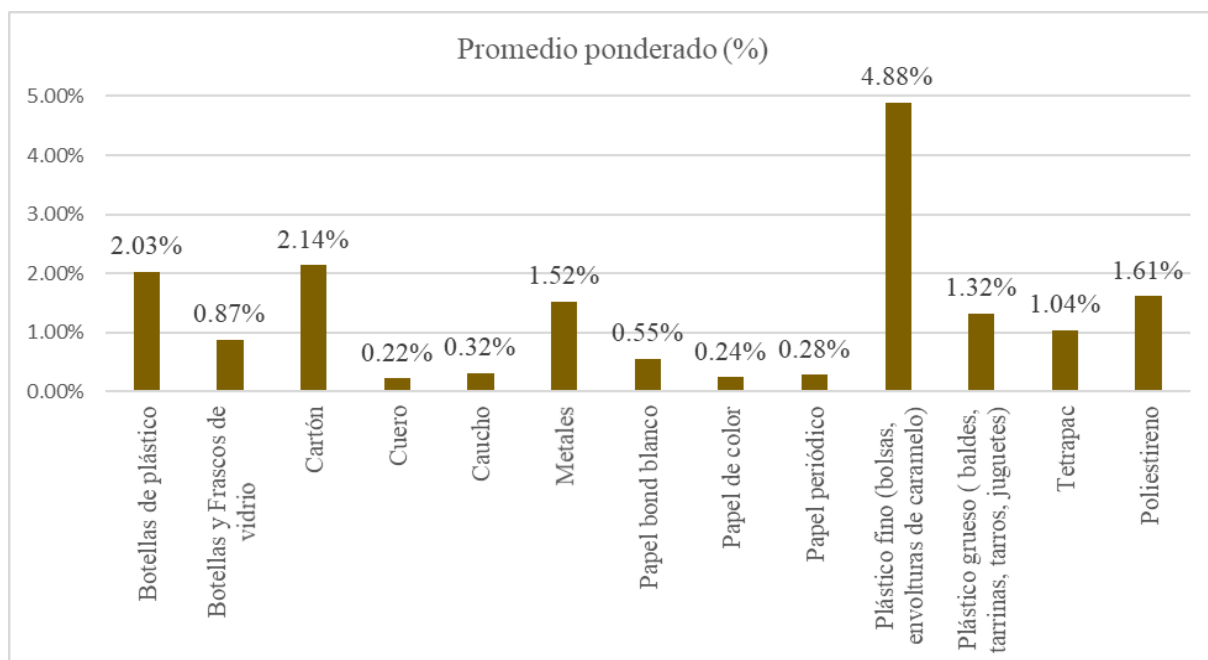
**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

En los RSU de la ciudad de Otavalo al igual que la mayoría de las ciudades de América latina y el caribe como lo menciona Urzola et al. (2016), se genera gran cantidad del componente orgánico en todos sus estratos sociales con un promedio ponderado de 66.88% como se ve en la **Figura 12**. El estrato D tiene 72.47% seguido del C con 70.34%, el estrato B tiene 65.34% y finalmente el A con 48.50%.

- Puede considerarse las variables (patrón de consumo y/o nivel económico de las personas) como lo mencionan Sáez et al. (2014), para decir que el estrato A consume productos procesados y empacados. En el caso de los estratos C y B existe mercados aledaños donde adquieren productos agrícolas como vegetales, hortalizas, frutas, etc. El estrato D al estar ubicados fuera del centro tienen pequeñas huertas de consumo familiar.
- El alto porcentaje de materia orgánica fundamenta una razón probable de las quejas que presentaron los encuestados respecto a los escasos 2 días de recolección para residuos orgánicos (lunes y viernes) frente a los 3 días destinados para recolección de residuos inorgánicos (martes, jueves y sábado) y la ausencia del servicio de recolección los miércoles.

Las **Figura 13** y **Figura 14** muestran el promedio ponderado de los residuos que pueden ser potencialmente reciclados.

**Figura 13:**  
Residuos potencialmente reciclables



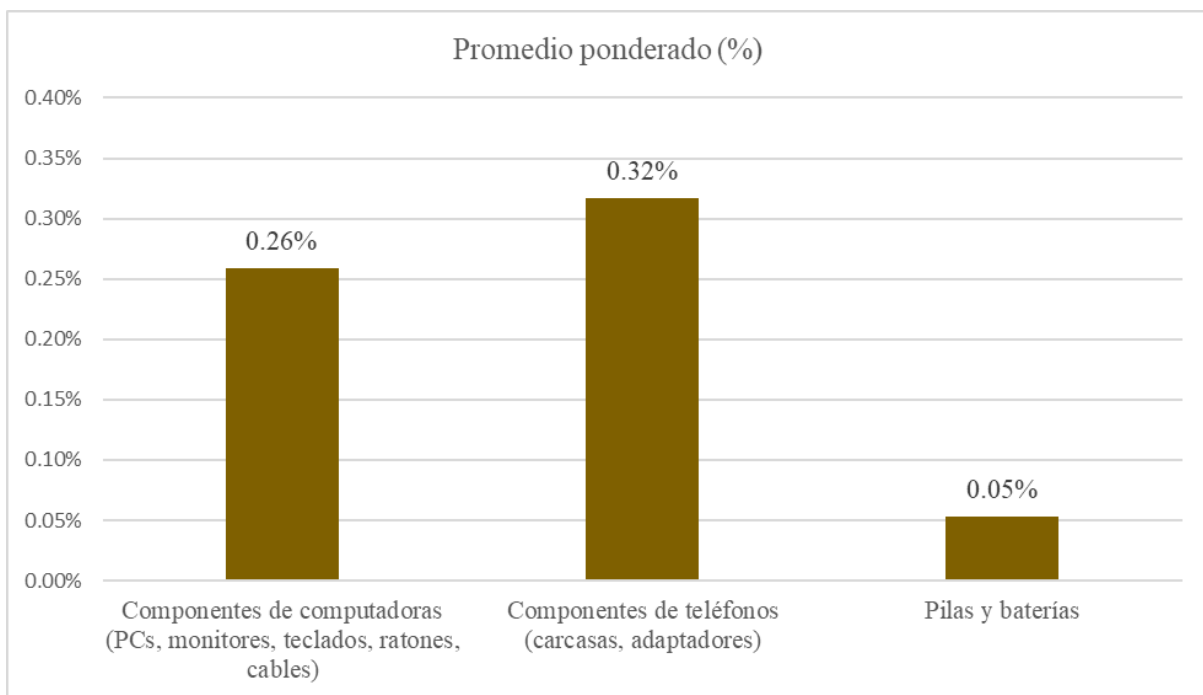
**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

De la **Figura 13**, se tiene que los RSU potencialmente reciclables representan el 17.02% del total. Se encuentra gran cantidad de residuos reciclables de alto valor monetario como metales (1.52%), botellas de plástico (2.03%), cartón (2.14%) y papel (1.07%) sin considerar la presencia de minadores informales. El plástico fino es relativamente alto con 4.88% posiblemente por haberse realizado el muestreo posterior a navidad, aunque este tipo de plástico el más usado a nivel nacional como lo menciona COMERCIO (2019). Los demás componentes se encuentran en pequeñas cantidades.

