

UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES

**Análisis de la generación per cápita y composición
gravimétrica de residuos sólidos procedentes de diferentes
fuentes de la ciudad de Cuenca.**

Trabajo de graduación previo a la obtención de:
INGENIERA CIVIL CON ÉNFASIS EN GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES

Autor:

ROBERTA CAMILA FIALLO FLOR

Director:

MARÍA BELÉN ARÉVALO DURAZNO

CUENCA – ECUADOR

2020

DEDICATORIA

A mis padres Roberto y Patricia por su amor e incondicional apoyo en toda mi vida, por siempre confiar en mí, por sus consejos llenándome de motivación en cualquier situación y por los valores que han sembrado en mí, los cuales me han permitido aprender y crecer como mujer. Cada meta y reto cumplidos ha sido gracias a Dios primeramente y a ellos.

A mi hermana Diana por sus palabras de motivación y experiencia, y a mi hermana Natalia que, a pesar de la distancia, nunca me ha dejado sola, sino que siempre supo cómo animarme y llenarme de fuerzas durante este tiempo.

A mi abuelita Eulalia, que, a pesar de no estar presente, siempre tuvo fe en mí e ilusión de verme llegar tan lejos.

A mi prima Liz y Achis por apoyarme y estar pendientes de mí a pesar de la distancia.

A mis amigas y amigos por haberme apoyado y animado.

Roberta Camila Fiallo Flor

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios, que únicamente gracias a Él, he podido culminar este ciclo de mi vida
llenándome de nuevas metas y fuerzas cada día.

A mis padres y hermanas por siempre estar presentes ahí pase lo que pase, por su
paciencia y gran amor, inspirándome y presionándome para poder superarme cada
vez más.

A mi prima Liz y Achis por su inmensa generosidad y cariño, por su apoyo en este
proceso.

A mi directora, la Ingeniera Belén Arévalo, por su constante ayuda, guía y
enseñanzas en este proceso.

Roberta Camila Fiallo Flor

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE CONTENIDOS	iv
INDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES.....	3
JUSTIFICACIÓN	3
OBJETIVOS	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos	4
1. CAPITULO: CONCEPTOS GENERALES	5
1.1 Generación per cápita.....	6
1.2 Composición gravimétrica.....	6
1.3 Jerarquía en la gestión de los residuos sólidos	6
1.4 Clasificación de los residuos sólidos.....	8
2. CAPÍTULO: METODOLOGÍA	9
2.1 Descripción del área de estudio.....	9
2.2 Metodología General.....	9
2.2.1 Generación de residuos sólidos municipales en relación a la población	10
2.2.2 Evolución de la generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios.....	10
2.2.3 Residuos Sólidos Domiciliarios	10
2.2.4 Residuos sólidos de centros educativos	13
2.2.5 Residuos sólidos de bares, restaurantes y hoteles	15
3. CAPITULO: RESULTADOS.....	19
3.1 Relación entre generación de residuos sólidos municipales y población....	19

3.2	Evolución de la generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios	21
3.3	Evolución del comportamiento de la composición gravimétrica de los residuos sólidos domiciliarios	25
3.3.1	Materia Orgánica.....	26
3.3.2	Materiales Reciclables	26
3.3.3	Materiales Desechables	28
3.3.4	Otros.....	29
3.4	Residuos Sólidos Domiciliarios	29
3.4.1	Generación per cápita.....	29
3.4.2	Composición gravimétrica	33
3.5	Residuos Sólidos de Centros Educativos	35
3.5.1	Generación per cápita.....	35
3.5.2	Composición gravimétrica	37
3.6	Residuos Sólidos de Bares, Restaurantes y Hoteles.....	39
3.6.1	Generación per cápita.....	39
3.6.2	Composición gravimétrica	40
3.7	Resultados Promedios	42
3.7.1	Generación per cápita promedio de las distintas fuentes de la ciudad de Cuenca	42
3.7.2	Composición gravimétrica de las distintas fuentes de la ciudad de Cuenca	44
	CONCLUSIONES	46
	RECOMENDACIONES	48
	BIBLIOGRAFIA	49

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Jerarquía en la gestión de los residuos sólidos	7
Fuente: Jiménez Martínez, (2017).....	7
Figura 1-3 Regresión de la Población con respecto al peso generado en el cantón de Cuenca.....	20
Figura 2-3 Evolución de la Generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios, fórmula lineal	23
Tabla 1-3 Evolución del crecimiento del Producto Interno Bruto y de la Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios.....	24
Fuente: Banco Mundial, (2019)	24
Figura 3-3 Evolución del comportamiento de la Materia Orgánica.....	26
Figura 4-3 Evolución del comportamiento de los Materiales Reciclables.....	27
Figura 5-3 Evolución del comportamiento de los Materiales Desechables	28
Figura 6-3 Evolución del comportamiento de Materiales como Otros	29
Figura 7-3 Generación per cápita por tipo de área de residuos sólidos domiciliarios del cantón Cuenca	31
Figura 8-3 Generación per cápita por rangos de estratos socioeconómicos y sociales	32
Figura 9-3 Composición gravimétrica por tipo de área de residuos sólidos del cantón de Cuenca	333
Figura 10-3 Composición gravimétrica por rangos de estratos socioeconómicos y sociales	35
Figura 11-3 Generación per cápita de Centros Educativos de la ciudad de Cuenca..	37
Figura 12-3 Composición gravimétrica de Centros Educativos de la ciudad de Cuenca.....	39
Figura 13-3 Generación per cápita de diferentes fuentes comerciales de la ciudad de Cuenca.....	40
Figura 14-3 Composición gravimétrica de las diferentes fuentes comerciales de la ciudad de Cuenca	42
Figura 15-3 Generación per cápita de las diferentes fuentes de la ciudad de Cuenca	43
Figura 16-3 Composición gravimétrica de las diferentes fuentes de la ciudad de Cuenca.....	45

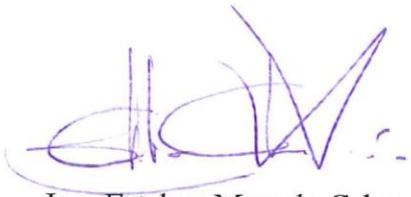
Análisis de la generación per cápita de residuos sólidos procedentes de diferentes fuentes de la ciudad de Cuenca

RESUMEN

El presente trabajo se enfoca en un análisis de la generación per cápita y composición gravimétrica de las fuentes de residuos sólidos domiciliarios urbanos y rurales, centros educativos particulares y fiscales y bares, restaurantes y hoteles de la ciudad de Cuenca, considerando también su evolución en el tiempo y el comportamiento que la generación de residuos ha adquirido con respecto al crecimiento de la población. Mediante este análisis se observan tendencias claras que pueden aportar en la planificación de un sistema integrado de manejo de desechos sólidos.

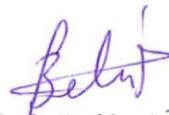
Palabras clave:

Generación per cápita, composición gravimétrica, residuos sólidos, evolución.



Ing. Esteban Marcelo Cabrera Vélez

Coordinador de escuela (e)



Ing. María Belén Arévalo Durazno

Directora del Trabajo de Titulación



Roberta Camila Fiallo Flor

Autora

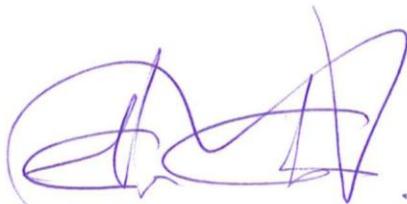
Analysis of the solid waste generation per capita from different sources in the city of Cuenca

ABSTRACT

This work focuses on an analysis of the per capita generation and gravimetric composition of solid waste sources from Cuenca such as: bars, restaurants, hotels, urban and rural homes, private and fiscal educational centers. Its evolution over time and the behavior that waste generation has acquired regarding population growth were also considered. This analysis shows clear trends that can contribute to the planning of an integrated solid waste management system.

Keywords:

Per capita generation, gravimetric composition, solid waste, evolution.



Ing. Esteban Marcelo Cabrera Vélez

Faculty Coordinator



Ing. María Belén Arévalo Durazno

Thesis Director



Roberta Camila Fiallo Flor

Author



Translated by
Ing. Paúl Arpi

Roberta Camila Fiallo Flor

Trabajo de Titulación

Ing. María Belén Arévalo Durazno, MSc.

Enero, 2020

Análisis de la generación per cápita y composición gravimétrica de residuos sólidos procedentes de diferentes fuentes de la ciudad de Cuenca

INTRODUCCIÓN

El aumento de la generación y acumulación de residuos sólidos se debe al incremento global de la población, afectando directamente la urbanización, la calidad de vida, el crecimiento industrial y socioeconómico, la salud pública y el medio ambiente. Además, la gestión de residuos sólidos de sectores vitales como municipios, instituciones, agricultura e industria plantea una seria preocupación tanto en los países desarrollados como también en los países en vías de desarrollo. Es primordial controlar y gestionar los residuos sólidos a lo largo de su ciclo de vida, por ejemplo, durante la generación, la separación, la recolección, el transporte, el procesamiento y finalmente la disposición final, a fin de reducir los factores ambientales negativos asociados con los desechos y la carga directa de su acumulación (Al-salem *et al.*, 2018).

La producción de residuos sólidos es cada vez mayor en los tiempos actuales, y la tendencia siempre va a incrementar a medida que el poder económico aumente dentro de una sociedad, comunidad o país (Collazos Peñaloza & Duque Muñoz, 1993). En el año 2012, el proyecto del Banco Mundial estimó que la producción anual de residuos sólidos municipales debería ser de aproximadamente 1.3 millones de toneladas para los asentamientos urbanos y ese número debería duplicarse para fines de 2025, corroborando la tendencia nombrada (Das *et al.*, 2019). La estimación del incremento anual promedio de la generación de los desechos oscila entre 3.2 a 4.5% para los países

desarrollados, en cambio para los países en vías de desarrollo están entre 2 a 3% (Sáez & Urdaneta G., 2014)

La gestión de residuos sólidos es un proceso descentralizado basado principalmente en el estado económico de cada país. El manejo de residuos sólidos es un desafío tanto para las ciudades como para las comunidades rurales, principalmente en los países en vías de desarrollo. En estos países, como es el caso del Ecuador, existe escasez de la información necesaria para poder desarrollar un sistema de manejo adecuado de los residuos sólidos. Por lo general, las ciudades no cuentan con datos específicos como, generación per cápita, composición gravimétrica y el peso específico de este tipo de residuos sólidos, y el monitoreo de la generación de desechos sólidos es el primer paso para la correcta planificación de cualquier estrategia de manejo (Das *et al.*, 2019).

Sabiendo la importancia que tiene el monitoreo de los parámetros antes mencionados, el presente estudio abarca la recopilación de datos de generación per cápita y de composición gravimétrica de desechos sólidos provenientes de domicilios, establecimientos educativos, bares, restaurantes y hoteles de la ciudad de Cuenca. Aquí se analizan las variaciones de generación y composición de residuos dependiendo de su fuente y además las variables que afectan dichos valores. Adicionalmente, se analiza la evolución que estos parámetros han tenido en estos años, y sus proyecciones futuras.

Con esta investigación se pretende determinar el comportamiento de la generación per cápita y composición gravimétrica de residuos sólidos domiciliarios con respecto al tiempo. Teniendo también una relación de la cantidad generada en el relleno sanitario y de la población únicamente del cantón de Cuenca.

En la ciudad de Cuenca, Ecuador; la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca, EMAC EP, es la responsable de la gestión integral de residuos sólidos (recolección, limpieza y barrido, relleno sanitario, escombreras y reciclaje) y áreas verdes. Esta empresa fue creada por medio de la ordenanza municipal en el año 1998. La empresa está a cargo de la recolección de los desechos y residuos sólidos de una manera diferenciada, es decir, se implementó la separación de los residuos en diferentes colores de fundas. Los residuos sólidos inorgánicos y reciclables se separan en la funda color celeste, y estos son: plásticos rígidos, envases plásticos y cubiertos, plásticos suaves, cartón y papel, chatarra y artículos electrónicos, aluminios y latas. Los restos de los demás desechos van en la funda color negra, y estos no son reciclables, como: restos de alimentos y

orgánicos, empaques y vajillas descartables, papel higiénico y restos de basura de baño, restos inertes y fundas plásticas ruidosas (EMAC, 2014). Este sistema de separación es aplicado de la misma manera en las viviendas de la ciudad, como en los lugares comerciales, oficinas, centros educativos, etc.

ANTECEDENTES

Por el motivo de no contar con datos compilados de los residuos sólidos municipales de diferentes fuentes, se plantea la necesidad de realizar un análisis de la generación per cápita y composición gravimétrica de los desechos generados y dispuestos en el relleno sanitario, y examinar la evolución de dichos residuos, para obtener su comportamiento de una muestra representativa de la ciudad de Cuenca.

JUSTIFICACIÓN

Un buen sistema de manejo de residuos sólidos necesita estar actualizado para ajustarse a la calidad, cantidad y composición de los residuos que se generan. La cuantificación de la tasa de generación per cápita y la caracterización de la composición de dichos residuos, son factores esenciales para la planificación y diseño de sistemas efectivos para su manejo en cualquier región del mundo, y por lo tanto en la ciudad de Cuenca.

Debido a que la tasa de generación de residuos sólidos y su composición dependen de la fuente de donde éstos provienen, es importante tener una recopilación, análisis y comparación de estos valores para la correcta implementación de un sistema integrado de manejo.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar y analizar la generación per cápita y composición gravimétrica de residuos sólidos provenientes de domicilios urbanos y rurales, de bares, restaurantes y hoteles y de centros educativos públicos y privados de la ciudad de Cuenca.

Objetivos Específicos

- Recopilar la información de la generación per cápita y composición gravimétrica de residuos sólidos provenientes de domicilios urbanos y rurales, de bares, restaurantes y hoteles y de centros educativos públicos y privados de la ciudad de Cuenca de estudios previamente realizados.
- Realizar una revisión bibliográfica sobre la generación per cápita y composición gravimétrica de residuos sólidos y las variables que las influyen.
- Analizar la evolución a lo largo del tiempo de los valores de generación per cápita y composición gravimétrica de las distintas fuentes.

1. CAPITULO: CONCEPTOS GENERALES

Primeramente, como concepto, los desechos se definen como desperdicios o residuos de productos de cualquier tipo de material que haya sido generado por actividad humana y que han sido rechazados y destinados a ser desechados, ya que no van ser utilizados más. Los desechos se dividen en dos grupos grandes, en orgánicos e inorgánicos. Los desechos orgánicos son los que se degradan y se descomponen rápidamente, produciendo mal olor (Bustos Flores, 2009). A diferencia de los inorgánicos, que son materiales que se pueden reusar, reutilizar o reciclar, ya que necesitan varios años para descomponerse.

El incremento de los residuos sólidos en el mundo se debe al crecimiento poblacional, que, de igual manera, conlleva al desarrollo de industrias, urbanización, comercio, entre otros. Por esta razón, la gestión o el manejo de los residuos sólidos es un tema prioritario que las autoridades locales de países en vías de desarrollo deben afrontar para dar soluciones integrales a la planificación de una ciudad, provincia, u otros. Obteniendo de esta manera un equilibrio en la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales (Salazar-Acuña, 2016).

Sin embargo, el proceso de realizar el manejo de desechos sólidos no es sencillo. La planificación depende de muchos factores como, generación, almacenamiento, recolección y transporte, tratamiento, riesgos en el medio ambiente, y principalmente la disposición final (Jiménez Martínez, 2015). El manejo deficiente de los desechos sólidos afecta no únicamente a la salud humana y la propagación de vectores que transmiten enfermedades, sino también contribuye a la contaminación del medio ambiente.

