

# Implementación de un sistema de gestión de residuos sólidos en un centro de educación inicial y una unidad educativa en el sur de la Ciudad de Quito

---

Diana Elizabeth García Tumipamba  
Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9362-9075>

Freddy Vicente Cuarán Sarzosa  
Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9973-1043>

Andrea Mishell Flores Proaño  
Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador  
Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-4840-3713>

Érika Johanna Simbaña Cabezas  
Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador  
Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-0522-5359>

## Introducción

En la actualidad la generación de residuos sólidos va creciendo notoriamente, lo que provoca que se hable de una “crisis de la basura” (Macías et al., 2018). Se busca intervenir en la gestión de los residuos sólidos desde que se generan hasta su disposición final, disminuyendo los impactos negativos que provoca la mala gestión de estos. En un sistema de gestión de residuos sólidos se considera ciertos puntos: generación de los residuos, separación y clasificación desde su origen, control en su operación y almacenamiento hasta su evacuación (Sánchez, 2017).

Al instalar un sistema de gestión de residuos sólidos, se logra controlar grandes cantidades de basura de forma eficiente, promover acciones mediante actividades en las que intervienen las personas que son parte de la institución, fomentar la prevención, reciclaje y reutilización de los diferentes residuos, de esta manera, minimizar la cantidad de residuos que llegan a su destino final y por consiguiente disminuir la emisión de gases y dar valor a los residuos mediante la reutilización y reciclaje (Zavala, 2012).

## Metodología

Para el análisis del manejo y gestión de los residuos dentro de la institución se observaron las actividades realizadas en la jornada matutina; de igual modo, las extracurriculares que se llevan a cabo en horarios de la tarde del plantel. Se observó la gestión de residuos sólidos actual y la distribución de contenedores y tachos de basura dentro de la unidad educativa. Se tomaron registros fotográficos de las instalaciones del establecimiento. Se consideró la información y datos cuantitativos proporcionados por el personal administrativo de la institución, los cuales se usaron para la evaluación del manejo y generación de residuos de la institución.

### **Metodología para calcular el tamaño de la muestra para una población infinita**

*Cálculo para determinar el tamaño de la muestra para una población finita:*

Se aplicó la siguiente ecuación: (Díaz, 2020)

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 + (N + 1) + Z^2 * p * q} \quad (1)$$

n = tamaño de la muestra

N = población total

p = probabilidad estimada 0,98

q = probabilidad estimada 0,02

he = margen de error aceptable 0,05

z = valor estándar 1,96

Se empleó la fórmula para encontrar una referencia del número de encuesta-

dos. Se realizaron dos encuestas diferentes: la primera para el alumnado y personal de limpieza y la segunda para los docentes. La encuesta 1 se realizó a 50 estudiantes y a los 4 conserjes que trabajan en la institución. La encuesta 2 la contestaron 20 profesores.

### **Metodología para caracterización de los residuos sólidos**

La metodología se basó en la guía de caracterización de residuos sólidos domiciliarios, expuesta en el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), como una adaptación a lo formulado por Kunitoshi en 1982, la misma que cuenta con diferentes fases (Díaz, 2020).

#### *Centro de Educación Inicial*

Se usó un plástico negro: 2 m de largo por 4 m de ancho, el que se colocó sobre el piso para evitar derrames sobre el suelo. Se recolectaron todas las bolsas plásticas que contenían residuos sólidos del CEI, durante toda la jornada del día. Con una balanza mecánica de piso, se pesaron las bolsas, para calcular el peso total de los residuos sólidos producidos en las instalaciones.

#### *Unidad educativa*

La unidad educativa cuenta con educación básica, secundaria y bachillerato; así mismo, desarrolla actividades extracurriculares en horas de la tarde. Se inició tendiendo el plástico negro, de las dimensiones ya mencionadas, sobre

el lugar escogido para realizar el trabajo. Posteriormente, se acumularon las bolsas plásticas de basura de cada uno de los 16 contenedores dispuestos en todo el plantel. Se calculó el peso de los residuos con una balanza.

#### *Determinación de la densidad de los residuos sólidos*

Tanto en el CEI como en el resto de la unidad educativa, los residuos fueron colocados sobre el plástico en el piso, se realizaron cuarteos y se usó un recipiente de 12 litros, donde se depositaron los residuos sin compactarlos hasta el borde del recipiente. Se lo golpeó contra el suelo por tres veces desde una altura aproximada de 10 cm y nuevamente se lo volvió a enrasar, sin presionar el contenido del mismo. Se pesó en la balanza y se dividió para el volumen del recipiente.