- La planta de reciclaje de RS de la ciudad de Otavalo recicla solamente botellas de plástico PET y deja de lado a los demás componentes de alto valor que representarían casi el 15% de los RSU.

**Figura 14:**

*Residuos potencialmente reciclables a futuro*



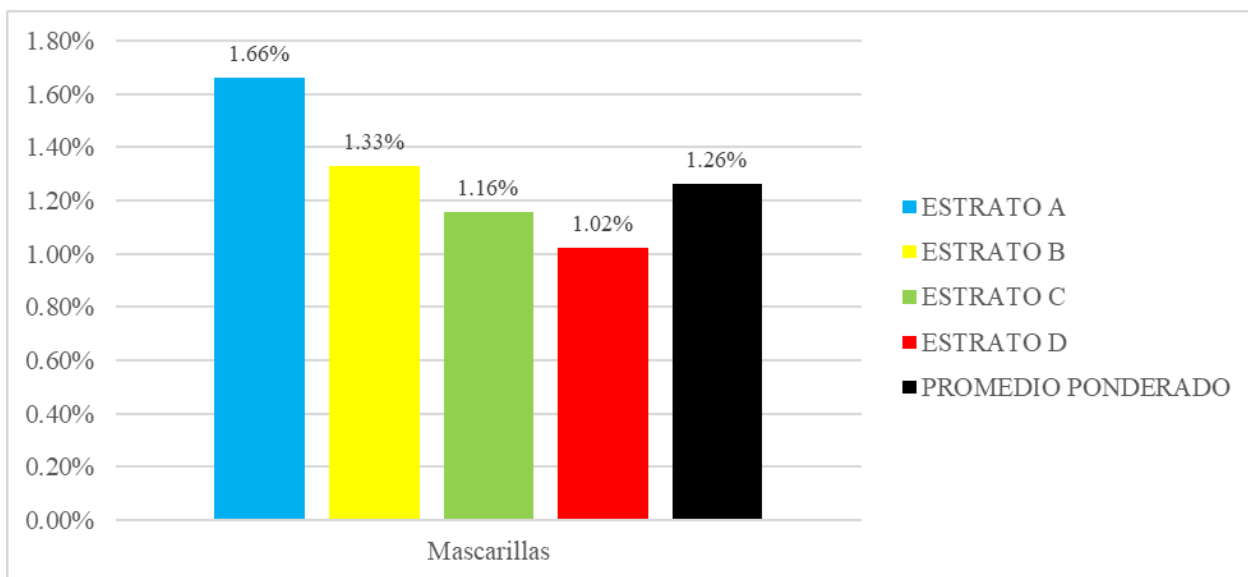
**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

Los residuos potencialmente reciclables a futuro que se muestra en la **Figura 14**, se encuentran en cantidades mínimas (0.63% en total) por lo que no merecen ser reciclados actualmente.

En la **Figura 15** se muestra el promedio ponderado del componente “mascarillas” relativamente nuevo en los RSU residenciales.

**Figura 15:**

*Porcentaje promedio de cada estrato y ponderado del componente “Mascarillas”*



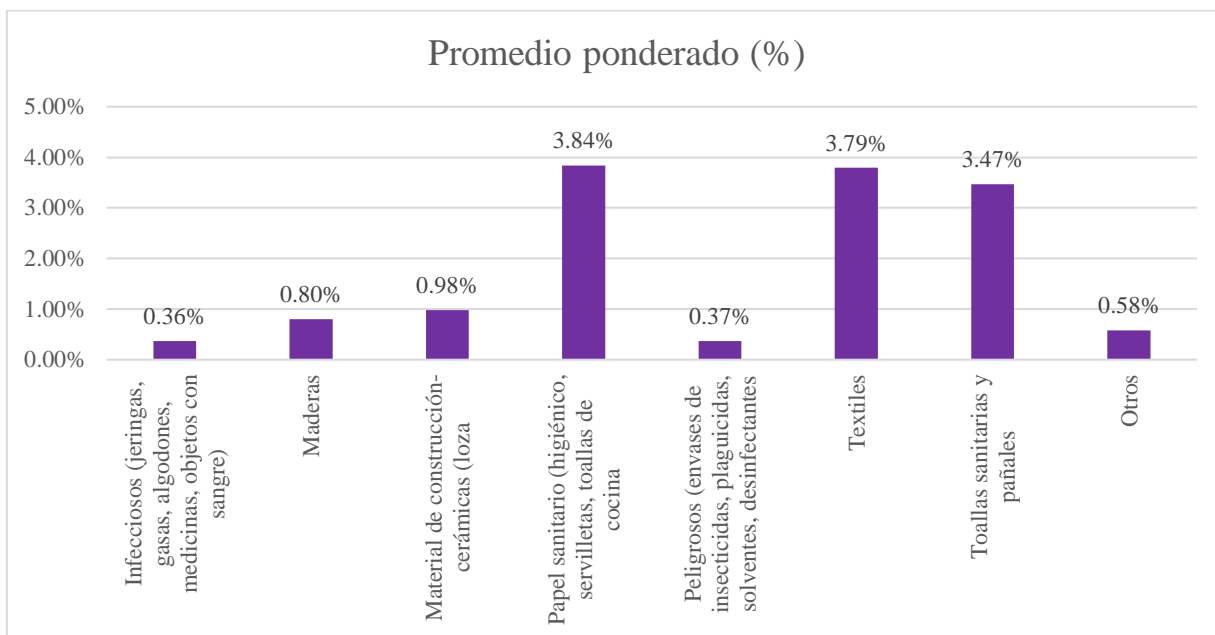
**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

El componente mascarillas representa el 1.26% de los RSU de la ciudad de Otavalo como consta en la **Figura 15**. Fue incluido eventualmente en esta caracterización por tener gran uso a nivel mundial por temas de prevención ante la COVID-19 y es usado actualmente en nuevas tecnologías para materiales de construcción, como la investigación realizada por Saberian et al. (2021), donde las usa como parte de bases y sub bases de pavimentos.

Los residuos sólidos considerados como desechos se muestran en la **Figura 16**.



**Figura 16:**  
*Residuos desechables*



**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

La suma de RSU no aprovechables que se muestra en la **Figura 16**, son considerados como desechos y representan el 14.20% del total. De fortalecer la separación en la fuente actual (orgánico e inorgánico) y ampliar a una clasificación de componentes aprovechables, mejoraría la gestión de recolección, reciclaje y disposición final. Evitando la contaminación de los residuos potencialmente aprovechables por parte de los desechables.

#### **Densidad suelta de RSU residenciales de la ciudad de Otavalo.**

En la **Tabla 13**, se tiene el registro de las densidades sueltas durante los 7 días consecutivos que duro el muestreo.