Los efectos ambientales que produce el mal manejo de los residuos sólidos, es principalmente la contaminación de las aguas superficiales debido a la filtración de los líquidos lixiviados, estos se dan por medio de la descomposición de los desechos más los líquidos agua lluvia que son arrastrados, afectando de igual manera al suelo. Sin embargo, estos efectos no son los únicos negativos para el medio ambiente, la emisión de gases que los desechos emanan debido a su descomposición es perjudicial para la calidad del agua, siendo partículas de biogás, compuesto de metano, afectando negativamente e influyendo en el cambio climático. Existen también los malos olores

producidos por la descomposición de la materia orgánica, afectando la salud humana debido a la proliferación de vectores, el riesgo de posibles incendios, la desvalorización del suelo y su uso inadecuado (Rondón Toro, Szantó Narea, Pacheco, Contreras, & Gálvez, 2016).

1.1 Generación per cápita

La Generación Per Cápita se define como la cantidad generada de desechos por un habitante por día, es decir, $(Kg / [habitante * día])$. (Bermeo Barreto & Miño Guznay, 2018).

Tener el conocimiento de la generación per cápita de residuos sólidos en una comunidad, ciudad o país, es un tema primordial para un buen manejo y gestión de desechos. Para poder determinar esta cantidad, se necesita un plan de muestreo y una ponderación de resultados, y datos como: niveles socioeconómicos, tiempo de muestreo, tamaño de la muestra (habitantes), entre otros.

1.2 Composición gravimétrica

Es muy importante conocer el concepto y datos de la composición gravimétrica, ya que, este factor determina el peso porcentual de un residuo en relación al peso total de residuos que van a ser manejados. Para la gestión integral de los desechos sólidos, la determinación de la composición gravimétrica es una herramienta fundamental, ya que para una investigación de viabilidad de implementación de tecnologías esta es una premisa básica para un correcto tratamiento y disposición final de los desechos (Frésca *et al.*, 2008).

1.3 Jerarquía en la gestión de los residuos sólidos

Existe una pirámide llamada “Jerarquía en la gestión de los residuos sólidos” como se observa en la Figura 1-1, en la cual se tiene desde mayor preferencia a menor preferencia, prevención, reducción, reciclaje, recuperación y, por último, eliminación o disposición final. En la prevención se debe evitar consumir o utilizar materiales que

tengan plásticos u otro tipo de artículos innecesarios en el producto principal, que simplemente son desechados directamente por el consumidor. La reducción se refiere a que se debe disminuir el consumo de ciertos productos desechables, y también poder aprovechar y reutilizar materiales de mayor duración, evitando el consumo rápido de productos como botellas plásticas, fundas, etc. El reciclaje es el método en el cual los materiales desechados como plásticos, cartones, etc., pasan a ser materia prima y son transformados en un nuevo producto por medio de procesos. El método de recuperación se refiere a reutilizar basura que es separada, para poder aprovechar como energía sus componentes, y así no ser simplemente desechada, sino capturar su valor energético para otros procesos. Y finalmente la eliminación es el último paso en la jerarquía, ya que, si los anteriores procesos no pudieron realizarse, estos van a su disposición final para poder ser tratado.



Figura 1-1 Jerarquía en la gestión de los residuos sólidos

Fuente: Jiménez Martínez, 2017

1.4 Clasificación de los residuos sólidos

Además, los residuos sólidos se pueden clasificar en industriales, especiales, escombros y restos de la construcción, y municipales dependiendo de su fuente de generación. Los desechos industriales también se dividen en peligrosos y no peligrosos, estos son generados por medio de procesos de extracción, transformación y producción, y dependen de su corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y biológico-infeccioso. A diferencia de los desechos especiales, estos proceden por actividades mineras, agrícolas, entre otras. Por último, los desechos municipales son los más comunes, estos provienen de parques, viviendas, comercios, colegios, universidades, oficinas, etc., (Santos-Burgoa *et al.*, 1992).

Los residuos sólidos municipales o urbanos, que son aquellos generados por casas, actividades domésticas, parques, instituciones, oficinas, etc., incluyen, en su mayoría, materiales de alimentos biodegradables, como restos de alimentos no infectados. También se consideran los residuos que provengan de la vía pública, o cualquier otra actividad que generen desechos con características domiciliarias, es decir, todos aquellos que no estén calificados como residuos sólidos peligrosos (Jiménez Martínez, 2015). Los centros educativos dentro de una comunidad, ciudad y en general en un país, forman gran parte de la generación de residuos sólidos, por este motivo es importante efectuar un plan de mejoramiento de manejo de residuos sólidos en cada institución, y de esta manera fomentar la conciencia ecológica a los estudiantes, y a su vez tratar de disminuir el impacto ambiental, previniendo la contaminación. De forma semejante, los hoteles, bares y restaurantes son grandes generadores de altos volúmenes de residuos sólidos comerciales. El manejo de los residuos sólidos comerciales es de bastante importancia, ya que la mayoría de materiales que se receptan de dichos establecimientos son materiales reciclables, y es importante que la ciudadanía atienda este tema crítico que es la separación de desechos. Por otra parte, los restaurantes son un tipo de comercio que generan grandes cantidades de materia orgánica al igual que materiales reciclables (Jiménez & Arias, 2007).

2. CAPÍTULO: METODOLOGÍA

2.1 Descripción del área de estudio

La zona de estudio de este proyecto es la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay, Ecuador. Según el INEC, esta ciudad tiene una población de 614539 habitantes aproximadamente, y se encuentra a una altitud de 2500 metros sobre el nivel del mar y una superficie de 15730 hectáreas. Cuenca se encuentra ubicada en un valle interandino de la Sierra Austral del Ecuador, por tal motivo el tipo de clima en este sector es templado como un clima andino generalmente lo es, la temperatura promedio es de 17 grados Celsius.

2.2 Metodología General

Para la determinación de la generación per cápita y la composición física o gravimétrica de los residuos de las diferentes fuentes (residuos domiciliarios, centros educativos, bares, restaurantes y hoteles) de la ciudad de Cuenca, se aplicaron criterios semejantes para la selección de muestra, el período y metodología de muestreo. Pero por algunas variaciones en estas metodologías, en los siguientes apartados se explicará cada una por separado.

Es importante también tener como criterio que, existen un total de 8 zonas en la ciudad de Cuenca, que a su vez estas se dividen en 8 sectores, dando un total de 64 sectores distribuidos por toda la ciudad. Por tal motivo, la EMAC EP, divide en 2 grupos la recolección de basura, es decir, 32 sectores serán abastecidos los días lunes, miércoles y viernes; y los otros 32 sectores los días martes, jueves y sábado; subdividiendo estos nuevamente en 16 sectores en un horario de 8 am a 17 pm, y los otros 16 sectores en un horario de 15 pm a 12 pm.

Para poder realizar una relación entre la cantidad generada únicamente del cantón de Cuenca que entra al relleno sanitario de Pichacay con respecto a la cantidad de habitantes, se realizó una regresión lineal analizando su comportamiento. De igual manera, se determinó una regresión lineal de la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios con respecto al tiempo, es decir, se analizó su evolución.

2.2.1 Generación de residuos sólidos municipales en relación a la población

Primeramente, para la realización de una regresión lineal de la población con respecto al peso generado del relleno sanitario del cantón Cuenca, se obtuvieron los datos del número de habitantes del censo en el año 2010 y sus proyecciones hasta el año 2019, con estos datos se obtuvo la tasa de crecimiento poblacional anual para poder obtener una media geométrica del factor de crecimiento. Posteriormente, en base a esa media se obtuvo el factor de crecimiento mensual para poder calcular la población desde el mes de enero del 2006 hasta el mes de julio del año 2019.

Con respecto a los valores del peso generado, la empresa EMAC EP proporcionó los datos de las cantidades totales que se disponen en el relleno sanitario de Pichacay. Con estos datos se realizó una tabla en la cual únicamente indique la cantidad de residuos sólidos que el cantón Cuenca genera. Posteriormente, se procedió a realizar la regresión lineal de la cantidad de desechos sólidos que llegan al relleno sanitario y el número de habitantes, y de esta manera observar la influencia que la población tiene en el aumento de la producción de desechos en la ciudad de Cuenca.

2.2.2 Evolución de la generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios

Para proceder con el análisis de la evolución de la generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios en el tiempo, los datos y valores obtenidos fueron proporcionados por la EMAC EP. El primer muestreo para la determinación de la generación per cápita fue realizado en el año de 1985, y el último fue realizado en el año 2018. Estos muestreos no se llevaron a cabo en intervalos iguales de tiempo, lo que limitó la calidad del análisis que se pudo realizar con los mismos.

2.2.3 Residuos Sólidos Domiciliarios

Los residuos sólidos generados en esta fuente son los residuos sólidos domiciliarios no peligrosos. Los criterios para la selección de la muestra se explican a continuación.

- **Estratificación o clasificación**

Para el muestreo de este grupo, la distribución y estratificación en el área urbana fue realizada en función al consumo de energía eléctrica, y se utilizaron datos mensuales correspondientes al año 2017. Se tomaron 13 diferentes rangos de consumo de energía eléctrica (kwh/mes). Rangos entre: 0-50, 51-100, 101-150, 151-200, 201-250, 251-300, 301-350, 351-400, 401-450, 451-500, 501-550, 551-600, > 600. Cabe mencionar que, la cantidad de 115642 medidores de energía eléctrica, representan a 403419 habitantes de la población urbana.

En cambio, para el muestreo en el área rural se tomaron datos a base del centro urbano-parroquial y de las seis parroquias rurales más pobladas como: Baños, El Valle, Sinincay, Tarqui, Ricaurte y Turi, y sus áreas de influencia.

- **Tamaño de la muestra**

El tamaño de la muestra se determinó aplicando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{(z_{1-\alpha/2})^2 \times N \times \sigma^2}{(N - 1) \times E^2 + (z_{1-\alpha/2})^2 \times \sigma^2}$$

Donde:

n=	Tamaño de la muestra (habitantes).
$(z_{1-\alpha/2}) =$	Coficiente de confianza. El valor recomendado (Collazos y Duque, 1998) es igual a 1.96 que corresponde a un nivel de confianza $(1-\alpha) = 0.95$ (95%).
N= (habitantes).	Población total a ser muestreada
$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_1^N (X_i - \mu')^2 =$	Varianza de la generación per cápita diaria de residuos sólidos determinada en estudios anteriores (varianza de la población). De no disponerse de este

dato, se recomienda efectuar un muestreo preliminar o asumir un valor inicial igual al 10% de la generación per cápita promedio diaria.

E = Error de estimación de la generación per cápita promedio diaria de residuos sólidos. Valor recomendado: Igual o menor al 5% de la generación per cápita promedio diaria de residuos sólidos (μ') estimada o determinada en estudios anteriores.

μ' = Generación per cápita promedio diaria de residuos sólidos expresada en “kg hab⁻¹ dia⁻¹”. (Media de la población, estimada o determinada en estudios anteriores).

Datos:

$(z_{1-\alpha/2})$ = 1.96 para un nivel de confianza $(1 - \alpha)$
= 0.95

N = 614539 habitantes

σ^2 = 0.101 (varianza obtenida del muestreo 2015)

μ' = 0.531 kg hab⁻¹ dia⁻¹ (media de la población muestreo 2015)

E = 0.016 (3% error de estimación de μ')

A base de los siguientes datos, el resultado del tamaño de la muestra fue:

n = 1520 habitantes.

Según información del INEC, en Cuenca el número de habitantes promedio por vivienda es de 3.73 hab/vivienda, y el número teórico de viviendas a ser investigadas a base de los 1520 de hab., es de 407. No obstante, como no se contó con la colaboración de todas las personas para realizar este estudio, se optó por incrementar el tamaño de la muestra en un 30% adicional, siendo un total de 532 viviendas.

Para cubrir el área urbana se requirió realizar 349 visitas diarias, estas fueron distribuidas de acuerdo al número de medidores de energía eléctrica que hay en los trece rangos previamente definidos.

Por otro lado, en el área rural se hicieron 183 muestras diarias distribuidas en función a la población de cada parroquia proporcionalmente.

Se eligieron domicilios de forma aleatoria para el muestreo, por cada rango o parroquia rural, respectivamente.

El periodo de tiempo para cubrir la muestra de este estudio fue de ocho días consecutivos, realizado en las fechas del 2 al 9 de julio del 2018.

2.2.4 Residuos sólidos de centros educativos

Las unidades educativas que existen en la ciudad de Cuenca son: unidades de educación especial, escuelas de educación básica, centros de educación inicial fiscales, centros de educación inicial particular, unidades educativas fiscomisionales, unidades educativas del milenio y unidades educativas particulares.

- **Estratificación o clasificación**

La determinación de los estratos se realizó agrupando los establecimientos educativos de acuerdo al número de estudiantes, en 4 escalas de la siguiente manera:

- a. Escala 1: Hasta 675 estudiantes.
- b. Escala 2: De 676 hasta 1350 estudiantes.
- c. Escala 3: De 1351 hasta 2025 estudiantes.
- d. Escala 4: Mayores a 2025 estudiantes.

- **Tamaño de la muestra**

El número de muestras que se obtuvo fue un total de 16 establecimientos educativos, este tamaño de muestra no fue seleccionado por criterios estadísticos, sino que fue por la experiencia de la empresa EMAC EP y por su disponibilidad de recursos.

Los 16 establecimientos educativos a ser investigados se dividieron en 8 fiscales, 7 particulares y una universidad. Estos centros educativos fueron elegidos priorizando los que abarcaban mayor número de estudiantes.

- Escala 1

Fiscales: 3 establecimientos.

Particulares: 3 establecimientos.

- Escala 2

Fiscales: 2 establecimientos.

Particulares: 2 establecimientos.

- Escala 3

Fiscales: 2 establecimientos.

Particulares: 2 establecimientos.

- Escala 4

Fiscales: 1 establecimiento.

Universidad: 1 establecimiento

El periodo de muestreo fue planificado según los horarios de recolección establecidos por la EMAC EP, es decir, según la zona del establecimiento. El tiempo de recolección de muestras totales fue de treinta días, su fecha de inicio fue el día lunes 23 de abril hasta el día sábado 19 de mayo del año 2018. El que se realizó de cada uno de los establecimientos fue de 3 días de la semana, 4 establecimientos por semana, en un total de 4 semanas.

2.2.5 Residuos sólidos de bares, restaurantes y hoteles

Para la recolección de información de bares, restaurantes y hoteles se delimitó una zona de estudio ubicada en el centro histórico de la ciudad de Cuenca. Esta zona fue elegida por ser la más crítica debido a la alta concentración de este tipo de establecimientos. El área fue limitada por la calle Presidente Córdova al norte hasta la calle Paseo 3 de Noviembre al sur, y desde la calle Manuel Vega al este hasta la calle General Torres al oeste.

- **Estratificación o clasificación**

En dicha zona, se identificaron 201 locales en total, los cuales se dividieron en 87 restaurantes, 59 bares, 34 hoteles y 21 cafeterías. Para la estratificación, se tomó en cuenta la capacidad de clientes en un establecimiento, y se dividieron de la siguiente manera:

- ❖ Bares y restaurantes pequeños: 10 a 20 personas.
- ❖ Bares y restaurantes medianos: 21 a 50 personas.
- ❖ Bares y restaurantes grande: mayores a 51 personas.

Por la similitud de residuos sólidos que generan las cafeterías con los restaurantes, se optó por considerarles en el mismo grupo.

De igual manera, la estratificación que se dio para los hoteles, fue la misma de la capacidad que estos tienen para hospedar, y se dividieron de la siguiente manera:

- ❖ Hoteles pequeños: 10 a 15 personas.
- ❖ Hoteles medianos: 16 a 25 personas.
- ❖ Hoteles grandes: Mayores a 26 personas.

Resultando en 65 locales pequeños, 95 locales medianos y 41 locales grandes y obteniendo según su categoría un total de 34 hoteles, 59 bares, 108 restaurantes y cafeterías:

- **Bares**

Pequeños: 17 locales.

Medianos: 26 locales.

Grandes: 16 locales.

○ **Restaurantes y cafeterías**

Pequeños: 39 locales.