Tanto en el CEI como en el resto de la unidad educativa, se realizó la clasificación de los residuos sólidos en residuos orgánicos y de jardinería, plásticos, papel y cartón, vidrio, tetrapak. Se clasificaron los residuos sólidos en

cada bolsa etiquetada y, finalmente, se pesó cada bolsa.

#### *Porcentaje cada residuo sólido*

Se pesaron las bolsas con los residuos sólidos clasificados para establecer el porcentaje de cada uno de ellos.

#### *Producción per cápita (PPC)*

Para determinar la cantidad total de residuos sólidos generados en el día se dividió el peso total de los residuos recolectados, para el número total de alumnos de todo el establecimiento educativo.

#### *Análisis de laboratorio*

Los análisis se realizaron en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador. Para lo cual, se recolectó una muestra de un kilogramo de cada una de las instalaciones del CEI y de la unidad educativa, y de ellas se midió humedad, poder calórico inferior y análisis microbiológico en parámetros de recuento de bacterias aerobias, coliformes totales, mohos, levaduras y *Escherichia coli*.

## **Resultados y discusión**

### ***Manejo actual de los residuos sólidos en el CEI y en la unidad educativa***

Los residuos sólidos producidos por los niños en el CEI, en horas de clase, son depositados en tachos de basura ubicados en cada aula y los generados durante el receso se recolectan en el contenedor ubicado en el patio. La recolección la realiza el personal de lim-

pieza. La disposición final se la hace en los contenedores dispuestos por el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).

Los residuos generados por la unidad educativa provienen del prekínder, escuela y colegio. Para la recolección existen tachos de basura distribuidos en todas las instalaciones y 16 contenedores de 100 litros, distribuidos estraté-

gicamente en el patio de la institución. Al finalizar la jornada, el personal de limpieza se encarga de recolectar los residuos de cada tacho, los mismos que posteriormente se colocan en los contenedores. De igual manera, cuentan con cuatro sitios de acopio de botellas plásticas. Y el destino final de los residuos recogidos en el día es en los contenedores del DMQ que se encuentran frente al establecimiento.

#### *Fuentes de generación de residuos sólidos*

Se recorrieron las instalaciones del establecimiento con la finalidad de identificar la frecuencia y el tipo de generación y se ubicaron las diferentes áreas y el tipo de residuos que genera cada una. Una vez determinada la fuente de

generación, se concluyó que los principales problemas en la institución eran:

- Malos hábitos para colocar la basura en el tacho, por parte de las personas que ocupan la institución.
- Disposición inadecuada de los desechos tanto en las aulas de clase como en el patio general.

#### *Producción per cápita*

La producción per cápita fue de 0,184 kg/ alumno\*día en el CEI. Mientras que, en la unidad educativa, la producción per cápita fue de 0,097 kg/ alumno\*día.

En la tabla 1 se muestran los valores diarios de residuos obtenidos en el Centro de Educación Inicial y su PPC total.

**Tabla 1**  
*Porcentaje de los residuos sólidos del CEI*

Residuos sólidos	Días							Peso total (kg)	% Total
	1	2	3	4	5	6	7		
Orgánicos	6,4	6,2	8,7	4,1	6,1	6,4	7,3	45,2	<b>34,69</b>
No aprovechables	4,1	7,4	7,2	10,5	5,2	5	4,3	43,7	<b>33,54</b>
Plástico	4,2	1,9	3,1	2,5	4,1	3,4	3,1	22,3	<b>17,11</b>
Papel y cartón	3,6	0,8	0,3	1,3	3,5	2,3	0,9	12,7	<b>9,75</b>
Tetrapak	1,3	0,4	0,5	0,7	0,5	0,8	2,1	6,3	<b>4,83</b>
Vidrio	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	<b>0,08</b>
<b>TOTAL (kg)</b>	<b>19,6</b>	<b>16,8</b>	<b>19,8</b>	<b>19,1</b>	<b>19,4</b>	<b>17,9</b>	<b>17,7</b>	<b>130,3</b>	<b>100</b>

En el día 3, el peso total fue de 19,8 kg, debido a que en esa jornada se realizó un programa navideño. El segundo día se registró un peso to-

tal de 16,8 kg porque los estudiantes culminaron sus actividades a las 10:00 a. m., reduciéndose la producción de residuos.