**Tabla 13:**  
*Densidades diarias durante los 7 días de muestreo*

ESTRATO	DENSIDAD (Kg/m3)						
	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
<b>A</b>	123.33	106.67	139.67	129.67	124.67	137.67	113.00
<b>B</b>	208.67	181.67	191.67	178.67	169.67	200.00	153.33
<b>C</b>	174.33	168.33	209.00	199.33	185.00	212.33	181.33

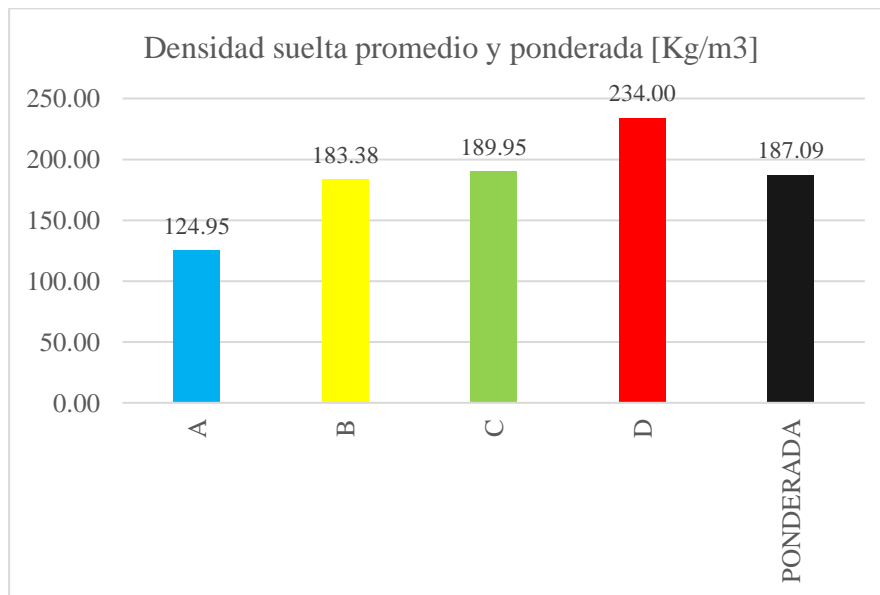
D	243.67	217.33	249.00	242.33	213.33	240.67	231.67
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Fuente: (Cárdenas & Patiño, 2022)

Se realizó el promedio aritmético de las densidades sueltas en cada estrato socioeconómico y también se calculó el promedio ponderado de 187.09 Kg/m<sup>3</sup>. La densidad más alta le corresponde al estrato D y la más baja al estrato A como se muestra a continuación en la **Figura 17**.

**Figura 17:**

*Densidad suelta promedio y ponderada (Kg/m3)*



Fuente: (Cárdenas & Patiño, 2022)

La densidad suelta está relacionada directamente con el peso y composición física de RSU de cada estrato socioeconómico.

- El estrato D con 234.00 Kg/m<sup>3</sup> tiene la densidad suelta más alta y también el porcentaje de materia orgánica más alto. El estrato A refleja la densidad más baja con 124.95 kg/m<sup>3</sup>, pero los RS que producen son más ligeros y de origen industrial como botellas plásticas, cartón, plásticos de envolturas.
- En el estrato C y B se tiene una densidad similar (183.38 y 189.95) kg/m<sup>3</sup> respectivamente. Al analizar la **Tabla 12** y comparar componentes el estrato C posee mayor materia orgánica que B, sin embargo, B tiene mayor cantidad de toallas, pañales y textiles. De tal forma que su densidad tiende a igualarse.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### Conclusiones.

- Por medio de la caracterización urbanística, se cuantificó que el 90.94% de las manzanas urbanas pertenecen a un uso de suelo tipo residencial. El estrato de ingresos mayores que el promedio “B” es el de mayor presencia en toda la ciudad con el 57.18% y presenta mayor agrupación en la zona comercial en los sectores de (San Sebastián, Otavalo Central, El Batán y Copacabana). La curva de tendencia urbanística de Otavalo comparte la misma tendencia de otras ciudades estratificadas años atrás como Riobamba, Chambo, Guaranda, Macas y Ventanas.
- La caracterización socioeconómica permitió establecer ciertas relaciones entre el giro económico de los habitantes Otavaleños, número de habitantes por vivienda y su producción de residuos sólidos. El 49.62% de los habitantes se dedican al comercio y/o manufactura. Y se identifica una relación inversamente proporcional entre el nivel socioeconómico y el número de personas por vivienda.
- Se cuantificó una producción Per Cápita de residuos sólidos para la zona urbana de Otavalo de 0.63 Kg /Hb/día. Con la población urbana que estima el GAD municipal de 44 536 habitantes, el sistema de recolección recogería 28 Toneladas de RS diariamente.
- Se identificó que la Producción Per Cápita de residuos sólidos urbanos es inversamente proporcional al número de habitantes por vivienda, es decir, a medida que el número de habitantes de una vivienda aumenta la producción per cápita disminuye. A través del registro diario, se identificó que el pico más alto respecto al pesaje de residuos sólidos tiene lugar el martes.
- Mediante la determinación de la composición física, se logró identificar que la materia orgánica representa el 66.88% y los componentes potencialmente reciclables el 18.92%. Teniendo que el 85.8% de los residuos sólidos urbanos pueden ser aprovechables y el 14.2% restante se lo debería depositar directamente en el relleno sanitario, por ser considerados como desechos o basura.
- Se cuantificó una densidad suelta de 187.09 Kg/m<sup>3</sup>. Existe una relación entre densidad suelta, la composición física de residuos sólidos y el poder de compra de los usuarios. Aquellos estratos socioeconómicos con mayor poder de compra presentan grandes cantidades de productos ligeros de origen industrial y su densidad es menor, al contrario de los estratos de nivel bajo que presentan una densidad alta.

### **Recomendaciones.**

- Se recomienda al GADM de Otavalo fortalecer la separación en la fuente mediante capacitaciones a la ciudadanía y/o publicidad constante.
- Se recomienda fortalecer la planta de reciclaje del relleno sanitario de Karabuela, para recuperar la mayor cantidad de residuos sólidos de alto valor monetario como botellas plásticas, cartón, metales, etc.
- Se recomienda al GADM de Otavalo aumentar la recolección de residuos orgánicos o que por lo menos se vuelva a recolectar este tipo de residuos los miércoles, ya que la producción de materia orgánica es mayor a la inorgánica, además de que se descompone y causa malos olores.
- Se recomienda implementar un sistema de contenerización, especialmente en la zona comercial urbana de la ciudad, para evitar que las esquinas de las manzanas sean puntos de acopio de fundas de basura y más tarde animales y/o minadores las rompan y se dispersen en aceras y calles.
- Se recomienda a futuras investigaciones realizar el trazado de nuevas rutas de recolección, con los resultados de esta investigación, considerando que esta caracterización debe ser actualizada en 2 años.

## CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA.

- Arellano , A., Gónzales , J., & Gavilanes , V. (2012). *Método de caracterización urbanística y socioeconómica para poblaciones menores que 150.000 habitantes*. UNACH, ITICS, Riobamba. Recuperado el 31 de Enero de 2022, de [https://www.researchgate.net/publication/343267087\\_METODO\\_DE\\_CARACTERIZACION\\_URBANISTICA\\_Y\\_SOCIOECONOMICA\\_PARA\\_POBLACIONES\\_MENORES\\_QUE\\_150000\\_HABITANTES\\_AUTORES](https://www.researchgate.net/publication/343267087_METODO_DE_CARACTERIZACION_URBANISTICA_Y_SOCIOECONOMICA_PARA_POBLACIONES_MENORES_QUE_150000_HABITANTES_AUTORES)
- Arellano, A., & Cabezas, L. (2014). *Método para la determinación de la muestra para estudios de producción de residuos sólidos y/o consumo de agua potable en poblaciones menores a 150.000 habitantes*. UNACH. Recuperado el 31 de Enero de 2022, de [https://www.researchgate.net/publication/343267386\\_METODO\\_PARA\\_LA\\_DETERMINACION\\_DE\\_LA\\_MUESTRA\\_PARA\\_ESTUDIOS\\_DE\\_PRODUCCION\\_DE\\_RESIDUOS\\_SOLIDOS\\_Y-O\\_DE\\_CONSUMO\\_DE\\_AGUA\\_POTABLE\\_EN\\_POBLACIONES\\_MENORES\\_A\\_150000\\_HABITANTES](https://www.researchgate.net/publication/343267386_METODO_PARA_LA_DETERMINACION_DE_LA_MUESTRA_PARA_ESTUDIOS_DE_PRODUCCION_DE_RESIDUOS_SOLIDOS_Y-O_DE_CONSUMO_DE_AGUA_POTABLE_EN_POBLACIONES_MENORES_A_150000_HABITANTES)
- Arellano, A., Gonzáles , J., & Gavilanes , A. (2014). *Características de los residuos sólidos de Riobamba*. Recuperado el 10 de Febrero de 2022, de [https://www.researchgate.net/publication/343267462\\_CARACTERISTICAS\\_DE\\_LOS\\_RESIDUOS\\_SOLIDOS\\_DE\\_RIOBAMBA](https://www.researchgate.net/publication/343267462_CARACTERISTICAS_DE_LOS_RESIDUOS_SOLIDOS_DE_RIOBAMBA)
- Arellano, A., Gonzáles, J., & Gavilanes, A. (2013). *Técnicas de muestreo y caracterización de residuos sólidos para poblaciones menores que 150.000 Habitantes*. UNACH. Recuperado el 31 de Enero de 2022, de [https://www.researchgate.net/publication/343267617\\_TECNICAS\\_DE\\_MUESTREO\\_Y\\_CARACTERIZACION\\_DE\\_RESIDUOS\\_SOLIDOS\\_PARA\\_POBLACIONES\\_MENORES\\_QUE\\_150000\\_HABITANTES](https://www.researchgate.net/publication/343267617_TECNICAS_DE_MUESTREO_Y_CARACTERIZACION_DE_RESIDUOS_SOLIDOS_PARA_POBLACIONES_MENORES_QUE_150000_HABITANTES)
- Cabezas, H., & Jami, P. (2018). *Evaluación diagnóstico y propuesta del manejo de residuos sólidos de las rutas de Ibarra*. Quito. Recuperado el 03 de Febrero de 2022
- Castillo, M. (2012). *Consultoría para la realización de un estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos domésticos y asimilables a domésticos para el distrito metropolitano de Quito*. Consultoría, Quito. Recuperado el 02 de Enero de 2022, de [http://www.emaseo.gob.ec/documentos/pdf/Caracterizacion\\_residuos.pdf](http://www.emaseo.gob.ec/documentos/pdf/Caracterizacion_residuos.pdf)
- COMERCIO, E. (19 de Octubre de 2019). *Fundas tipo camiseta son los plásticos de un solo uso más empleados en el país*, pág. 1. Recuperado el 02 de Febrero de 2022, de <https://www.elcomercio.com/tendencias/fundas-camiseta-plasticos-ecuador-impuesto.html>
- ECURED. (10 de Febrero de 2022). Obtenido de ECURED: [https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n\\_Otavalo\\_\(Ecuador\)](https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n_Otavalo_(Ecuador))
- GADMO. (10 de Febrero de 2019). *Gobierno Autonomo Descentralizado Del Canton Otavalo*. Obtenido de <http://www.otavalo.gob.ec/alcalde/itemlist/category/4-datos-de-otavalo.html>

- GADMO. (23 de Enero de 2020). *Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Canton Otavalo*. Obtenido de Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Canton Otavalo:  
<http://www.otavalo.gob.ec/noticias/itemlist/tag/Direcci%C3%B3n%20de%20Gesti%C3%B3n%20Ambiental.html>
- Galarza, E. (2019). *Evaluación de la capacidad energética de chimeneas del relleno sanitario de carabela del cantón Otavalo*. Ibarra. Obtenido de <https://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/379/1/1.%20TESIS%20GUSTAVO%20GALARZA.pdf>
- García , T., & Coral, K. (2019). *Caracterización de los residuos sólidos urbanos generados en la parroquia el vecino- Cuenca y estimación del metano teórico generado por los mismos*. Quito.
- González, J., & Gavilanes, A. (2014). *ANÁLISIS SITUACIONAL DE LOS RESIDUOS URBANOS Y PROPUESTA TÉCNICA DE OPTIMIZACIÓN DE TRANSPORTE Y RUTAS EN LA CIUDAD DE CHAMBO, CHIMBORAZO*. Riobamba.
- Hoorweg , D., & Bhada, P. (2012). A Global Review of Solid Waste Management. *The World Bank*, 80-95. Recuperado el 20 de Octubre de 2021, de <https://www.ccacoalition.org/en/resources/what-waste-global-review-solid-waste-management-urban-development-series-knowledge-papers>
- INEC. (2011). *Encuesta de estratificación del nivel socioeconómico*. Quito. Recuperado el 02 de Enero de 2022, de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/Encuesta\\_Estratificacion\\_Nivel\\_Socioeconomico/111220\\_NSE\\_Presentacion.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/Encuesta_Estratificacion_Nivel_Socioeconomico/111220_NSE_Presentacion.pdf)
- INEC. (2020). *Boletín Técnico N-01-2020-GADM Residuos Sólidos*. Boletín, Quito. Recuperado el 02 de Enero de 2020, de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Municipios\\_2018/Residuos\\_solidos\\_2018/Boletin\\_Tecnico\\_Residuos\\_2018.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2018/Residuos_solidos_2018/Boletin_Tecnico_Residuos_2018.pdf)
- INEC. (2020). *Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autonomos Descentralizados Municipales*. Quito. Recuperado el 20 de Octubre de 2021, de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Municipios\\_2019/Residuos\\_solidos\\_2019/PRESENTACION%20RESIDUOS\\_2019.pptxV06.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2019/Residuos_solidos_2019/PRESENTACION%20RESIDUOS_2019.pptxV06.pdf)
- Kawai, K., & Tasaki, T. (2016). Revisiting estimates of municipal solid waste generation per capita. 7-8.
- MINAM. (2014). *Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (EC-RSM)*. Recuperado el 03 de Febrero de 2022, de <https://redrrs.minam.gob.pe/material/20150302182233.pdf>