Medianos: 57 locales.

Grandes: 12 locales.

○ **Hoteles**

Pequeños: 9 locales.

Medianos: 12 locales.

Grandes 34 locales.

● **Tamaño de la muestra**

El método que se utilizó para realizar un muestreo minucioso fue dividir en 4 sub zonas. Cada una de estas cuentan con 50 locales aproximadamente, siendo estas repartidas en números semejantes, a partir de ese número se seleccionaron 30 locales de manera aleatoria para el muestreo.

Se utilizó la siguiente fórmula estadística para la determinación del tamaño de la muestra:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra (habitantes).

N = Población total a ser muestreada (habitantes).

Z = Nivel de confianza.

d = Precisión.

p = Proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia.

q = Proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno de estudio ($1 - p$).

Datos:

N = 201 habitantes.

Z = 1.96 para un nivel de confianza del 95%

d = Precisión.

p = Porcentaje de error del 5%.

q = $0.95 = (1 - p)$

$$n = 54 \text{ locales}$$

Como resultado se obtuvo un número de 54 locales que deben ser investigados, no obstante, debido a que no se contó con la colaboración de todas las personas para realizar este estudio y obtener datos certeros, por medio de reuniones con la EMAC EP y dada la experiencia se optó por incrementar el tamaño de la muestra a 120 locales, divididas en 4 sub zonas; lo que dio un valor de 30 locales para cada una.

- **Período de recolección de muestras**

Para este estudio, se realizaron visitas durante siete días por cada sub zona, es decir, fue un periodo de 28 días para las cuatro sub zonas. Sin embargo, no se realizaron de corrido, sino que, se realizó una semana de investigación y posteriormente se descansó la siguiente semana, y así de esta manera por cada sub zona. La fecha de inicio de esta fase fue el 27 de mayo del 2019 y se terminó el 14 de julio del 2019. Los horarios de recolección se definieron de dos maneras, el primer horario desde las 19h00 hasta las 21h00, para recolectar los residuos sólidos provenientes de hoteles y restaurantes; y en el horario de las 24h00 hasta las 02h00 para bares.

3. CAPITULO: RESULTADOS

3.1 Relación entre generación de residuos sólidos municipales y población

Para la Figura 1-3, se realizó una regresión lineal de la cantidad de residuos sólidos dispuesta en el relleno sanitario de Pichacay, generado únicamente por el cantón Cuenca, y el número de habitantes del cantón. Los puntos que se indican en la gráfica están dados por meses, desde enero del 2006 hasta el mes de julio del 2019. Observando su comportamiento creciente o decreciente por mes, teniendo una amplia cantidad de valores.

Como se puede observar (Figura 1-3) el coeficiente de correlación R^2 es de 0.3604 lo que nos indica que no se encuentra muy ajustado al modelo, sin embargo, la relación es positiva y directamente proporcional, ya que, a mayor población, mayor será la cantidad generada y dispuesta en el relleno sanitario del cantón de Cuenca. No obstante, ya que solo existe un 36.04% de ajuste a la variable real, se interpreta que la población no es el único factor que influye en la generación de residuos sólidos y en la disposición del relleno sanitario del cantón de Cuenca, sino que pueden existir diferentes variables como la economía del país, la pobreza, el desempleo, cambio de hábitos de consumo, entre otros.

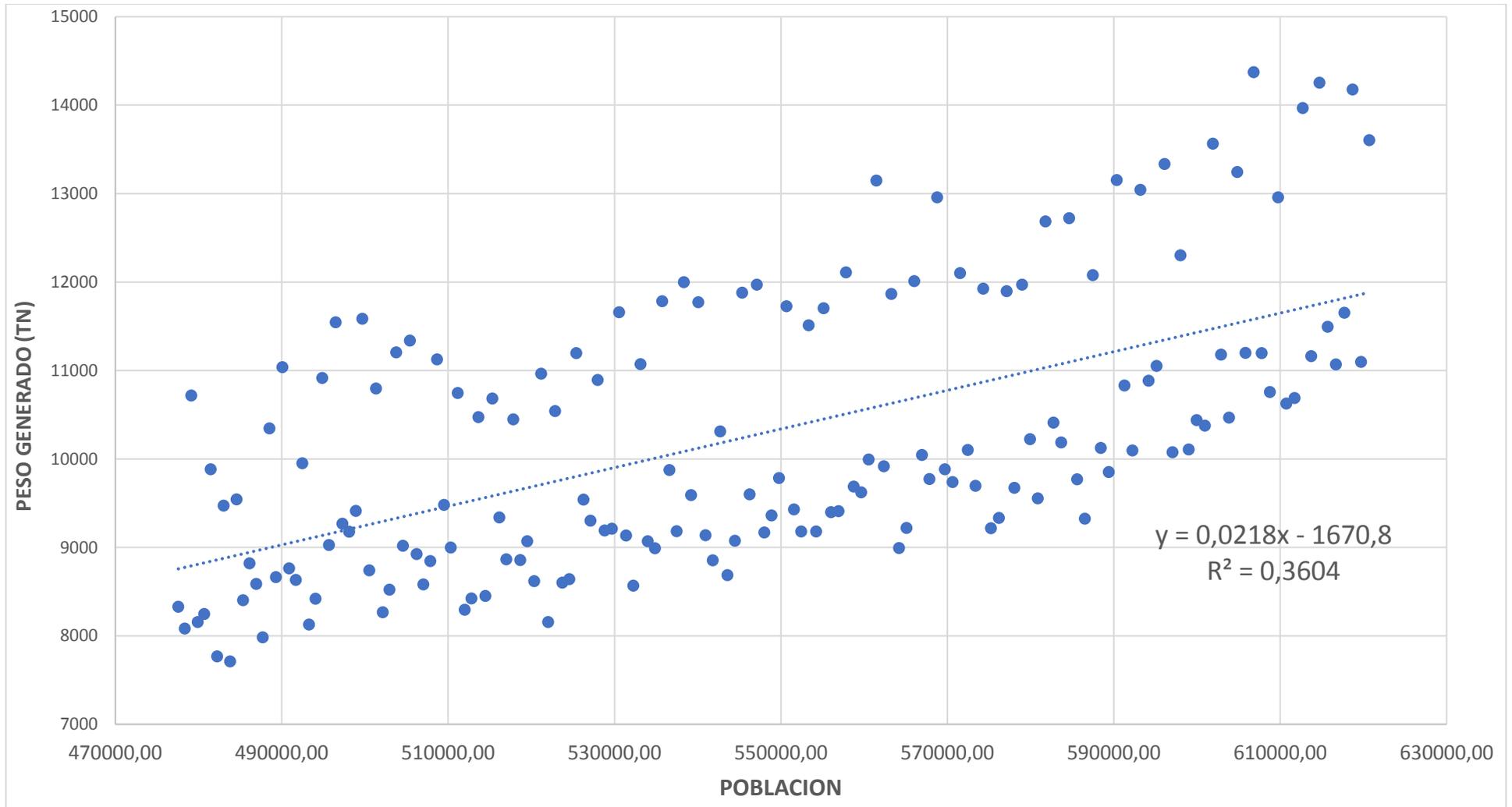


Figura 1-3 Regresión de la Población con respecto al peso generado en el cantón de Cuenca.

3.2 Evolución de la generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios

En el año de 1985 se realizó el primer muestreo para la obtención de la generación per cápita de la ciudad de Cuenca. Por el motivo de haber sido esta la primera vez que se realizó este análisis, se debe manejar este valor con cautela debido a que en este año no se contaba con la experiencia debida del caso de estudio para ejecutar un correcto proceso meticuloso, por lo que se pudo presentar alguna falla en el muestreo. Esta puede ser la razón por la cual existe una diferencia muy alta en los valores de la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios, ya que no presenta una secuencia con los demás valores.

Por la circunstancia anteriormente mencionada, se optó por retirar dicho valor del año de 1985, efectuando una regresión lineal de los demás datos que están acordes a la tendencia en el Ecuador, teniendo un coeficiente de correlación R^2 de 0.6656, siendo este valor mayor a 0.6 y de esta manera indicando una relación positiva significativa entre la generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios y el tiempo.

En la Figura 2-3, se pueden observar ciertos picos en la gráfica, para los cuales no se tienen factores exactos que hayan influenciado directamente en estos años, sin embargo, se puede deducir que la principal causa es la economía propia del país a través de todos estos años, y en la ciudad de Cuenca.

En los años de 1980 al año 2000, la economía y el crecimiento del país dependían de dos variables externas, el petróleo y envíos de dinero de migrantes. El factor de las remesas de migrantes, crearon necesidades a los intereses de industrias grandes y el consumismo, y propiamente la invasión de los mercados europeos, asiáticos y norteamericano, por lo que como resultado se dio una mayor generación per cápita de residuos sólidos en el Ecuador (Solíz Torres, 2015).

En la Figura 2-3, se puede observar el primer pico descendiente en el año 1990 al año 1995. En el año 1994 la pobreza que existía en el país afectaba a la población en un 52%, alcanzando estos en el área rural un 67% y entre los pueblos indígenas un 80%, incidiendo este factor directamente en la economía de todo un país (Larrea Maldonado, 2004) , lo que puede haberse reflejado en el decrecimiento de la generación per cápita de desechos sólidos.

Además, se aprecia que luego del año 1995 al 2001 hubo un comportamiento creciente en la generación per cápita de los residuos sólidos, lo que podría manifestar una mejoría en la economía del país, sin embargo, el Ecuador en el año 2000 pasó por la peor crisis de todos los tiempos. Entre el año 1998 y 1999 el Ecuador atravesó un 10% aproximadamente de caída en el ingreso por habitante (Larrea Maldonado, 2004), teniendo inestabilidad monetaria afectando el sistema financiero del país, afectando principalmente al estrato socioeconómico medio y bajo. Esto sugiere, que además de la economía del país, otros factores influenciaron este aumento de la generación per cápita para el año 2001.

Para el año 2005 la economía del Ecuador se estaba recuperando por la crisis del año 2000, aumentando sus ingresos por habitante. Siendo así, en el año 2006 los precios del petróleo lograron dentro de las últimas dos décadas sus valores reales más altos (Larrea Maldonado, 2004). Y aunque en el año 2007, la producción petrolera mostró una depreciación en volúmenes, a causa de la caída en la producción por parte de las empresas privadas y principalmente por parte de Petroecuador empresa estatal (Baldeón Jibaja, 2012), se puede observar que el valor de generación per cápita de residuos creció para el año 2007 (Figura 2-3). La economía del país ha generado picos importantes de crecimiento del PIB en los años de 2004, 2005, 2008, 2011 y 2012, los cuales han determinado el incremento en los valores de la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios de igual manera. La variable del PIB brindó una estabilidad económica, al igual que un incremento de los precios de las materias primas como, por ejemplo, el petróleo (Pino Peralta *et al.*, 2018).

Como se observa en la gráfica, el año 2012 es el mayor valor durante estos años en la generación per cápita, este valor principalmente debió estar influenciado por el valor del PIB, ya que en este año alcanzó el mayor porcentaje de crecimiento anual y de la última década (Larrea Maldonado, 2004).

No obstante, para el año 2014 se produjo la caída del petróleo e incluso por debajo del costo de producción, y en abril del año 2016 se produjo el sismo de 7.8 grados, afectando de una manera fuerte la economía del país. Dichos factores, desarrollaron un mayor porcentaje de desempleo y un ligero retroceso para la economía y desarrollo del país, influenciando también en los valores de la generación per cápita de residuos sólidos del año 2015, generando una menor cantidad por la situación económica (Pino Peralta *et al.*, 2018).

Para el año 2018 según el Banco Central del Ecuador (2019), el Producto Interno Bruto (PIB) consiguió un crecimiento anual de 1.4%. Como se observa en la figura, existe una tendencia creciente para el año 2018, es decir que en este año se ha conseguido un poco de estabilidad con respecto a los anteriores años y de esta manera provocando un crecimiento en el valor de generación per cápita de residuos sólidos.

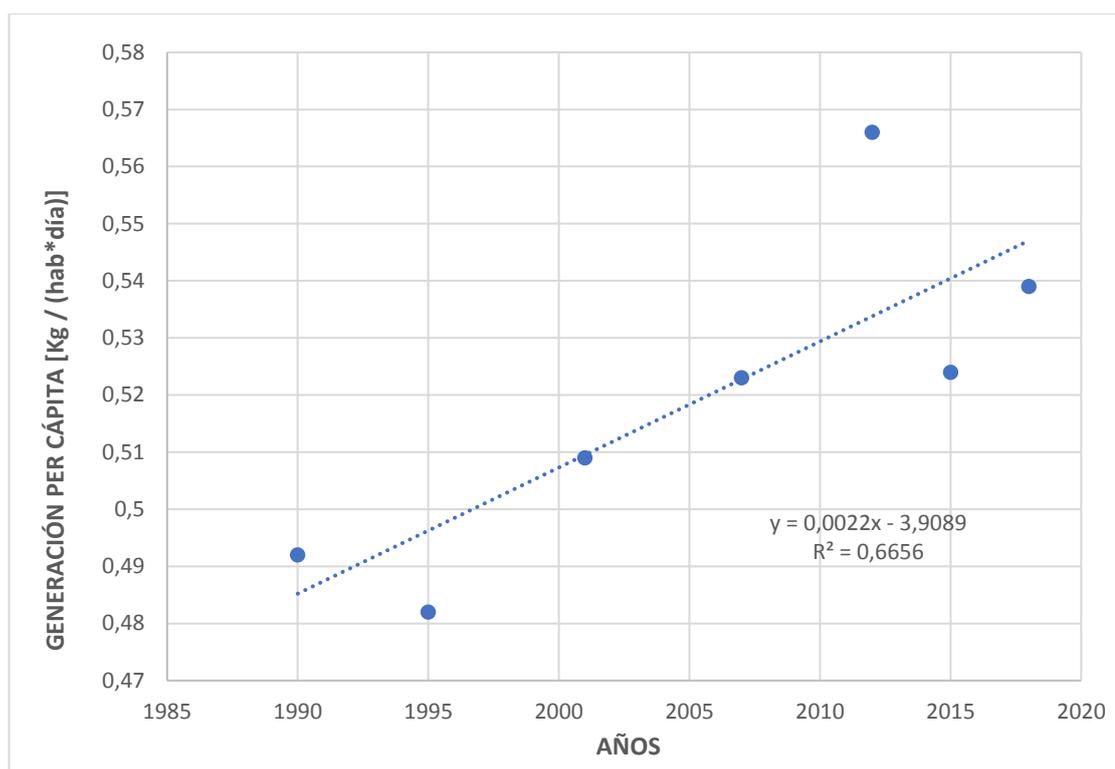


Figura 2-3 Evolución de la Generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios, fórmula lineal

El desarrollo económico y crecimiento de un país se debe al aumento del Producto Interno Bruto (PIB), por un periodo o cierto tiempo determinado, con respecto al número de habitantes. Sin embargo, se atribuye también al incremento de una serie de factores o variables, indicando una mejoría en la calidad de vida en los habitantes. El Ecuador al ser un país en vías de desarrollo mantiene una economía pequeña y depende la mayor parte de los países desarrollados (Baldeón Jibaja, 2012).

Por el motivo que, no se tienen factores certeros de a que se deben los picos en la gráfica de la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios, ya que son varios los factores que pudieron influir, pero principalmente estos se relacionan directamente

con la economía del país, es decir, por el desempleo que existe, deudas externas, crecimiento del PIB, entre otros factores.