En la tabla 2 se muestran los porcentajes de cada uno de los componentes de los residuos hallados en la unidad educativa.

**Tabla 2**  
*Porcentaje de los RS de la unidad educativa*

Residuos sólidos	Días							Peso total (kg)	% Total
	1	2	3	4	5	6	7		
Orgánicos	12	8,6	9,3	11,2	11,5	9,2	11,3	73,1	<b>38,23</b>
Plástico	5,2	6,1	8,1	7,4	9,8	6	7,2	49,8	<b>26,05</b>
No aprovechables	7	8	6,7	5,7	5,2	5,5	5,3	43,4	<b>22,7</b>
Papel y cartón	0,6	1,5	2,1	2,1	2,1	4,3	2,1	14,8	<b>7,74</b>
Tetrapak	0,5	2,3	0,9	1,2	1,3	1,3	1,6	9,1	<b>4,76</b>
Vidrio	0,2	0,4	0	0,2	0,2	0	0	1	<b>0,52</b>
<b>TOTAL (kg)</b>	<b>25,5</b>	<b>26,9</b>	<b>27,1</b>	<b>27,8</b>	<b>30,1</b>	<b>26,3</b>	<b>27,5</b>	<b>191,2</b>	<b>100</b>

En la tabla 2 se observa que el peso total de los residuos sólidos fue de 191,2 kg. Los días 4 y 5 se originó mayor cantidad de residuos, mientras que, el día 1 se obtuvo menos desechos. Los residuos sólidos que más se generaron fueron los residuos orgánicos (38,23 %), seguido de los plásticos (26,05 %). Se encontraron, además, cosméticos, textiles, productos de aseo personal, papel y cartón en un 7,74 %, tetrapak (4,76 %) y el vidrio en un 0,52 %.

Las dos instalaciones de la unidad educativa no cuentan con un sistema de gestión de residuos sólidos, por esta razón todos, incluidos los generados en el baño, se mezclan y, por tanto, no se valorizan los residuos al no disponerse en contenedores diferenciados para cada tipo, sino únicamente para las botellas plásticas.

#### *Análisis de laboratorio*

Los análisis realizados en el laboratorio de la Universidad Central del Ecuador fueron los siguientes:

El poder calorífico inferior fue de 0,0179 kcal/g. La muestra de este estudio presentó un valor del 73,29 % de humedad. Los resultados de la muestra de la institución no tienen presencia de *Escherichia coli*.

#### *Desarrollo de gestión de residuos sólidos*

Se realizaron carteleras con información ecológica para promover buenas prácticas ambientales que se colocaron en el CEI y en el resto de la unidad educativa. También se presentaron los resultados obtenidos en este trabajo a las autoridades del plantel y se recomendó instalar contenedores diferenciados por colores. Se sugirió clasificar los resi-

duos y transportarlos al punto ecológico cercano situado frente al plantel.

*Botellas de amor* es un proyecto encaminado al reciclaje, el cual está enfocado

en disminuir residuos flexibles, al colocar estos en una botella de plástico para después venderlo como materia prima y obtener un beneficio económico.

## Discusión

En el estudio realizado por Pullupaxi (2019), en la escuela Jesús Ordóñez, del cantón Quito, con un total de 171 estudiantes, conformada por niños de 3 a 11 años (similar a este estudio donde asisten niños de 2 a 5 años), se determinó una PPC de 0,024 kg/alumno\*día. El CEI tuvo un total de 101 estudiantes y una PPC de 0,184 kg/alumno\*día.

Una vez comparado los resultados se pudo apreciar que la PPC del CEI es mayor a la de la escuela en mención, una de las razones es que la escuela Jesús Ordóñez, al ser fiscal, el Ministerio de Educación, entrega bebidas en envases de cartón y la institución tiene un centro de acopio de cartón y botellas PET, material que es vendido a un reciclador informal a diferencia que el CEI, que al ser una institución particular (Moqbel, 2018), tiende a generar mayor cantidad de residuos sólidos, esto debido a que realizan actividades extras y los estudiantes permanecen más horas en la institución.

El PCI fue de 0,0179 kcal/g, al compararlo con el estudio de Clavijo & Pi-

llajo (2019) que determinó un PCI de 4,66 kcal/g, pero solamente de la fracción orgánica biodegradable de los residuos sólidos urbanos producidos en barrios del sur de Quito. De acuerdo con el resultado de este estudio, no sería viable aplicar un aprovechamiento energético.