- Ojeda, Lozano, & Quintero. (2018). Generación de residuos sólidos domiciliarios por periodo estacional: el caso de una ciudad mexicana. *Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos*.
- Pérez , F., & Lara , V. (2015). *Caracterización de los residuos sólidos de la ciudad de baños y propuesta técnica de prereciclaje de botellas , plásticos y cartón*. Riobamba, Ecuador.
- Rosales, J. (09 de Diciembre de 2021). EL COMERCIO. *En Imbabura se busca aprovechar desechos sólidos de cuatro cantones*, pág. 1. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/imbabura-desechos-solidos-otavalo-cotacachi.html>
- Rosales, S. (2015). *DISEÑO DE UNA PROPUESTA TÉCNICA PARA LAS RUTAS DE RECOLECCIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS URBANOS, EN LA CIUDAD DE TENA*. Riobamba: UNACH.
- Saberian, M., Kilmartin, L., & Boroujeni, M. (2021). Repurposing of COVID-19 single-use face masks for pavements base/subbase. *Science of the Total Environment*. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.145527
- Saéz, A., & Urdaneta, J. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina. *Omnia*, 2-16.
- Saéz, A., Urdaneta, G., & Joheni, A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 8. Recuperado el 02 de Febrero de 2022, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73737091009>
- Sánchez, M., Cruz, J., & Maldonado, P. (2019). Gestión de residuos sólidos urbanos en América Latina: un análisis desde la perspectiva de la generación. *Finanz. polit. econ*, 6. doi:<http://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2019.11.2.6>
- Santillan, V. (2018). *CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y PROPUESTA TÉCNICA PARA TRANSPORTE Y RUTAS DE RECOLECCIÓN EN LA PARROQUIA SAN LUIS, CANTÓN RIOBAMBA*. Riobamba.
- Say, A. (2016). *Manejo de la basura y clasificación*. Recuperado el 02 de Febrero de 2022, de [http://www.biblioteca.usac.edu.gt/EPS/07/07\\_1989.pdf](http://www.biblioteca.usac.edu.gt/EPS/07/07_1989.pdf)
- Solíz , M., Durango , J., Solano, J., & Yépez, M. (2020). *Cartografía de residuos sólidos en Ecuador*. Quito. Recuperado el 02 de Enero de 2022, de <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Cartograf%C3%ADa-residuos-s%C3%B3lidos-Ecuador-2020.pdf>
- Solíz, M., Durango, J., Solano, J., & Yépez, M. (2020). *Cartografía de residuos sólidos en Ecuador*. Quito.
- Urzola, M., Aguilar, Q., Hernández, M., & Taboada, P. (2016). Generación y composición de los residuos sólidos urbanos en América latina y el caribe. *ResearchGate*. doi:10.20937/RICA.2016.32.05.02
- Zafra, C. (2015). A methodology for designing urban solid waste collection by means of extreme. *Ingeniería e Investigación*. Recuperado el 03 de Febrero de 2022, de <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v29n2/v29n2a19.pdf>

Zepeda, F. (2018). Tecnologías para residuos sólidos. *Saneamiento rural y salud*. Recuperado el 03 de Febrero de 2022, de <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/Sanemiento-Capitulo7.pdf>



## CAPÍTULO VII. ANEXOS.

### Anexo 1:

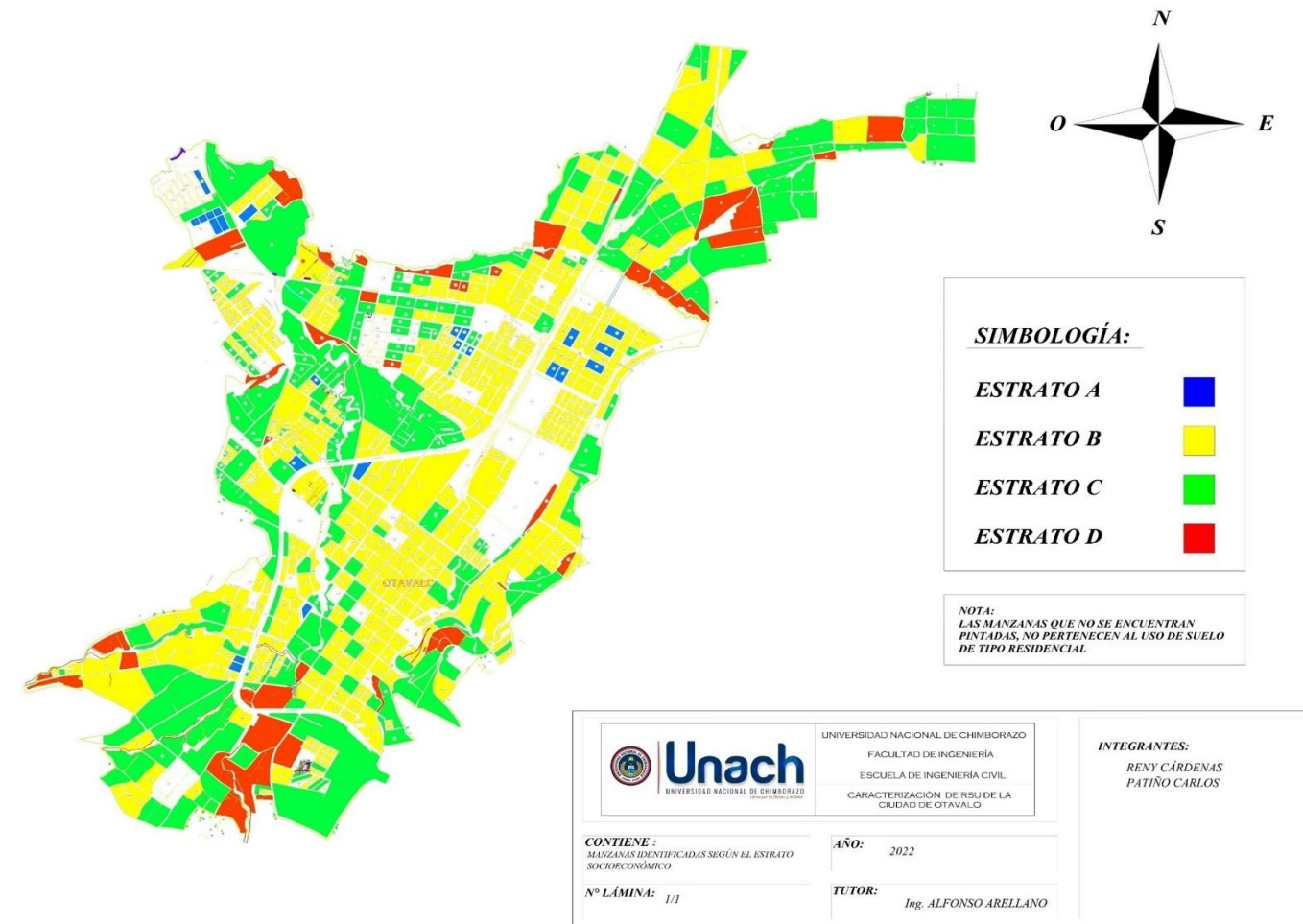
*Problemas generados por la baja cobertura del sistema de recolección urbana de Otavalo.*