Por tal motivo, para una mejor comparación de los ingresos económicos y la generación de residuos sólidos, se recopilieron datos del Banco Mundial acerca de los porcentajes de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB). Como se puede apreciar en la Tabla 1-3, la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios, efectivamente va de la mano con el porcentaje de crecimiento del producto interno bruto, y estos dos valores pueden ser comparados. Se puede observar que, a mayor incremento del porcentaje del PIB existe una mayor generación per cápita de residuos como, por ejemplo, en el año 2012 existe el mayor porcentaje del PIB con un 5.642% de crecimiento anual y en comparación con la generación per cápita, existe de igual manera el valor de 0.566 kg / (hab*día) que ha sido el mayor valor de consumo durante estos años. De igual manera funciona en el caso opuesto, existe una menor cantidad de residuos sólidos al disminuir el valor del PIB. Ya que, al tener mayores valores en la economía del país, los habitantes incrementan de igual manera su consumo.

Tabla 1-3 Evolución del crecimiento del Producto Interno Bruto y de la Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios

AÑOS	1990	1995	2001	2007	2012	2015	2018
% CRECIMIENTO PIB	3.680	2.253	4.016	2.190	5.642	0.099	1.377
GPC [Kg/(hab*día)]	0.492	0.482	0.509	0.523	0.566	0.524	0.539

Fuente: Banco Mundial, (2019)

3.3 Evolución del comportamiento de la composición gravimétrica de los residuos sólidos domiciliarios

En cuanto a la composición gravimétrica, los componentes se agruparon de la siguiente manera:

1. Materia orgánica: Frutas, vegetales, restos de alimentos, etc., únicamente materia biodegradable.
2. Materiales reciclables: Plástico rígido, plástico blando, plástico sonoro, tetra pack, vidrio, cartón, textil, metal, madera, papel blanco, aluminio, caucho y PET.
3. Desechables: Papel higiénico, pañales, toallas higiénicas, cerámica y platos desechables.
4. Otros: Materia inerte y otros.

El motivo por el cual se realiza esta agrupación de residuos sólidos es a causa del diferente tipo de aprovechamiento que se puede tener de estos componentes. Es decir que no todos estos desechos se disponen en un relleno sanitario o en una planta de incineración, sino únicamente los materiales desechables y otros, ya que la materia orgánica tiene potencial de ser compostado y los materiales reciclables tienen potencial de ser reutilizados o reciclados. Dicho esto, es importante conocer el respectivo porcentaje que estos cuatro diferentes grupos de componentes generan.

Las siguientes Figura 3-3, Figura 4-3, Figura 5-3 y Figura 6-3, muestran la evolución de los componentes de los residuos sólidos domiciliarios en los años de 1985, 1990, 1995, 2001, 2007, 2012, 2015 y 2018. Para estos valores que se muestran en las gráficas, se optó por realizar una regresión lineal, así no sea muy cercano su ajuste, sino que se pueda observar únicamente su comportamiento, sea este creciente o decreciente.

A pesar de la consulta que se realizó al personal de la EMAC EP para que puedan explicar el motivo de ciertos picos en el comportamiento de estos materiales, se llegó a la conclusión que no se conoce un factor en específico acerca de estos valores y sus altos y bajos en la generación de materia orgánica, materiales reciclables, materiales desechables y otros. Por el cual, se puede derivar también estos resultados a la economía propia del país.

3.3.1 Materia Orgánica

En la Figura 3-3 se demuestra la tendencia que la materia orgánica desarrolla con respecto al tiempo. A pesar de que existen ciertos picos, se puede observar un comportamiento bastante parejo entre estos datos, y estos son muy cercanos a un valor medio de 60%. Este valor indica la composición típica para los residuos sólidos de países en vías de desarrollo, donde el contenido de materia orgánica puede superar el 50%.

Al tener presente que el contenido de materia orgánica no ha tenido variaciones importantes a lo largo del tiempo, se puede esperar que esta tendencia se mantenga por muchos años más. Esto es especialmente importante en el momento de tomar decisiones para dar algún tipo de tratamiento a los residuos sólidos y poder aprovechar esta fracción orgánica.

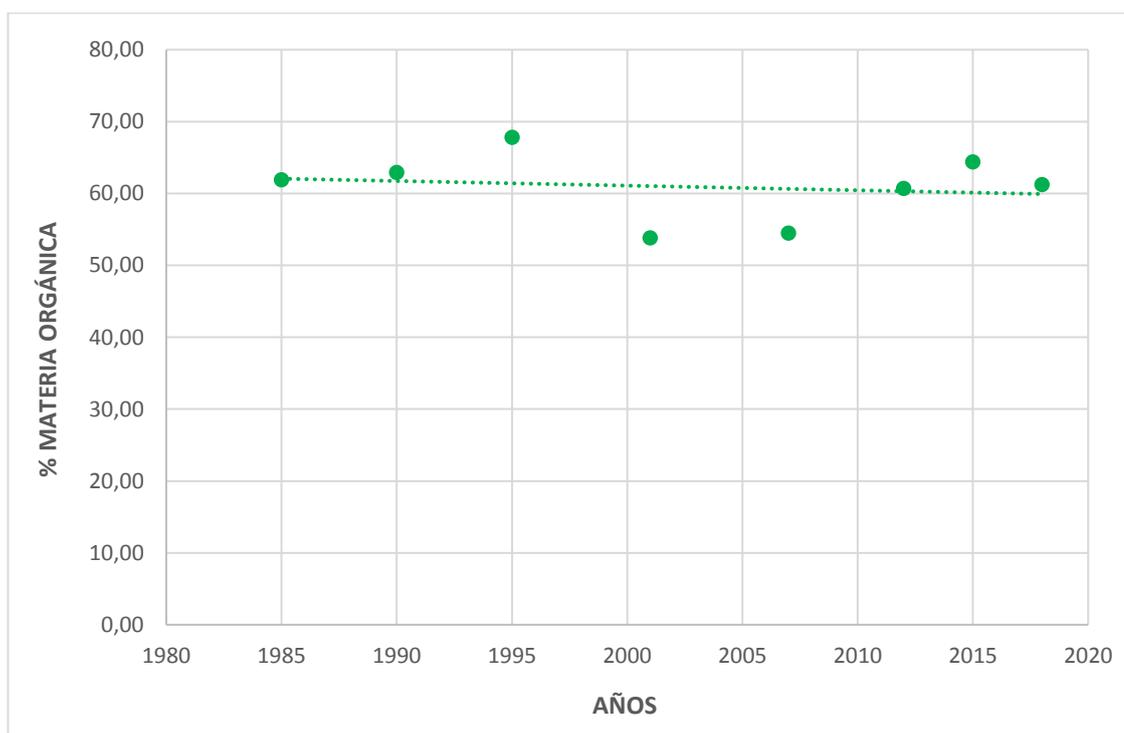


Figura 3-3 Evolución del comportamiento de la Materia Orgánica

3.3.2 Materiales Reciclables

En la siguiente Figura 4-3, se puede observar que a partir de los años 2000 al año aproximadamente 2007, los porcentajes generados de materiales reciclados son los mayores, que en su mayoría son los plásticos, que puede ser debido a la facilidad de

obtención y precios relativamente bajos que estos productos han ido adquiriendo a lo largo de los años. Sin embargo, aproximadamente a partir del año 2007 se puede observar una baja en el porcentaje de consumo de estos materiales, esto se debe a la conciencia ecológica que se ha impartido debido a la gran contaminación que estos productos generan, y también a campañas de evitar el consumo de plásticos como sorbetes y en general evitar el desperdicio y el consumo de dichos materiales.

A pesar de esta conciencia ambiental que cierto porcentaje de la población ha optado por realizar, existen aún habitantes que por comodidad y facilidad no han disminuido el consumo de estos materiales, lo cual en la gráfica nos demuestra que a partir del año 2018 aproximadamente, ha cambiado su comportamiento a creciente.

El comportamiento de los materiales reciclables con respecto al tiempo, en general, muestran una tendencia claramente creciente, a pesar de ciertos picos altos y bajos.

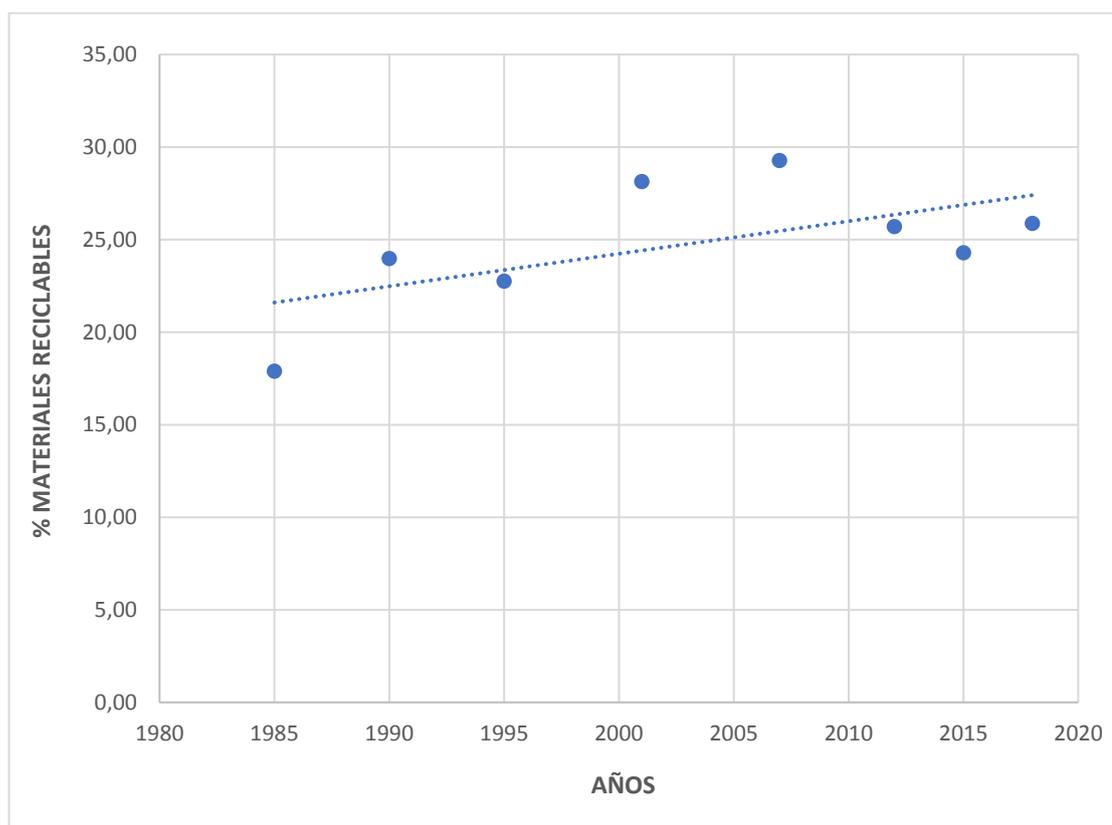


Figura 4-3 Evolución del comportamiento de los Materiales Reciclables

3.3.3 Materiales Desechables

Como se puede observar en la Figura 5-3, en los años de 1990 y 1995 no se muestran valores al igual que en las anteriores gráficas, esto se debe a que en estos años no se produjo un muestreo para estas categorías como de productos como papel higiénico, pañales, toallas higiénicas, cerámica y platos desechables.

En los materiales desechables al igual que en los materiales reciclables se puede observar un comportamiento bastante parecido desde el año 2000, y de igual manera se puede ver el comportamiento descendiente desde el año 2007 debido a campañas de consumir y utilizar únicamente el material necesario justamente evitando el desperdicio de estos materiales, que son dispuestos en el relleno sanitario de Pichacay. Sin embargo, el comportamiento de estos materiales en general con respecto al tiempo, se muestra creciente.

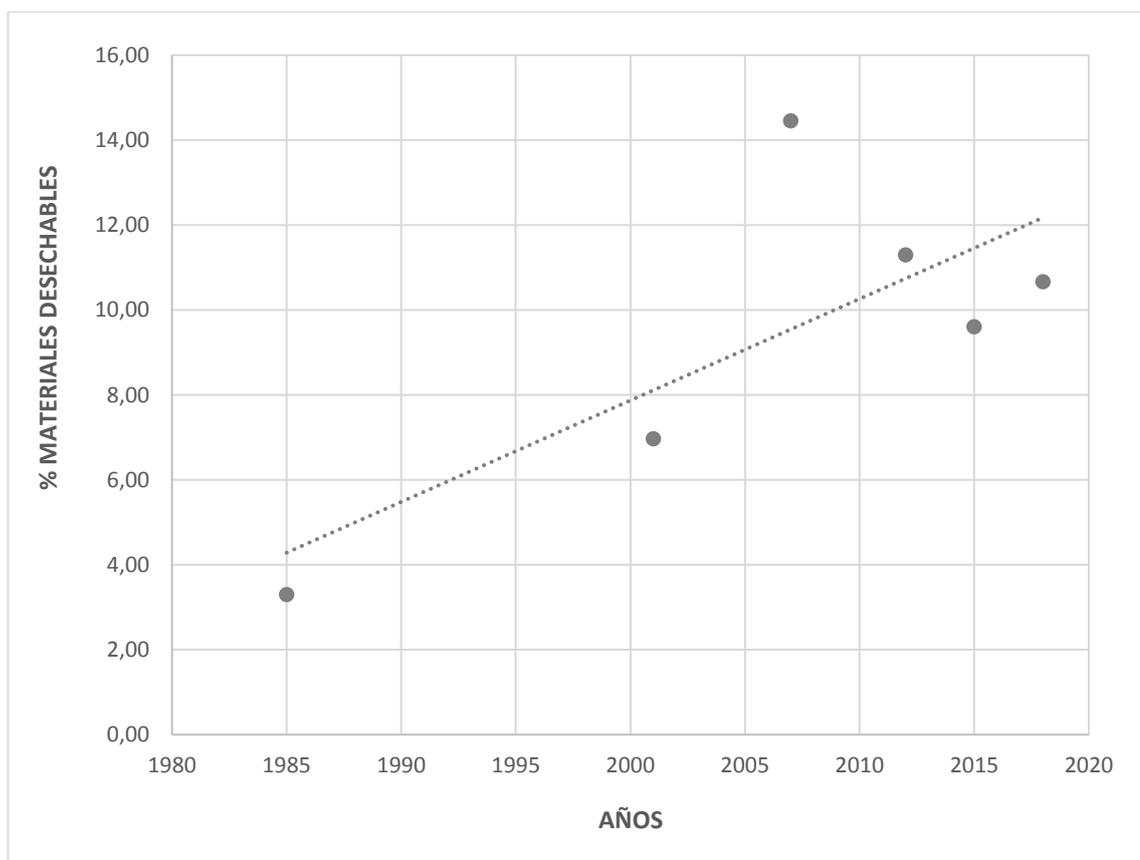


Figura 5-3 Evolución del comportamiento de los Materiales Desechables

3.3.4 Otros

Como se observa en la Figura 6-3, esta es la única gráfica con un comportamiento muy distinto a los demás componentes, sin embargo, estos materiales al ser en su mayoría materia inerte tiene muchas variaciones y picos muy marcados en los valores. En esta gráfica se muestra un comportamiento decreciente muy marcado en relación entre el porcentaje de “otros” y el tiempo.

