



## RESIDUOS SÓLIDOS EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS

(Solid waste in educational institutions)

RECIBIDO: 23/04/2014 ACEPTADO: 26/09/2014

### Sáez, Alejandrina

Universidad del Zulia, Venezuela

[asaez@fing.luz.edu.ve](mailto:asaez@fing.luz.edu.ve)

### Leal, Naudy

Universidad del Zulia, Venezuela

[nleal@fing.luz.edu.ve](mailto:nleal@fing.luz.edu.ve)

### Monasterio, Shalimar

Universidad del Zulia, Venezuela

[smonasterio@fing.luz.edu.ve](mailto:smonasterio@fing.luz.edu.ve)

### RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito conocer el comportamiento de la cantidad de residuos sólidos en Kilogramos por día (Kg/día) generados en las instituciones educativas del municipio Maracaibo del estado Zulia. El tipo de investigación fue descriptiva. La población estuvo conformada por 98 instituciones educativas de la parroquia Francisco Eugenio Bustamante, se realizó un muestreo no probabilístico circunstancial, con el cual quedó constituida la muestra por 14 instituciones (7 pertenecientes al sector público y 7 al sector privado). Para llevar a cabo el estudio, fue necesario inicialmente clasificar y pesar los residuos generados en las instituciones seleccionadas, para el posterior análisis estadístico, de igual manera se realizaron entrevistas estructuradas a los directivos de las instituciones. Los resultados revelaron que los residuos sólidos con una mayor frecuencia de generación son los de tipo orgánico, seguido del papel y plástico. En adición a lo anteriormente expuesto, la tasa de generación per cápita de residuos sólidos es mayor en las escuelas públicas que en las escuelas privadas, y a su vez se pudo constatar que la tasa de generación per cápita de residuos de las instituciones educativas (0,1692 kg/persona-día) es mucho más baja que la tasa reportada para el municipio Maracaibo (1,19 kg/persona-día).

**Palabras clave:** residuos sólidos, reducción de residuos, reutilización y reciclaje.

### ABSTRACT

The present research, had as purpose to study solids residuals behavior (kg per day) generated inside educational institutes in Maracaibo Municipal from Zulia state. The kind of this research is descriptive. Population was consisted by 98 educational institutes inside Francisco Eugenio Bustamante parish, a circumstantial non-probabilistic sample study was performed and it consisted by 14 institutes (7 of them are belonging to public sector and the other 7 on private). In order to carry on this study, was necessary to classify and weight all the residuals generated to a post statistical analysis, as also interviews to their



directors were done. The results revealed that solids residuals with greater generation are organic type, paper and plastic. Additionally, solids generation rate per capita is greater in public schools than in private, and was proved that such generation rate per capita in educational institutions (0.1692 kg/individual per day) is much lower than same rate reported for Maracaibo Municipal (1.19 Kg/ individual per day).

**Keywords:** solids residuals, residuals reduction, reuse and recycle.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad y a nivel mundial, la conciencia medio ambiental ha cobrado gran importancia, esto con el objetivo de proteger al planeta y llegar a brindar un mejor futuro a sus habitantes. Entre los tópicos asociados al conservacionismo medio ambiental, destaca el de la generación de residuos sólidos.

La generación constituye la primera etapa del manejo de residuos sólidos y está directamente relacionada con las actividades que realiza el ser humano, el crecimiento poblacional, los cambios en los patrones de consumo, el incremento de la actividad industrial, comercial y las condiciones climáticas, entre otros factores.

Resulta necesario enmarcar conceptualmente lo que son los residuos sólidos, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2000) especifica que un residuo es todo material que se genera no intencionalmente de las actividades humanas, tanto individuales como colectivas o de procesos productivos, y representa una condición de peligrosidad para la sociedad ya que compromete la salud y bienestar de las personas y del ambiente.

En Venezuela, según la ley de gestión integral de la basura (2010), se entiende como residuo sólido, todo material que resulte de los procesos de producción, transformación y utilización, que sea susceptible de ser tratado, reutilizado, reciclado o recuperado.