**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

**Anexo 2:**

*Planimetría con la identificación de 4 estratos socioeconómicos*



**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

**Anexo 3:**

*Ficha para la Caracterización Urbanística*

FECHA:				CANTIDAD DE ESDIFICACIONES DE USO:								VIVIENDAS (#)				CALIDAD			SERVICIOS QUE DISPONE								
S E C T O R	Mz N°	Lados	# de casas	RESIDENCIAL	COMERCIO	MIXTA	MERCADO	EDUCACION	GESTION PUBLICA	PARQUES	SALUD	IGLESIAS	BALDIO	1	2	3	4	FACHADAS (calificar del 1-5)	CALZADA (MARQUE CON UNA X)			1.- AGUA POTABLE 2.- LUZ ELECTRICA 3.- ALCANTARILLADO 4.- ALUMBRADO PUBLICO 5.- SEGURIDAD PRIVADA					
														PISOS	PISOS	PISOS	PISOS		ASF/ADQ	PIEDRA	TIERRA	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
			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: (Arellano et al., 2012)

### Anexo 4:

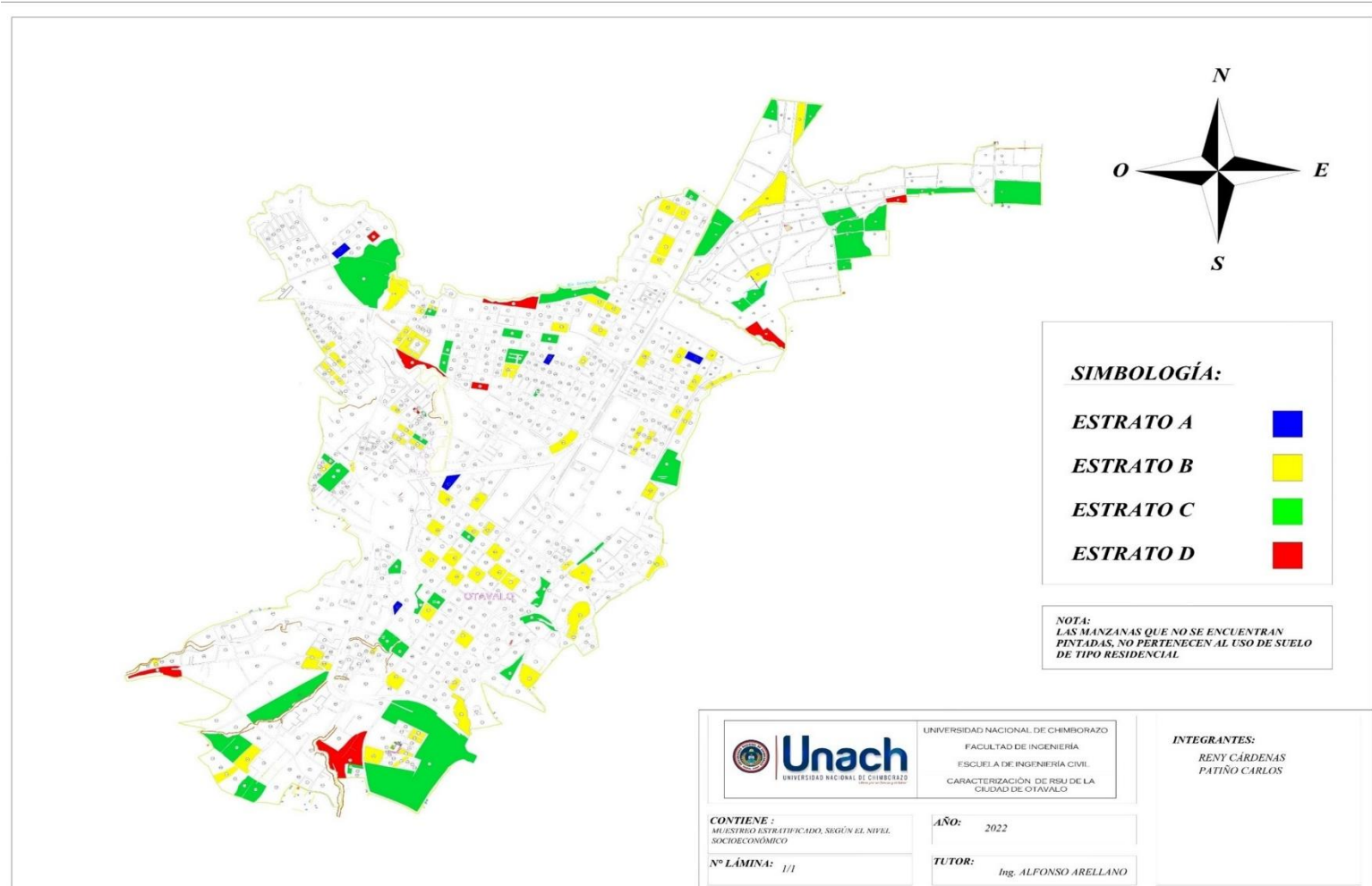
### Encuesta Socioeconómica para la Caracterización de Residuos Sólidos