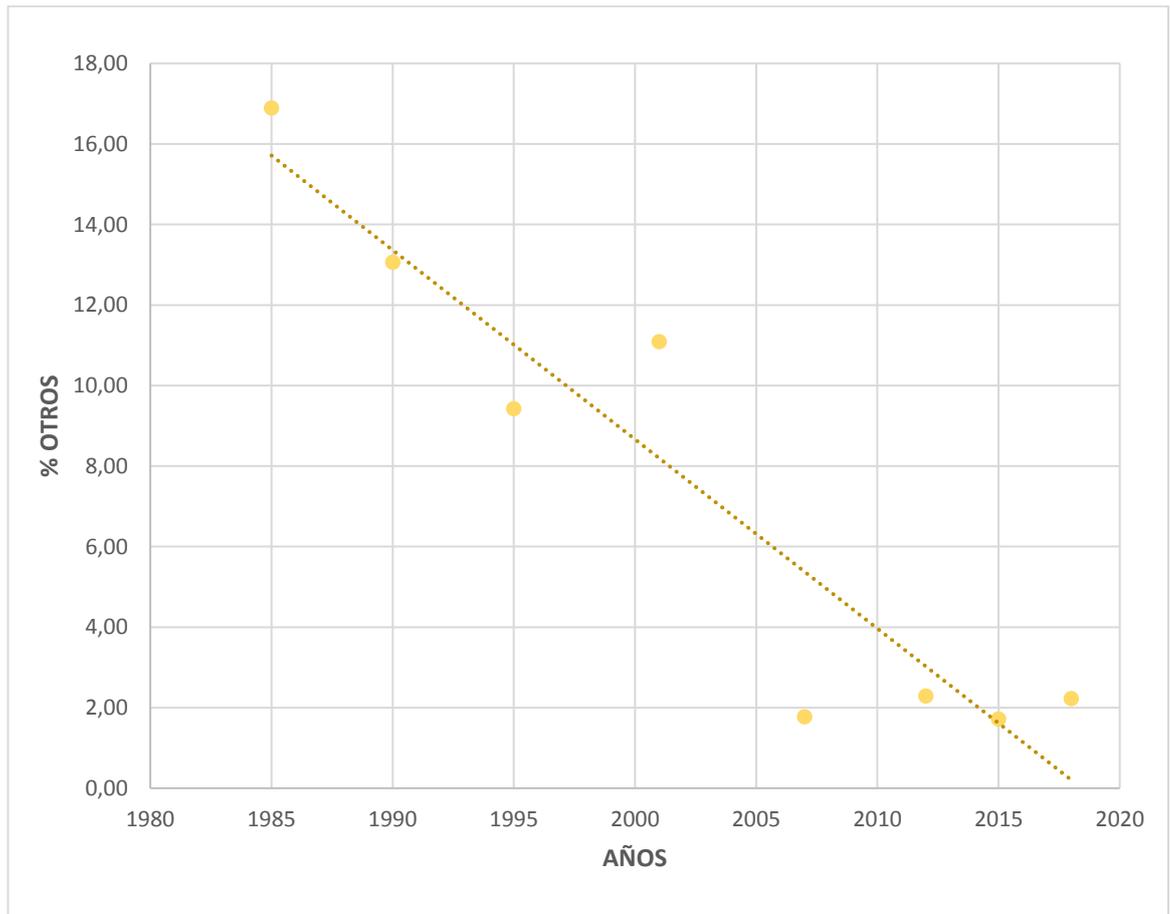


Figura 6-3 Evolución del comportamiento de Materiales como Otros

3.4 Residuos Sólidos Domiciliarios

3.4.1 Generación per cápita

La generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios está directamente relacionada con el aumento de los ingresos, es decir, el consumo de los hogares se da

por el factor socioeconómico de la familia, dando como resultado un cambio en la composición y la cantidad de residuos sólidos domésticos. Sin embargo, este factor no es el único que influye en la generación per cápita, sino también se incluye el tamaño de la familia, los ingresos que generen, educación recibida, ocupación y su ubicación residencial (Khan *et al.*, 2016).

En la Figura 7-3, se puede observar un promedio de generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios del área urbana y del área rural de la ciudad de Cuenca. Primeramente, los resultados demuestran que el área urbana tiene mayores valores de generación per cápita, en comparación que el área rural. Este hecho puede estar relacionado con el avance y aumento en el desarrollo del área urbana, ya que de esta manera también incrementa la producción de residuos sólidos por habitante, debido que, a mayor ingreso per cápita mayor generación de residuos sólidos. Estos resultados del gráfico reflejan también la tendencia de la relación que tiene la generación de desechos por persona, con el tamaño y crecimiento de las ciudades. Siendo de esta manera que ciudades más pobladas poseen una mayor generación per cápita en comparación que otras de un tamaño poblacional menor, debiéndose también al estilo y calidad de vida que los habitantes necesitan (Collazos Peñaloza & Duque Muñoz, 1993).

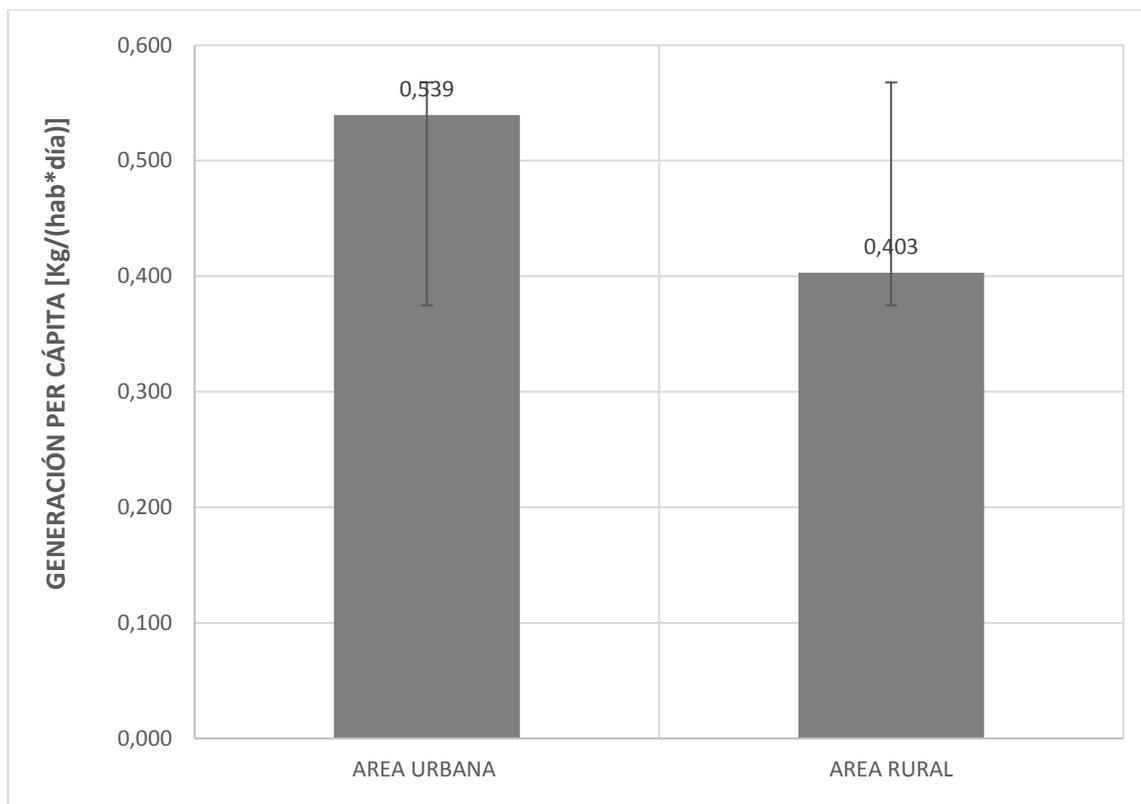


Figura 7-3 Generación per cápita por tipo de área de residuos sólidos domiciliarios del cantón Cuenca

Es cierto que no existe una definición concreta del estado socioeconómico, ya que la agrupación socioeconómica implica ideologías subjetivas. Es decir, la estratificación socioeconómica es una variable latente hiperdimensional, difícil de identificar y definir (Khan *et al.*, 2016). Sin embargo, se tiene como tendencia que, el consumo de energía eléctrica es un indicador de mayores recursos económicos, por ende, los estratos socioeconómicos con altos consumos de energía son considerados mayores generadores de residuos sólidos. Por tal motivo, en el área urbana, se clasificó por rangos de consumo de energía eléctrica, para que posteriormente, estos fueran agrupados en tres estratos socioeconómicos. Por otro lado, en el área rural simplemente se consideraron las seis parroquias más grandes.

La generación per cápita de residuos sólidos en las zonas urbanas aumenta rápidamente debido a la migración de zonas rurales a urbanas, incrementando también de esta manera los niveles de ingresos socioeconómicos y de consumo (Khan *et al.*, 2016). Como se puede observar en la Figura 8-3, esta tendencia también se da en los resultados del cantón de Cuenca, el estrato urbano alto es el de mayor generación per

cápita, siguiéndole el estrato urbano medio, estrato urbano bajo y por último el estrato rural.

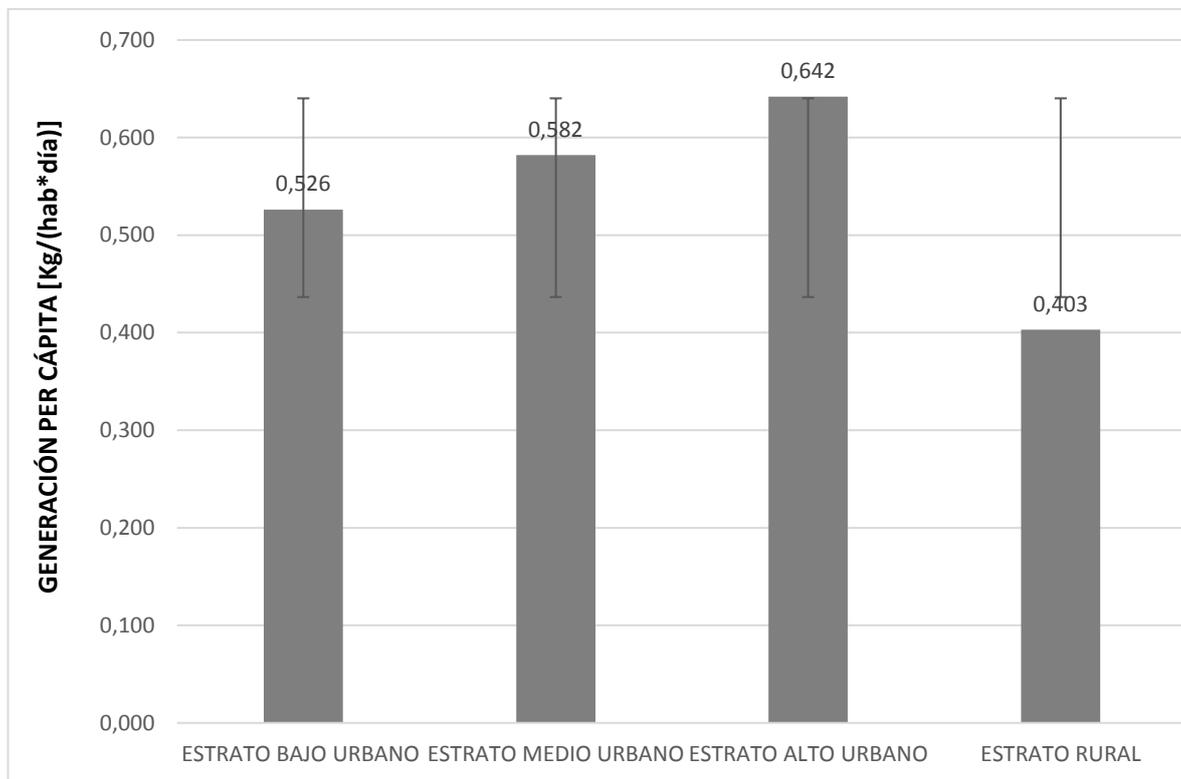


Figura 8-3 Generación per cápita por rangos de estratos socioeconómicos y sociales

Los países desarrollados con altos ingresos económicos, pueden ser comparados en este estudio teniendo en cuenta la diferencia que se crea por el factor socioeconómico de un país o región. En países como Reino Unido y los Estados Unidos la tasa de generación de residuos sólidos está entre 1.4 y 2.0 kg/cápita/día respectivamente. Sin embargo, en países y regiones menos desarrolladas como, la región MENA (Medio Oriente y el norte de África), a pesar de tener una tasa de generación per cápita alta en comparación con otras regiones del mundo (promedio de 1.1 kg/cápita/día) es menor en relación a la del Reino Unido y Estados Unidos. En el resto de África y otras regiones de Asia oriental/Pacífico se tienen tasas de generación más bajas con promedios entre 0.65 y 0.95 kg/cápita/día. Esto se debe al desarrollo económico y al PIB (Producto Interno Bruto) de los países de estas regiones (Al-salem *et al.*, 2018).

3.4.2 Composición gravimétrica

Para poder determinar este valor de la composición gravimétrica de residuos sólidos domiciliarios, se realizó primeramente un cálculo del porcentaje de peso promedio ponderado de cada uno de estos componentes para el área urbana y para el área rural. Para el área urbana se optó por sacar un promedio de estos porcentajes de los tres estratos socioeconómicos establecidos.

Como se puede observar en la Figura 9-3, tanto en el área rural como en el área urbana de la ciudad de Cuenca, la materia orgánica es el mayor porcentaje generado, contando con valores muy cercanos como 61.22% para el área urbana y 60.67% para el área rural, siendo el área urbana mayor generadora de este componente. Con respecto al porcentaje de los materiales reciclados, en el área urbana los tres estratos al ser estos promediados nos da un porcentaje muy cercano y similar en comparación al del área rural, sin embargo, su diferencia es mínima, teniendo valores muy próximos también en los materiales desechables y otros, siendo el área rural mayor.

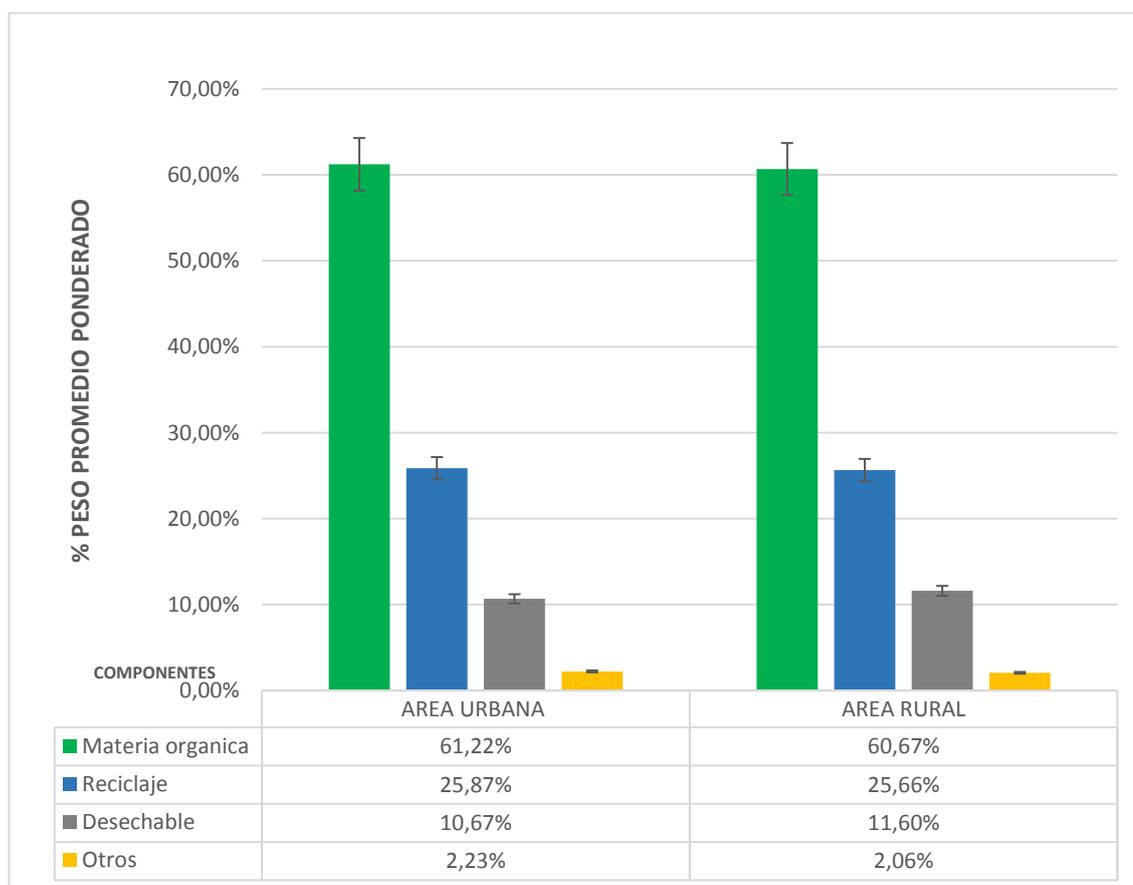


Figura 9-3 Composición gravimétrica por tipo de área de residuos sólidos del cantón de Cuenca

En el país de la India se realizó un caso de estudio que se descubrió que, la generación de residuos sólidos de materia orgánica se generaba más en los grupos socioeconómicos más bajos, ya que estas personas no tienen instalaciones para poder almacenar estos productos en su uso para el futuro, y estos estratos bajos y medios generaron más desperdicios de alimentos, es decir materia orgánica, compuesta principalmente de cáscaras de vegetales y desechos de frutas. Comprobando la tendencia que existe en países pequeños o en vías de desarrollo con respecto a la composición gravimétrica de residuos sólidos, y esta es que mientras menos recursos económicos posea una comunidad, ciudad o país, mayor cantidad y proporción de materia orgánica se generará (Khan *et al.*, 2016).