Toda actividad es susceptible de generar algún tipo de residuo. Las actividades domésticas, tales como la preparación de alguna comida, lavado de ropa, lectura de diarios impresos, por mencionar solo algunas de las acciones cotidianas que pueden realizarse en el hogar que conllevan a la generación de un residuo, sin embargo, también es certero que pueden desarrollarse diferentes actividades en pro de beneficiar al ambiente; tales como el desarrollo de técnicas que permitan la generación mínima de dichos residuos, la aplicación del sentido común para discernir qué productos pueden ser reutilizados sin que esto implique poner en riesgo la salud de las personas y reciclar la mayor cantidad de residuos que sea posible.

En este sentido, en Venezuela, la Ley Orgánica del Ambiente (2006) dedica todo un capítulo (Capítulo I de su Título IV) a la educación ambiental, y establece en su artículo 35, la inclusión de una asignatura en materia ambiental en todos los niveles y modalidades del sistema educativo. La implementación de esta normativa se ha realizado de forma parcial en las instituciones educativas, ya que se han incluido algunos temas referentes a la conservación del medio ambiente en las asignaturas ya existentes en los

diferentes pensums de estudio. Para el caso de las instituciones educativas en el municipio Maracaibo, desde 2011 el gobierno municipal tuvo la iniciativa de impartir charlas en las escuelas, orientadas a concientizar a los escolares en temas relacionados con la conservación del ambiente, la clasificación de los residuos sólidos y el reciclaje.

Ante esta necesidad de formar desde edades tempranas a los ciudadanos, para que realicen sus actividades diarias sin dañar el medio ambiente, el presente estudio tuvo como objetivo determinar el comportamiento de la cantidad de residuos sólidos (Kg/día) generados en las instituciones educativas del municipio Maracaibo del estado Zulia, caracterizándolo a fin de sugerir el desarrollo de prácticas que permitan la reducción en cuanto a la producción de dichos residuos, su reutilización (en los casos que sea posible) y el reciclaje.

### **CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS**

Los residuos sólidos se pueden clasificar de acuerdo a su composición o según su origen. De acuerdo a su composición los residuos podrán ser orgánicos, inorgánicos o peligrosos (ver tabla 1); según su origen podrán ser domiciliarios, industriales, hospitalarios, comerciales, urbanos y basura espacial.

Según su origen, los residuos domiciliarios se refieren a basura proveniente de los hogares o comunidades. Los residuos industriales se refieren a aquellos cuyo origen es producto de la manufactura o proceso de transformación de la materia prima. Los residuos hospitalarios son catalogados como residuos peligrosos, que pueden ser de naturaleza orgánica o inorgánica. Los residuos comerciales son aquellos provenientes de ferias, oficinas, tiendas, entre otros. Los residuos urbanos correspondientes a las poblaciones y la basura espacial que se refiere a satélites y demás artefactos de origen humano cuya vida útil se haya agotado estando en órbita terrestre. Para efectos del presente estudio, se seleccionó la clasificación de residuos de acuerdo a su composición.

Además de la clasificación de los residuos sólidos, es importante conocer la cantidad de residuos que se generan por habitante, en este sentido, el Instituto Nacional de Estadística de la República Bolivariana de Venezuela (INE, 2007) señala una tasa de 1,19 Kg de residuos sólidos por habitante al día para el municipio Maracaibo. Para alcanzar el propósito de la presente investigación se determinó la cantidad de residuos sólidos per cápita generada en las instituciones educativas con la intención de contrastarla con la tasa de generación reportada por el INE, adicionalmente se describieron las características de los residuos, detallando las cantidades correspondientes a cada tipo según su composición y comparando las tasas de generación por persona según tipo de escuela y según la dependencia administrativa.



**Tabla1. Clasificación de residuos sólidos según su composición**

SEGÚN SU COMPOSICIÓN		
RESIDUOS ORGÁNICOS	RESIDUOS INORGÁNICOS	RESIDUOS PELIGROSOS
Desechos de origen biológicos, que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo	Desechos de origen no biológico, de origen industrial o de algún otro proceso no natural	Desecho, ya sea de origen biológico o no, que constituye un peligro potencial y por lo cual debe ser tratado de forma especial.
EJEMPLOS		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restos de comida.</li> <li>• Hojas, ramas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel.</li> <li>• Chatarra.</li> <li>• Envoltorios y envases.</li> <li>• Plástico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos de limpieza.</li> <li>• Pinturas.</li> <li>• Medicinas.</li> <li>• Baterías</li> </ul>

Fuente: [www.planeticas.org](http://www.planeticas.org) (2014).