INFORMACION GENERAL																		
ENCUESTA N°	DIRECCION:	FECHA:	SECTOR INEC:	MANZANA	CASA CODIGO													
NOMBRE DEL ENCUESTADO:		ES UD LA CABEZA DEL HOGAR		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>													
INFORMACION SOCIOECONOMICA																		
1.- N° DE PERSONAS QUE HABITAN EN EL HOGAR <input type="text"/>	2.- No DE PERSONAS QUE DUERMEN GENERALMENTE EN EL HOGAR <input type="text"/>	3.- EN QUE TRABAJA UDTED				4.- No DE PERSONAS APORTAN ECONOMICAMENTE EN EL HOGAR <input type="text"/>	5.- A CUANTAS PERSONAS MANTIENE <input type="text"/>	6.-										
		1) JUBILADO <input type="checkbox"/>	2) COMERCIANTE <input type="checkbox"/>	3) TRANSPORTISTA <input type="checkbox"/>	4) AGRICULTOR <input type="checkbox"/>			5) GANADERO <input type="checkbox"/>	6) ENSEÑANZA <input type="checkbox"/>	7) GERENTE O DIRECTOR <input type="checkbox"/>	8) TRABAJADOR DE LOS SERVICIOS <input type="checkbox"/>	9) PROFESIONAL /TECNICO <input type="checkbox"/>	10) MANUFACTURA <input type="checkbox"/>	11) EMPLEADO DE OFICINA <input type="checkbox"/>	12) TRABAJADOR NO CALIFICADO <input type="checkbox"/>	13) OPERADOR DE MAQUINARIA <input type="checkbox"/>	14) ESTUDIANTE <input type="checkbox"/>	15) OTRO <input type="checkbox"/>
13.- TIENEN VEHICULO 1) SI <input type="checkbox"/> 2) NO <input type="checkbox"/>	12.- LA VIVIENDA ES 1) PROPIA <input type="checkbox"/>	11.- LA VIVIENDA QUE UD HABITA LA UTILIZA COMO				10.- No DE DORMITORIOS DE LA VIVIENDA <input type="text"/>	9.- No DE PISOS QUE OCUPA EN LA VIVIENDA <input type="text"/>	8.- CUALES		7.-TIENE ANIMALES								
USO PERSONAL <input type="checkbox"/>	2) ARRENDADA <input type="checkbox"/>	COMERCIAL <input type="checkbox"/>	VENTA DE COMIDAS Y BEBIDAS <input type="checkbox"/>	MECANICA <input type="checkbox"/>	EDUCATIVA <input type="checkbox"/>		PERRO <input type="checkbox"/>	CUY <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>									
DE TRABAJO <input type="checkbox"/>	3) PRESTADA <input type="checkbox"/>	TIENDA DE ABASTOS <input type="checkbox"/>	SUPERMERCADO <input type="checkbox"/>	OFICINA <input type="checkbox"/>	RESIDENCIAL <input type="checkbox"/>		GATO <input type="checkbox"/>	OVEJA <input type="checkbox"/>	CUANTOS <input type="text"/>									
	4) HEREDADA <input type="checkbox"/>	ROPA <input type="checkbox"/>	LAVADORA <input type="checkbox"/>	FARMACIA <input type="checkbox"/>	CASA <input type="checkbox"/>		CHANCHOS <input type="checkbox"/>	AVES <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>									
		PELUQUERIA <input type="checkbox"/>	PELUQUERIA <input type="checkbox"/>	LICORERIA <input type="checkbox"/>	DEPARTAMENTO <input type="checkbox"/>		BURRO <input type="checkbox"/>	OTRO <input type="text"/>										
				PAPELERIA <input type="checkbox"/>	CUARTO <input type="checkbox"/>		CONejo <input type="checkbox"/>											
14.- SERVICIOS QUE DISPONE				15.- CUALES DE LOS SIGUIENTES GASTOS SON MAS IMPORTANTES (ENUMERE EN ORDEN DE IMPORTANCIA)				16.- TIENE JARDIN										
1) AGUA POTABLE <input type="checkbox"/>	5) ALUMBRADO PUBLICO <input type="checkbox"/>	9) TV PAGADA <input type="checkbox"/>		ALIMENTACION <input type="checkbox"/>	EDUCACION <input type="checkbox"/>	SEGUROS <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>											
2) LUZ ELECTRICA <input type="checkbox"/>	6) RECOLECCION DE BASURA <input type="checkbox"/>	10) EMPLEADA DOMESTICA <input type="checkbox"/>		SALUD <input type="checkbox"/>	VESTUARIO <input type="checkbox"/>	VIAJES <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>											
3) TELF CONVENCIONAL <input type="checkbox"/>	7) TELF CELULAR <input type="checkbox"/>	11) SEGURIDAD PRIVADA <input type="checkbox"/>		VIVIENDA <input type="checkbox"/>	CREDITOS <input type="checkbox"/>	OTROS <input type="text"/>												
4) ALCANTARILLADO <input type="checkbox"/>	8) INTERNET <input type="checkbox"/>	12) OTRO <input type="text"/>																
RESIDUOS																		
21.- BOTA UD EL PAPEL HIGIENICO EN EL INODORO	20.- COBRA ALGO POR ENTREGAR ESTOS MATERIALES A LOS RECICLADORES	19.- CADA CUANTO TIEMPO ENTREGA ESTOS MATERIALES A LOS RECICLADORES		18.- QUE TIPO DE MATERIALES ENTREGA A LOS RECICLADORES			17.- ENTREGA ALGUN TIPO DE BASURA A LOS RECICLADORES											
SI <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	CONSTANTEMENTE <input type="checkbox"/>		1) CHATARRA <input type="checkbox"/>	4) PAPEL Y CARTON <input type="checkbox"/>	7) REDISUOS PARA CHANCHOS <input type="checkbox"/>		SI <input type="checkbox"/>										
NO <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	A VECES <input type="checkbox"/>		2) ROPA <input type="checkbox"/>	5) PERIODICO <input type="checkbox"/>	8) OTRO <input type="text"/>		NO <input type="checkbox"/>										
A VECES <input type="checkbox"/>	A VECES <input type="text"/>	OTRO <input type="text"/>		3) BOTELLAS <input type="checkbox"/>	6) MUEBLES <input type="checkbox"/>													
OBSERVACIONES DE CAMPO																		
SIMBOLOGIA	TIPO DE VIVIENDA (INEC)	ESTADO DE FACHADA		ACERA		CALLE		CATEGORIA										
CALIDAD	- MEDIAGUA <input type="checkbox"/>	A		TIPO	CATEGORIA	TIPO	CATEGORIA											
EN OPTIMAS CONDICIONES A	- RANCHO <input type="checkbox"/>	B		BALDOSA <input type="checkbox"/>	A	ASFALTADA <input type="checkbox"/>	A											
EN BUENAS CONDICIONES B	- COVACHA <input type="checkbox"/>	C		ENCEMENTAD <input type="checkbox"/>	B	ADOQUINADA <input type="checkbox"/>	B											
EN MALAS CONDICIONES C	- CHOZA <input type="checkbox"/>			TIERRA <input type="checkbox"/>	C	LASTRADA <input type="checkbox"/>	C											
	*Se refiere al estado de elementos como: pintura exterior, ventanas, puertas, cubierta, cerramien																	
NOMBRE DEL ENCUESTADOR					FIRMA													

Fuente: (Arellano et al., 2012)

**Anexo 5:**

*Identificación de la muestra en la Planimetría Urbana*



**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

**Anexo 6:***Resultado de la Caracterización Socioeconómica*

<b>ENCUESTA N°</b>	<b>MANZANA N°</b>	<b>CODIGO</b>	<b>NOMBRE DEL ENCUESTADO</b>	<b>PUNTUACION</b>	<b>CATEGORIA</b>
1	176	A-101	Maria Yasilga	76	A
2	434	A-102	Wilian León	79	A
3	460	A-103	Segundo Pinto	80	A
4	601	A-104	Pedro Basurto	75	A
5	772	A-105	Vicente Otavalo	85	A
6	713	B-201	Amparo Burbano	56	B
7	715	B-202	Erika Achina	50	B
8	719	B-203	Jessica Vera	56	B
9	725	B-204	Fernando Morales	60	B
10	691	B-205	Evelyn Gonzales	61	B
11	693	B-206	Liliana Castro	55	B
12	744	B-207	Juan Zapata	65	B
13	658	B-208	Wendy Toapanta	50	B
14	672	B-209	Blanca Cevillano	56	B
15	619	B-210	Alexandra Lozano	50	B
16	586	B-211	Antony Chauza	56	B
17	516	B-212	Rosa Araguillin	66	B
18	272	B-213	Luis Porate	56	B
19	481	B-214	Edison Caceres	56	B
20	480	B-215	Sayri Velasquez	66	B
21	496	B-216	Aron Cedeño	55	B
22	468	B-217	Maria Perguache	65	B
23	357	B-218	Alex Mora	50	B
24	362	B-219	Selena Torres	50	B
25	325	B-220	Rosa Santillan	55	B
26	324	B-221	Maria Maldonado	60	B
27	734	B-222	Evelyn Gonzales	61	B
28	256	B-223	Stalin Cabascango	50	B
29	735	B-224	Wendy Toapanta	50	B
30	306	B-225	Edison Andrade	50	B
31	249	B-226	Dolores Jativa	60	B
32	258	B-227	Patricia Acosta	70	B
33	320	B-228	Edison Endara	70	B
34	107	B-229	Blanca Cevillano	56	B
35	245	B-230	Maria Morales	55	B
36	51	B-231	Vicente Herrera	66	B