En el caso de la ciudad de Cuenca se puede corroborar lo previamente mencionado, mientras menos recursos económicos se posea, mayor cantidad y proporción de materia orgánica se generará. En la Figura 10-3, se puede observar claramente que el estrato urbano socioeconómico alto es el que menos genera materia orgánica, sin embargo, es el que mayor cantidad de materiales reciclables produce, este factor también se debe a causa que en la mayoría de supermercados para comprar un producto orgánico, este viene embalado o en fundas protectoras de plásticos, que simplemente son desechadas directamente por el consumidor. Por otra parte, la gráfica manifiesta también que los valores del estrato urbano socioeconómico bajo y el estrato rural son los que más producen materia orgánica y menor cantidad de residuos reciclables, y esto se debe a que en estos estratos es más fácil conseguir directamente este producto del campo o mercados, ya que las personas del estrato rural son las productoras directas de estos alimentos.

En la gráfica también se puede observar los valores de los materiales desechables, los cuales son bastante parejos entre estos cuatro estratos, sin embargo, encabeza el estrato alto urbano, seguido por el estrato bajo urbano, siendo estos diferenciados por un mínimo porcentaje. Estos resultados pueden demostrar el acceso que todos los estratos o niveles socioeconómicos, sea bajo o alto, tienen a materiales como pañales, toallas higiénicas, papel higiénico, entre otros materiales desechables; generando casi el mismo porcentaje.

Por último, el porcentaje más alto en “otros”, en su mayoría materia inerte, es en el estrato medio urbano, sin embargo, se tiene valores muy aproximados en los demás estratos y un porcentaje de 0% en el estrato alto urbano.

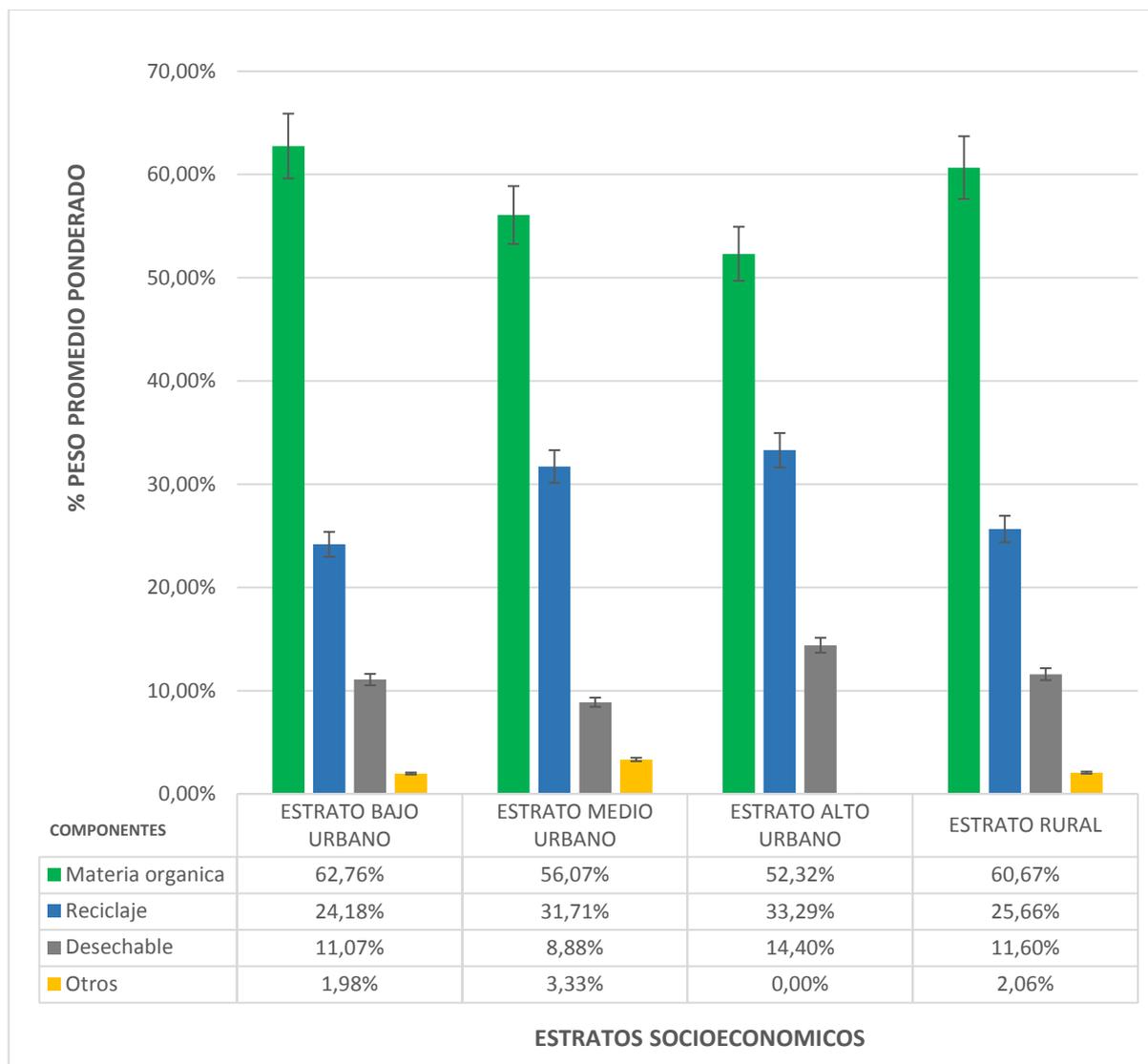


Figura 10-3 Composición gravimétrica por rangos de estratos socioeconómicos y sociales

3.5 Residuos Sólidos de Centros Educativos

3.5.1 Generación per cápita

Como se ha explicado anteriormente, los centros educativos en la ciudad de Cuenca son públicos y privados. Como criterio y conocimiento, se sabe que la gente de estrato medio a bajo, es decir de pocos recursos económicos, son las personas que asisten a

los centros educativos públicos o fiscales, y las personas de estratos socioeconómicos medio y alto pertenecen en su mayoría a los centros educativos particulares.

En este caso, se ha escogido una sola universidad de la ciudad de Cuenca, y esta también pertenece a un centro educativo particular, sin embargo, se tomó como otra categoría ya que pertenece a un tercer nivel de educación y sus horarios de trabajo son intermitentes y no trabajan una única jornada. Mientras que, las demás instituciones muestreadas son primarias y secundarias que trabajan en una sola jornada, es decir, de 7h00 hasta aproximadamente las 14h00, teniendo excepciones en algunas instituciones fiscales, que tienen horarios vespertinos de igual manera.

Como se puede apreciar en la Figura 11-3, la generación per cápita en las instituciones particulares es la que tiene altos valores a comparación de las demás instituciones. Esto se debe al nivel socioeconómico que se tiene dentro de estos centros educativos, por tal motivo son mayores generadores de residuos sólidos. Sin embargo, siendo esta la universidad escogida particular de igual manera, es la que menores valores tiene de generación per cápita, esto se puede dar a causa de los horarios intermitentes ya nombrados anteriormente, y al no tener una única jornada en el día, esto produce que no todos los estudiantes consuman en la institución, sino que posiblemente lo hagan en otros lugares. Por lo tanto, no se genera la misma cantidad de residuos sólidos de forma semejante a un establecimiento donde se pasaría más tiempo por horarios establecidos. Esto causa una dispersión de valores para este caso, teniendo valores muy parejos con las instituciones fiscales, no obstante, las instituciones fiscales siendo mayores generadores por una mínima diferencia en comparación con la universidad, dejando sin lugar a dudas, que las instituciones particulares tienen mayores valores en la generación per cápita.

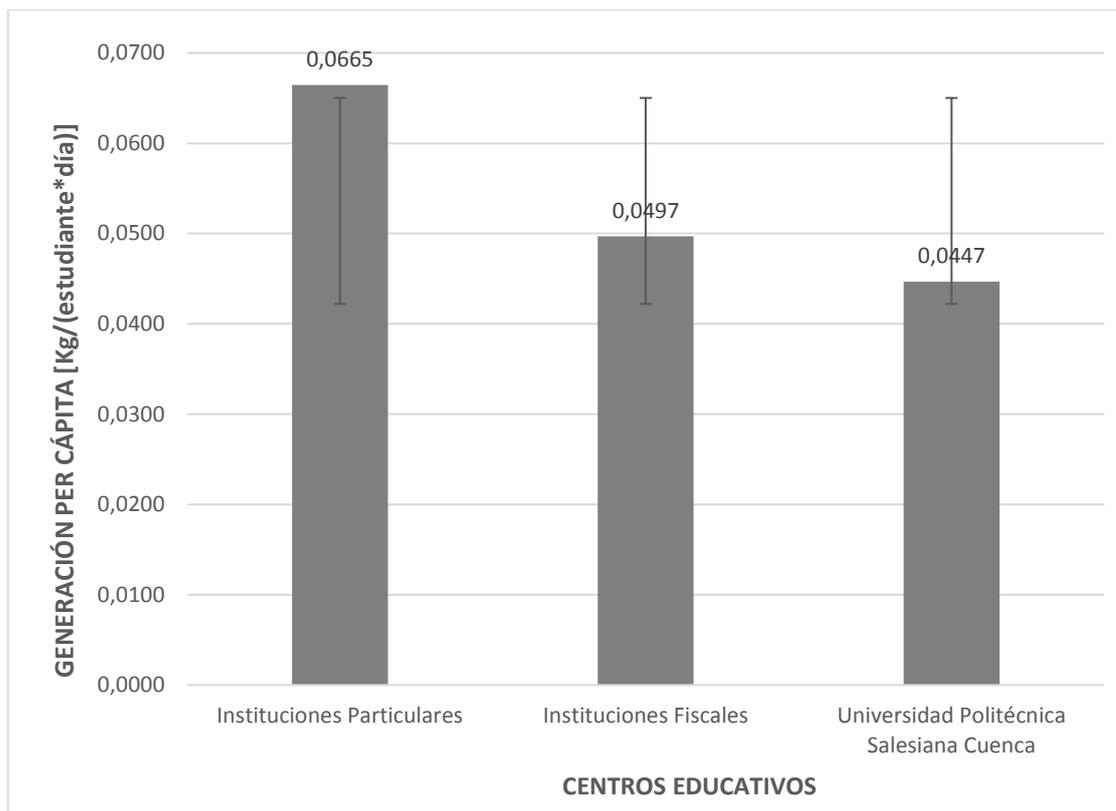


Figura 11-3 Generación per cápita de Centros Educativos de la ciudad de Cuenca

3.5.2 Composición gravimétrica

Dangi, Pretz, Urynowicz, Gerow, & Reddy, (2011) analizaron la composición de los desechos escolares, clasificados como desechos institucionales, en Katmandú, Nepal. Encontraron que un 38.6% de residuos sólidos eran orgánicos, 20.3% productos plásticos, 17.3% materia inerte, 12.7% papel higiénico, toallas y productos de papel, 11.10% textiles, metales, cauchos y cuero. Siendo estos separados en los cuatro grupos quedaría: 38.6% materia orgánica, 34.9% en materiales reciclables, 12.7% en materiales desechables y un 17.3% en otros. En general, se encontró un bajo nivel de materia orgánica en los residuos sólidos de centros educativos, por el motivo del poco manejo de alimentos frescos, y una cantidad significativa de plásticos y productos de papel que fueron provenientes de cajas de bocadillos de los estudiantes y de todo el papel blanco desechado.

Sin embargo, el caso anteriormente nombrado no se asemeja mucho al caso de la ciudad de Cuenca, como se puede apreciar en la Figura 12-33, los resultados son mayores en los materiales reciclados especialmente en las instituciones fiscales con un

45.51%, seguido por la materia orgánica con un 36.55%, un 14.10% en materiales desechables y únicamente un 3.83% en otros. Para las instituciones fiscales es importante mencionar que todos los establecimientos públicos del país reciben por parte del gobierno desayunos como jugos y leches saborizadas en envases tetrapack, al igual que galletas dentro de plásticos sonoros. Por tal motivo, los resultados o porcentajes de materiales reciclables son los más altos en comparación de los demás establecimientos (Bermeo Barreto & Miño Guznay, 2018).

En la gráfica también se puede analizar que únicamente el caso de la universidad proporciona diferentes resultados con respecto a las demás instituciones, en este centro educativo la materia orgánica es el principal componente más generado obteniendo el valor de 63.01%, siguiéndole el mayor porcentaje de materiales desechables, después los materiales reciclables con el menor porcentaje en comparación en comparación a los demás centros educativos y por último los materiales otros con un porcentaje bajo.

Las instituciones particulares son los siguientes porcentajes mayores en el componente de la materia orgánica, estos valores se deben que dentro de estas instituciones se promueve el consumo de comida y jugos preparados directamente de su bar, en lugar de snacks. A pesar de que los alimentos se sirven en materiales desechables, este rango representa el menor porcentaje de dichos residuos en comparación a los demás establecimientos. Teniendo también un alto porcentaje en materiales reciclables. (Bermeo Barreto & Miño Guznay, 2018)

Los resultados obtenidos en la gráfica corroboran y reflejan la tendencia nombrada acerca de la importancia del nivel socioeconómico y sus costumbres en relación a la generación de residuos sólidos.