### RESIDUOS SÓLIDOS EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Un aspecto importante relacionado con los residuos sólidos, es el hecho de definir de manera eficaz las mejores prácticas para su tratamiento, sin embargo, para esto es necesario conocer qué tipo de residuos son generados en función de las actividades desempeñadas. (Ver Tabla 2).

En Venezuela, las instituciones educativas pueden pertenecer al sector público o al privado, tomando como referencia la información presentada (ver tabla 2), el tipo de residuos que se genera en las instituciones educativas, indistintamente del sector, corresponde a residuos orgánicos (residuos de comida, restos orgánicos de jardines, entre otros) e inorgánicos (papel, plástico, cartón, latas y vidrio).

Un aspecto de interés para el estudio fue la selección de instituciones pertenecientes a ambos sectores, esto con la finalidad de establecer comparaciones en relación a la cantidad de residuos per cápita generados tanto en los planteles públicos como privados, así también la cantidad porcentual de residuos orgánicos e inorgánicos generados durante el período de estudio.

### REDUCCIÓN, REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS

Toda práctica conlleva a la generación de residuos, sin embargo, es importante llevar a cabo lo que se conoce como la práctica de la “triple R”, también denominada regla de las tres erres, refiriéndose específicamente a la reducción, reutilización y reciclaje de los residuos siempre que sea posible. A continuación su significado:

- Reducción:

La reducción de residuos se refiere al establecimiento y puesta en práctica de medidas de carácter preventivo, para disminuir la cantidad y peligrosidad de los residuos

generados. En este sentido, para Walter (2007), la reducción del consumo de materias primas y energías se logra recurriendo a fuentes de energía renovables y minimizando los residuos en todo el ciclo de vida de los productos, disminuyendo, tanto a corto como a largo plazo, los riesgos en los seres humanos y en el medio ambiente.

Mediante las actividades de reducción, se busca que el residuo se revalorice al transformarlo en un subproducto, además se pueden utilizar productos que generen la mínima cantidad de residuos e incluso aprovechar los recursos tecnológicos para generar la menor cantidad de residuos posible.

En adición a lo anterior, la reducción puede hacerse en el origen, mediante el uso de tecnologías de fabricación limpias, es decir, ahorro de materias primas, aprovechamiento de los residuos generados y reducción de la producción de los residuos. De igual manera, la reducción puede orientarse al volumen, es decir, disminuir la cantidad de residuos generados ya sea por compactación, secado, entre otros.

- Reutilización:

Según Bureau Veritas Formación (2008), la reutilización se define como la acción de volver a utilizar los bienes o productos desechados, con el mismo fin para el que fueron diseñados, es decir, dar a los materiales más de una vida útil.

- Reciclaje:

Según la ley de gestión integral de la basura (2010) el reciclaje se define como el proceso mediante el cual los materiales aprovechables segregados de los residuos son reincorporados como materia prima al ciclo productivo. Para facilitar las actividades relacionadas con el reciclaje, debe clasificarse los residuos según su composición y depositarlos en los contenedores adecuados. En este sentido, en el municipio Maracaibo se deben utilizar contenedores verdes para depositar vidrio, amarillo para plásticos, gris para metales, azul para papel y naranja para los residuos orgánicos (Ver Figura 1)

**Figura 1. Contenedores para Residuos Sólidos**



Fuente: <http://imaumaracaibo.blogspot.com/> (2011).

En torno al reciclaje, existen algunas relaciones a considerar que evidencian la importancia de llevar a cabo este tipo de actividades (Fournier, 2002):

- Por cada tonelada de papel reciclado se evita el consumo de cuatro metros cúbicos de madera, 50000 litros de agua y la energía equivalente a casi tres barriles de petróleo.