37	91	B-232	Blanca Aguilares	60	B
38	647	B-233	Alba Cabascan	66	B
39	472	B-234	Jaime Pastic	60	B
40	260	B-235	Laura Castillo	66	B
41	156	B-236	Yolanda Ramos	51	B
42	46	B-237	Sairi Cruz	60	B
43	387	B-238	Marcos Quinchuqui	61	B
44	515	B-239	Liliana Maldonado	50	B
45	526	B-240	Erika Vargas	66	B
46	96	B-241	Jorge Angulo	66	B
47	747	B-242	Daniela Vera	65	B
48	155	B-243	Jesica Otavalo	50	B
49	530	B-244	Pablo Vega	61	B
50	499	B-245	Vicente Quichinche	66	B
51	385	B-246	Alejandro Aguilares	66	B
52	531	B-247	Antonio Cotacachi	66	B
53	378	B-248	Carmen Villalta	61	B
54	428	B-249	Andres Acosta	50	B
55	639	B-250	Ana Gutierrez	50	B
56	466	B-251	Carlos Morales	56	B
57	130	B-252	Marcos Vega	56	B
58	764	B-253	Victoria Garcia	55	B
59	564	B-254	Mario Perez	61	B
60	640	B-255	Jorge Sanchez	51	B
61	425	B-256	Marta Martinez	65	B
62	410	B-257	Laura Lopez	60	B
63	412	B-258	Ricardo Fernandez	54	B
64	101	B-259	Paul Llerena	54	B
65	527	B-260	Juan Aguilar	56	B
66	108	B-261	Andrea Ruiz	65	B
67	37	B-262	Cristina Montoya	55	B
68	667	B-263	Rafael Lema	64	B
69	95	B-264	Pablo Peralta	61	B
70	729	B-265	Valeria De La Torre	65	B
71	508	B-266	Luciana Maldonado	60	B
72	139	B-267	Diego Moncayo	66	B
73	411	B-268	Sergio Vega	66	B
74	141	B-269	Susana Otavalo	55	B
75	423	B-270	Silvia Cotacachi	55	B

76	172	B-271	Andres Ramos	64	B
77	506	B-272	Jose Valencia	50	B
78	392	B-273	Lucas Montoya	56	B
79	129	B-274	Pacarina Silva	56	B
80	503	B-275	Joel Maldonado	55	B
81	573	B-276	Maria Bazan	59	B
82	707	C-301	Janelis Astudillo	35	C
83	695	C-302	Jose Anrango	36	C
84	696	C-303	Maria Morales	35	C
85	605	C-304	Soledad Morales	36	C
86	584	C-305	Jeovanny Casimba	31	C
87	41	C-306	Maria Suarez	31	C
88	14	C-307	Pablo Castillo	36	C
89	21	C-308	Aurora Guapi	25	C
90	352	C-309	Veronica Huajan	41	C
91	360	C-310	Manuel Manriquez	41	C
92	311	C-311	Mario Morales	35	C
93	253	C-312	Viviana Chuquin	35	C
94	500	C-313	Maribel Cifuentes	40	C
95	17	C-314	Vanesa Lopez	46	C
96	205	C-315	Maryuri Farinango	40	C
97	20	C-316	María Diaz	41	C
98	55	C-317	Blanca Conejo	46	C
99	561	C-318	Vanesa Lopez	46	C
100	213	C-319	Claudia Erazo	35	C
101	23	C-320	Martin Zambrano	45	C
102	511	C-321	Vicente Jetacama	35	C
103	321	C-322	Jesy Duran	25	C
104	563	C-323	Alex Cachimuel	46	C
105	684	C-324	Jhon Villagran	45	C
106	422	C-325	Miguel Cabascango	40	C
107	429	C-326	Alexa Criollo	45	C
108	681	C-327	Manuel Quinchuguango	40	C
109	203	C-328	Alba Anrrango	45	C
110	66	C-329	Silvia Males	45	C
111	38	C-330	Maria Perugachi	45	C
112	279	C-331	Damian Mendez	46	C
113	603	C-332	Enrique Muños	36	C
114	554	C-333	Carmen Pazmiño	45	C
115	16	C-334	Diego Sanchez	35	C
116	200	C-335	Ana Montero	46	C



117	228	C-336	Luis Almeida	46	C
118	543	C-337	Daniel Veloz	36	C
119	24	C-338	Valentina Durango	41	C
120	195	C-339	Fabian Tinoco	45	C
121	65	C-340	Julio Moncayo	36	C
122	721	C-341	Marcos Agualongo	41	C
123	730	C-342	Alberto Quinchuqui	45	C
124	82	C-343	Deisi Peñafiel	36	C
125	310	D-401	Manuela Erazo	20	D
126	116	D-402	Elsa Teran	21	D
127	301	D-403	Alexandra Yamberla	21	D
128	19	D-404	Luis Lema	16	D
129	71	D-405	Juan Peralta	22	D
130	232	D-406	Luis Erazo	20	D
131	708	D-407	Roberto Jativa	16	D
132	677	D-408	Inti Farinango	20	D
133	432	D-409	Fabian Diaz	20	D

---

**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)

**Anexo 7:**

*Registro fotográfico del proceso*



**Fotografía 1:** Caracterización urbanística



**Fotografía 2:** Caracterización socioeconómica



**Fotografía 3:** Codificación de las viviendas



**Fotografía 4:** Entregas de fundas previo al enceramiento



**Fotografía 5:** Enceramiento



**Fotografía 6:** Recolección de muestras y entrega de fundas diarias



**Fotografía 7:** Traslado de muestras hacia el lugar de trabajo en campo



**Fotografía 8:** Pesaje de muestras por estrato



**Fotografía 9:** Homogenización de RSU



**Fotografía 10:** Cuarteo de RSU





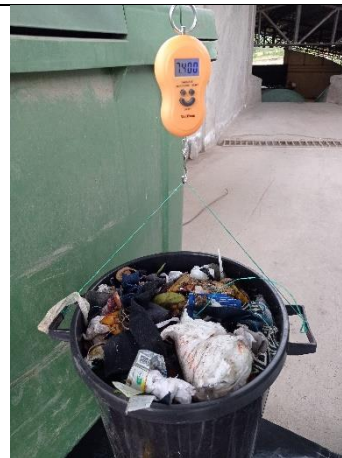
**Fotografía 11:** Pesaje del componente pañales y toallas sanitarias



**Fotografía 12:** Separación de componentes físicos



**Fotografía 13:** Eliminación de vacíos previo a la obtención de la densidad suelta



**Fotografía 14:** Pesaje del balde de 30 litros mas residuos solidos previo a la obtención de la densidad suelta

**Fuente:** (Cárdenas & Patiño, 2022)