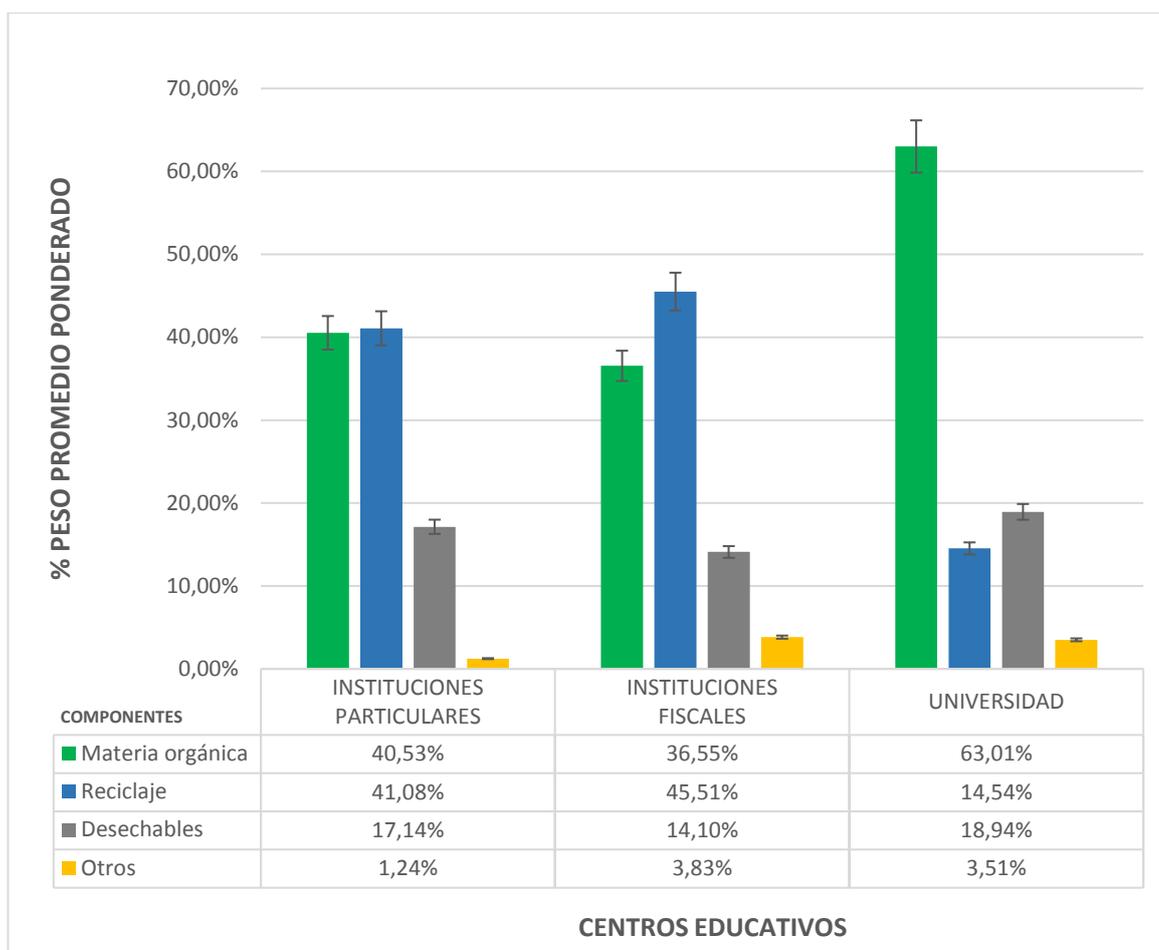


Figura 12-3 Composición gravimétrica de Centros Educativos de la ciudad de Cuenca

3.6 Residuos Sólidos de Bares, Restaurantes y Hoteles

3.6.1 Generación per cápita

En la Figura 13-3 se puede observar claramente la diferencia de valores de estos tres tipos de comercios, siendo los hoteles el valor más alto en la generación per cápita, esto se debe a que las personas alojadas en estos establecimientos realizan actividades muy parecidas a los de un domicilio generando más residuos sólidos durante todo el día. Los restaurantes son el tipo de comercio con el segundo valor más alto, esto también se debe al generar residuos sólidos durante todo el día, además, se debe a la cantidad similar de clientes que estos lugares contienen durante toda la semana. Por último, los bares son los que menos generan residuos sólidos en los comercios, esto se debe a que, estos establecimientos solo trabajan en una jornada nocturna y su comportamiento se basa en actividades únicamente de entretenimiento, consumiendo

en su mayoría bebidas alcohólicas y en un mínimo porcentaje comida. Por esta razón, no existe una alta generación per cápita de residuos sólidos en este comercio, ya que no generan ni consumen la misma cantidad de materiales y alimentos en comparación a los restaurantes y hoteles (Ochoa & Rivera Apuparo, 2019).

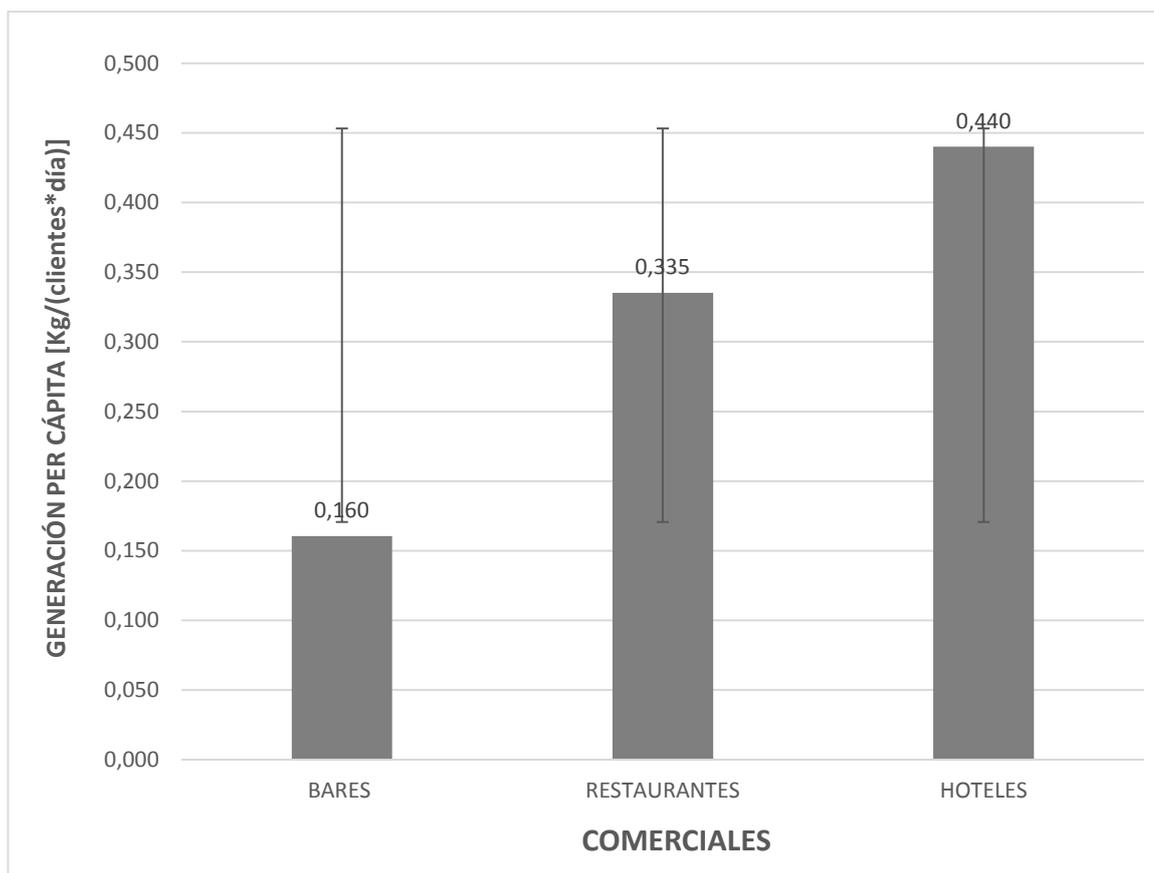


Figura 13-3 Generación per cápita de diferentes fuentes comerciales de la ciudad de Cuenca

3.6.2 Composición gravimétrica

Según los resultados obtenidos de la Figura 14-3, los residuos sólidos generados por los restaurantes son en su mayoría materia orgánica, debido a que estos provienen de la cocina siendo sus principales componentes: frutas, vegetales, verdura y restos de comida en general; confirmando las tendencias que existe en países en vías de desarrollo. Teniendo muy bajos valores en lo que son materiales reciclados y desechables. De igual manera, según Tatàno, Caramiello, Paolini, & Tripolone, (2017) la particularidad de los desechos de restaurantes es que es dominante la fracción de

alimentos en la composición de los residuos sólidos generados. El nivel de resultados parece ser limitado en comparación con la cantidad de materia orgánica que es mucho mayor, y se podría decir que es un porcentaje de 53.4% o incluso 71.7% para residuos sólidos generados por restaurantes en países en desarrollo. De hecho, esta circunstancia comparativa es debido a los porcentajes generales decrecientes de componentes orgánicos en los residuos sólidos municipales que se trasladan de países de bajos a altos ingresos

Según el estudio realizado por Dangi, Pretz, Urynowicz, Gerow, & Reddy, (2011) la composición gravimétrica de residuos sólidos de los hoteles se clasificó de la siguiente manera: materia orgánica un 57.8%, un 9.6% en plásticos, 3.3% materiales como papel higiénico y sus derivados, 16.9% de metales, 8.8% de vidrio, 0.4% textiles, 1.6% materia inerte y 1.7% en otros desechos. Los altos niveles de metal, vidrio y plásticos indican el consumo de botellas de aluminio, botellas de vidrio como cervezas, sodas y tarrinas de comidas usados por los huéspedes. Los materiales siendo separados por los cuatro grupos quedarían de la siguiente manera: 57.8% materia orgánica, 35.7% materiales reciclables, 3.3% materiales desechables y 3.3% en otros. Los hoteles en la ciudad de Cuenca como se evidencia en la gráfica, también son mayores generadores de materia orgánica al igual que el anterior ejemplo, debido a que en sus instalaciones poseen también restaurantes. Sin embargo, estos establecimientos poseen una gran cantidad de materiales reciclables también, debido a la necesidad de sus huéspedes por entregar un servicio único e higiénico, por tal motivo se utilizan materiales como: botellas de plástico, fundas plásticas, cartones, entre otros, que envuelven y protegen el producto principal que será utilizado por los clientes, de tal forma también, generando mayor cantidad de materiales desechables por el motivo anteriormente mencionado, y para estos casos de los comercios no existe ningún porcentaje en la categoría de otros desechos.

A diferencia de los anteriores comercios, los bares producen y desechan el mayor porcentaje de materiales reciclables, debido a que se brinda en su mayoría bebidas alcohólicas en botellas plásticas o de vidrio, teniendo también valores altos de materia orgánica por el motivo que en estos lugares también ofrecen menús de comida rápida. Dejando un mínimo porcentaje a los materiales desechables.

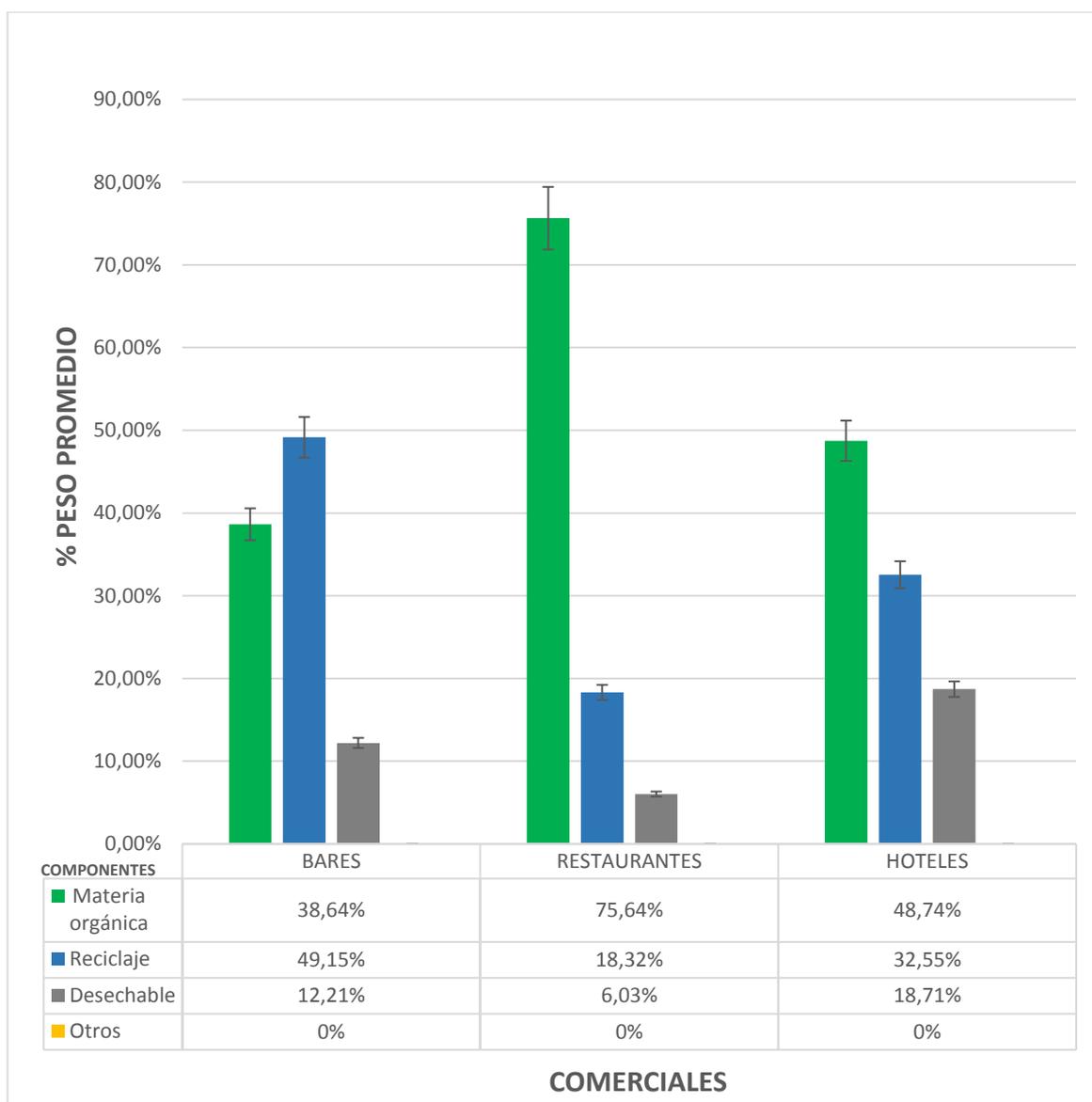


Figura 14-3 Composición gravimétrica de las diferentes fuentes comerciales de la ciudad de Cuenca

3.7 Resultados Promedios

3.7.1 Generación per cápita promedio de las distintas fuentes de la ciudad de Cuenca

Como se observa en la Figura 15-, los residuos sólidos domiciliarios son los que mayores valores tienen en la generación per cápita de las distintas fuentes de la ciudad de Cuenca, esto se debe a que las actividades domiciliarias son cotidianas durante todo

el día, por tal motivo se genera mayores desechos. Los residuos sólidos comerciales, son un gran porcentaje que contribuyen a la generación en una ciudad, siendo estos los siguientes en resultados de la generación per cápita, dejando en último puesto a los centros educativos, con una gran diferencia entre estos.

Los valores de las distintas fuentes de la ciudad de Cuenca que se observan en la Figura 15-, son bastante dispersos entre sí, ya que por medio de los cálculos de la desviación estándar se obtiene una media entre todos estos diferentes valores, y por tal motivo existen barras de error muy elevadas. Esto quiere decir, que estos valores deben ser tomados con cuidado por su alta dispersión.