La muestra de este estudio presentó un valor del 73,29 % de humedad, es decir, el resultado obtenido es la cantidad de agua presente en los residuos. Clavijo & Pillajo (2019) mencionan que entre un 50 a 60 % es un rango óptimo, ya que la generación de malos olores se da por el exceso de humedad en una degradación aerobia.

La dinámica microbiológica de bacterias va a depender de cómo se dé la interacción de parámetros físicos y químicos y su intervención en la degradación de RO (Sánchez, 2009). Los resultados de la muestra de la institución no tienen presencia de *Escherichia coli*, lo cual favorece a la unidad educativa, al no presentar riesgos a los estudiantes ni al personal de limpieza en el proceso de aseo y limpieza.

## Conclusiones

En la caracterización del CEI se obtuvo residuos orgánicos 34,69 %, residuos no aprovechables 33,54 %, residuos de plástico 17,11 %, residuos de papel y cartón 9,75 %, residuos de tetrapak 4,83 % y residuos de vidrio 0,08 %. Se concluyó que no existe una gestión apropiada, puesto que, al momento de recolectar los residuos orgánicos, son mezclados unos con otros, ocasionando la pérdida de componentes residuales que pueden ser de fácil aprovechamiento.

En la unidad educativa, la caracterización de los residuos sólidos fue 38,23 % de residuos orgánicos, 26,05 % residuos de plástico, 7,74 % residuos de papel y cartón, 4,76 % residuos de tetrapak, 0,52 % de residuos de vidrio. Son varios factores que ocasionan que estos no se gestionen de manera correcta; la causa principal es no desechar los residuos de las fundas plás-

ticas, que se encuentran dentro de contenedores al finalizar la jornada escolar.

El valor de la PPC, en el CEI, fue de 0,184 kg/alumno\*día, dato con el que se deduce que hay una alta cantidad de producción de residuos sólidos, comparado con el bajo número de personal, razón por la cual se considera importante poner en marcha un sistema de gestión de residuos sólidos, mediante buenas prácticas ambientales. Con la colocación de información en carteleras y socialización del trabajo realizado, se empezó a la concienciación de los estudiantes para poder iniciar un cambio en los hábitos de consumo. Fue de gran ayuda que un 46 % tuviera conocimiento sobre las 3R (reducir, reciclar, reusar). Además, se coordinó la entrega de residuos aprovechables que más se generan, debidamente clasificados, con recicladores de base.

## Referencias bibliográficas

- Clavijo-Ayala, L., & Pillajo, W. (2019). Poder calorífico de la fracción orgánica biodegradable de los residuos sólidos urbanos generados en el sector sur de la ciudad de Quito. *Gestión y Ambiente*, 22(1), 19-29. <https://n9.cl/nfo86/>
- Díaz, C. (2020). *Manejo integral de residuos sólidos en la institución educativa N.º 16006 "Cristo Rey"* – *Fila Alta. Jaén*. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/164/>
- Macías, L., Páez, M., & Torres, G. (2018). *La gestión integral de residuos sólidos urbanos desde una perspectiva territorial en el estado de Hidalgo y sus municipios*. [Tesis de Maestro en Planeación Espacial]. Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, A. C. Centro Geo. <https://n9.cl/9161s/>
- Moqbel, S. (2018). Solid Waste Management in educational institutions: The case of the University of Jordan. *Environmental Research, Engineering and Management*, 74(2), 23-33. <https://n9.cl/94zx2/>
- Pullupaxi, A. (2019). *Elaboración de un plan de manejo de residuos sólidos para la escuela Jesús Ordóñez*. [Tesis de Tecnología]. Escuela Politécnica Nacional. <https://n9.cl/ru2qh/>

- Sánchez, A. (2017). Diseño e implementación de un sistema de gestión de residuos sólidos para una compañía dedicada a la elaboración de productos farmacéuticos. [Tesis de Maestría]. Escuela Superior Politécnica del Litoral. <https://n9.cl/yom6f/>
- Sánchez, T. (2009). Caracterización microbiológica del proceso de compostaje a partir de residuos azucareros microbial. *Agronomía Tropical*, 3.
- Zavala, R. (2012). *Sistema de gestión integral para los residuos sólidos domiciliarios*. <https://n9.cl/yyizf/>