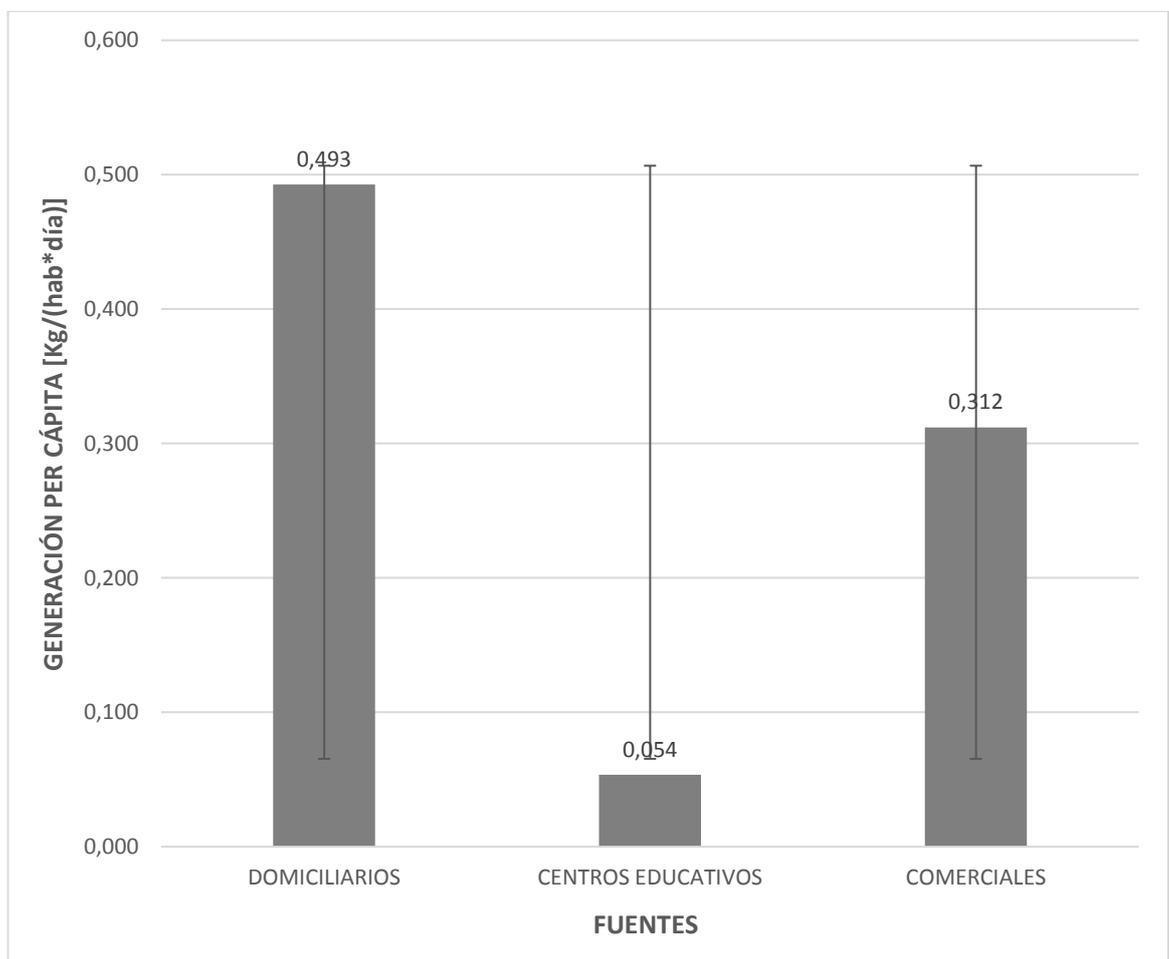


Figura 15-3 Generación per cápita de las diferentes fuentes de la ciudad de Cuenca

3.7.2 Composición gravimétrica de las distintas fuentes de la ciudad de Cuenca

En la Figura 16- se puede observar que los restaurantes, en comparación a todas las distintas fuentes de la ciudad de Cuenca, son los que mayor porcentaje tiene en el componente de materia orgánica, siendo también el menor en valores de materiales desechables, reciclables y otros. En general, este gráfico representa todos los valores relacionados con todas las fuentes en la ciudad de Cuenca, teniendo en cuenta de esta manera como cada fuente genera en estos diferentes componentes, siendo estos anteriormente descritos.

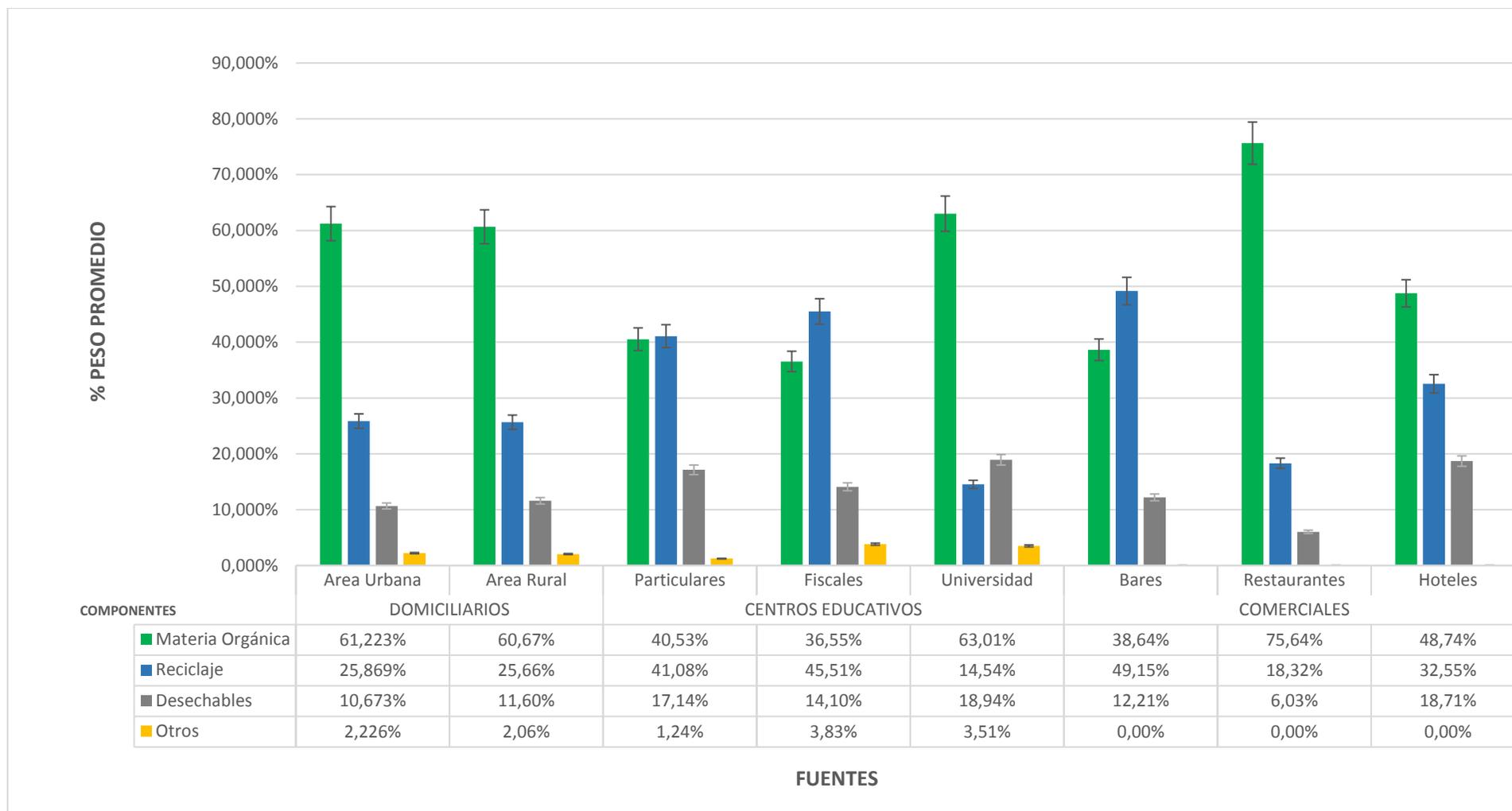


Figura 16-3 Composición gravimétrica de las diferentes fuentes de la ciudad de Cuenca

CONCLUSIONES

El presente estudio examinó tres grupos que pertenecen a un gran porcentaje de generadores de residuos sólidos de la ciudad de Cuenca. El análisis de los residuos sólidos municipales, es decir, de domicilios, centros educativos y de comercios como: bares, restaurantes y hoteles, es fundamental para el conocimiento que cada habitante en la ciudad consume por día, al igual que el conocer su composición para poder aprovechar el potencial que cada material tiene para su reutilización, ya que este análisis y evaluación de la generación per cápita y composición gravimétrica han demostrado las diferentes variables y factores que influyen a los valores de generación de residuos de una ciudad, en este caso de la ciudad de Cuenca.

El principal paso y más importante para un plan de manejo correcto de residuos sólidos, es comprender las cantidades y características generadas que necesitan ser tratadas. Como se ha podido comprobar en los resultados, la economía de un país es el principal factor que influye en la generación per cápita de los residuos sólidos, ya que se ha verificado la tendencia que a mayor ingresos y desarrollo en una comunidad, ciudad o país mayor generación de residuos sólidos se producirá. Sin embargo, no es el único factor, existen valores también como la población, factor social y cultural, entre otros.

El análisis previo de la información obtenida por tesis de pregrado e información y datos de la Empresa encargada en la recolección y disposición final de los residuos sólidos, EMAC EP, sirvió para poder realizar una comparación entre las cantidades generadas de residuos sólidos en el cantón de Cuenca, conociendo el porcentaje de cada componente en su composición, y saber la fuente más generadora de residuos sólidos.

El presente estudio demostró que los estratos socioeconómicos altos y medios son los mayores generadores de residuos sólidos, en el caso de los residuos sólidos domiciliarios, el área urbana y el estrato alto son los mayores consumidores. En el caso de los centros educativos, las instituciones particulares son los mayores generadores, y por último en el caso de los residuos sólidos de comercios, los hoteles son los principales productores de residuos sólidos. Como valores generales, tenemos que los

residuos sólidos domiciliarios son la fuente más generadora con valores más altos de generación per cápita.

En este estudio se demuestra también la importancia de conocer la composición gravimétrica y los materiales principales que se generan dentro de estas fuentes, para poder aprovechar el potencial que los desechos tienen de ser reutilizados. Por tal motivo, es significativo el proceso de la recolección diferenciada de la basura y así poder reusarlas correctamente en diferentes fines, previniendo el consumo y contaminación en la ciudad. Al ser un país en vías de desarrollo, los resultados demuestran una tendencia super marcada, siendo la materia orgánica el mayor porcentaje generado en la ciudad de Cuenca, seguido por los materiales reciclables, materiales desechables y por último otros desechos.

En los resultados de la composición gravimétrica, se obtuvo que la fuente más generadora y con más cantidades de materia orgánica es el establecimiento de los restaurantes, y con estos datos se podrían realizar sistemas para que estos desechos sean destinados directamente a una planta de compostaje, aprovechando todo su potencial.

En el caso de los materiales reciclables, como es de suponer, los establecimientos más generadores son los bares, ya que los materiales más consumidos son bebidas alcohólicas, provenientes de botellas, por lo que todos estos materiales con una correcta separación pueden ser reutilizados y tratados de una manera óptima para el proceso de reciclaje.

La estimación y apreciación de la evolución de residuos sólidos domiciliarios es importante para predicciones en el futuro de un sistema de manejo correcto e integrado para la ciudad de Cuenca. Investigando los factores puntuales que influyen en la generación per cápita y los componentes más generados, evitando el consumo de materiales desechables y reciclables en un futuro, previniendo el desperdicio y consumismo que únicamente contaminación en la ciudad y en el mundo entero.

RECOMENDACIONES

- Realizar muestreos acerca de la generación per cápita y composición gravimétrica de los residuos sólidos con la misma periodicidad de tiempo para poder evaluar y analizar su comportamiento, tendencia y tasa de crecimiento, principalmente de los centros educativos y de los comercios, ya que solo se contiene un único estudio de estas fuentes generadoras.
- Incrementar campañas de reducción de materiales inorgánicos, es decir materiales desechables y reciclables, para un mejor manejo de residuos sólidos.
- Concientizar a los estratos altos acerca de la reducción de los residuos sólidos.
- Exigir de una manera rigurosa la recolección diferenciada de residuos sólidos, principalmente en los estratos bajos de cada fuente de la ciudad de Cuenca, creando una cultura consciente con el medio ambiente.
- Realizar una investigación profundizando acerca del impacto que la población ha desarrollado acerca de la consciencia ecológica, y el efecto que ha causado en la generación per cápita y composición gravimétrica de los residuos sólidos.

BIBLIOGRAFIA

- Al-salem, S. M., Al-nasser, A., & Al-dhafeeri, A. T. (2018). Multi-variable regression analysis for the solid waste generation in the State of Kuwait. *Process Safety and Environmental Protection*, 119, 172–180. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.07.017>
- Ashook Buelvas, J., & Gómez Medina, K. J. (2004). Diseño e Implementación de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en el barrio Las Gaviotas de la ciudad de Cartagena. Cartagena, Colombia.
- Baldeón Jibaja, E. P. (2012, Marzo). Análisis de las causas que determinaron el comportamiento del Producto Interno Bruto en el Ecuador entre los años 2005-2009. Quito, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Bermeo Barreto, A., & Miño Guznay, P. (2018). Determinación de la generación per cápita y la composición gravimétrica de desechos en una muestra representativa de los establecimientos educativos de la ciudad de Cuenca (Tesis de pregrado). Universidad del Azuay, Cuenca.
- Bustos Flores, C. (2009). La problemática de los desechos sólidos. Mérida, Venezuela.
- Calderón Mayorga, Á. (2011, Noviembre 10). La dolarización ecuatoriana . *El telégrafo*.
- Collazos Peñaloza, H., & Duque Muñoz, R. (1993). *Residuos Sólidos*. Bogotá, Colombia: FUNPIRS.
- Dangi, M. B., Pretz, C. R., Urynowicz, M. A., Gerow, K. G., & Reddy, J. M. (2011). Municipal solid waste generation in Kathmandu , Nepal. *Journal of Environmental Management*, 92(1), 240–249. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.09.005>
- Das, S., Lee, S., Kumar, P., Kim, K., Soo, S., & Sundar, S. (2019). Solid waste management : Scope and the challenge of sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 228, 658–678. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.323>
- Ecuador, B. C. (2019, Marzo 29). *Banco Central del Ecuador*. Retrieved from <https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/1158-la-economia-ecuatoriana-crecio-14-en-2018>
- EMAC, E. P. (2014, Octubre 26). *EMAC*. Retrieved from <http://www.emac.gob.ec/?q=content/reciclaje-0>

- Frésca, F. R., Massukado, L. M., Pugliesi, É., & Schalch, V. (2008). La caracterización física de los residuos sólidos domésticos en Sao Carlos (Sao Paulo, Brasil). *Universidad de Sao Paulo*.
- Jiménez Martínez, N. M. (2015, Marzo 3). La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad. *Letra Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*.
- Jiménez Martínez, N. M. (2017). El residuo: producto urbano, asunto de intervención pública y objeto de la gestión integral. *Scielo*.
- Jiménez, E., & Arias, C. (2007, Octubre). Manejo de Desechos Sólidos Orgánicos Generados en Bares y Comedores de la ESPOL. Guayaquil, Ecuador.
- Khan, D., Kumar, A., & Samadder, S. R. (2016). *Impact of socioeconomic status on municipal solid waste generation rate. Waste Management, 49, 15–25.*
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.01.019>
- López Moreda, L., & Vargas Martínez, E. E. (2014, Abril). Gestión Ambiental Empresarial: Un estudio comparativo de hoteles en Cancún, México y Varadero, Cuba. Camboriú, Brasil.
- Mundial, B. (2019). *Banco Mundial*. Retrieved from <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=2018&locations=EC&start=1985&view=chart>
- Neveu, A., & Matus, P. (2007, Enero). Residuos hospitalarios peligrosos en un centro de alta complejidad. Santiago, Chile.
- Ochoa Ochoa, R., & Rivera Apuparo, S. (2019). Diseño de un sistema de almacenamiento y recolección de residuos sólidos para restaurantes, bares y hoteles en una zona del centro histórico de la ciudad de Cuenca (Tesis de pregrado). Universidad del Azuay, Cuenca.
- Pino Peralta, S. L., Aguilar, H. R., Apolo Loayza, A. G., & Sisalema Morejón, L. A. (2018). Aporte del sector agropecuario a la economía del Ecuador. Análisis crítico de su evolución en el período de dolarización . Años 2000-2016. *Espacios, 39(32), 7.*
- Rondón Toro, E., Szantó Narea, M., Pacheco, J. F., Contreras, E., & Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Santiago de Chile: Naciones Unidas .
- Sáez, A., & Urdaneta G., J. A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*.
- Salazar-Acuña, E. (2016). Evaluación de la generación de residuos sólidos ordinarios del cantón de Belén en el período 2005-2015. Belén, Heredia, Costa Rica.
- Santos-Burgoa, C., Rojas-Bracho, L., Barrera-Romero, N., Ongay-Delhumeau, E., & Escamilla-Cejudo, J. A. (1992). Método para estimar el riesgo poblacional

atribuible a una estación de transferencia de desechos sólidos municipales.
Cuernavaca, México.

Solíz Torres, M. F. (2015). Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador. *Letras Verdes*, 4-28.

Tatàno, F., Caramiello, C., Paolini, T., & Tripolone, L. (2017). *Generation and collection of restaurant waste : Characterization and evaluation at a case study in Italy*. 61, 423–442. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.01.020>