- Por cada 1000 kilos de vidrio que se recicla, se ahorran 30 kilos de petróleo y 1200 kilos de materias primas.
- Cada nuevo uso de una botella de vidrio retornable requiere solamente el 4 % de la energía necesaria para fabricar una botella nueva.

De lo anteriormente planteado, las actividades de reciclaje también pueden realizarse con propósitos sociales, tal es el caso de la iniciativa que ha tenido la asociación civil Tapas por Vida, la cual se fundó en Venezuela el 19 de diciembre de 2013, esta fundación se avoca en recoger las tapas plásticas para su posterior reciclaje, y los beneficios obtenidos por la venta del material van en su totalidad a fundaciones de ayuda al niño con cáncer, con el objetivo de contribuir económicamente en la realización de tratamientos y compra de insumos necesarios.

Iniciativas como las descritas anteriormente, demuestran que el reciclaje además de ser un aporte importante para la preservación del ambiente, también constituye un aporte valioso desde el punto de vista social al contribuir con la mejora en la calidad de vida del ser humano.

**Tabla 2. Fuentes de generación de residuos sólidos**

FUENTE	TIPO DE RESIDUO	LOCALIZACIÓN O ACTIVIDAD DONDE SE GENERA
Doméstica	Residuos de comida, papel, cartón, restos de jardín, electrodomésticos, residuos domésticos peligrosos.	Viviendas unifamiliares y multifamiliares.
Institucional y Comercial	Papel, cartón, latas, residuos de comidas, vidrio, restos orgánicos de jardines.	Escuelas, hospitales, centros gubernamentales, cárceles, tiendas, restaurantes, mercados, hoteles, y talleres, entre otros.
Construcciones	Partículas, escombros, madera, hormigón.	Sitios de construcción o reconstrucción de edificios, autopistas y carreteras.
Servicios municipales	Restos de basura, polvo y escombros.	Limpieza de autopistas, carreteras, calles y jardines, parques y playas.
Plantas de tratamiento	Lodos de tratamiento.	Plantas de tratamiento para el agua potable o aguas residuales.
Agrícolas	Desechos de cosechas, residuos domésticos, y residuos peligrosos: fertilizantes y plaguicidas.	Granjas, hacienda de cultivo intensivo o semi-intensivo, ganadería intensiva.

**Fuente:** Tchobanoglous, Theisein y Vegel (citado por Ponte, 2008).

#### **DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA**

El presente estudio constituye una prueba piloto para la primera fase del proyecto Escuelas Ecológicas que lleva a cabo la Escuela de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia, proyecto cuyo objetivo es apoyar a las escuelas y

colegios del municipio Maracaibo en la tarea de impartir educación ambiental a niños en edad escolar.

El estudio se considera de tipo descriptivo ya que permite decir cómo se manifiesta un fenómeno (Hernández, Fernández y Batista; 2006). Para efectos de la presente investigación, se detecta de qué manera se presenta la variable generación de residuos sólidos en unidades educativas. Para la recolección de los datos se consideró como universo objeto de estudio a las instituciones educativas de la parroquia Francisco Eugenio Bustamante del municipio Maracaibo. Según el catálogo registrado en línea por el Ministerio del Poder Popular para la Educación (2013) en la citada parroquia, existen 98 unidades educativas en total, entre las cuales se tienen tanto instituciones públicas y privadas, que se clasifican como estatales o nacionales, e instituciones educativas que incluyen diferentes niveles (inicial, primaria, media y combinados).

Seleccionando para el estudio el concepto de población establecido por Parra (2006), quién señala que la misma es el conjunto integrado por todas las mediciones de una variable en el universo de interés, se tiene que la población objeto de estudio está constituida por la cantidad de residuos sólidos generados por las instituciones educativas de la parroquia Francisco Eugenio Bustamante.

En función de los recursos disponibles se decidió recurrir al muestreo para la selección de las escuelas que participarían en el estudio, la conformación de la muestra se realizó a través de un muestreo no probabilístico circunstancial, definido por Parra (2006) como un método de muestreo basado en la selección de muestras por conveniencia o facilidad de acceso a los elementos de la misma.

En definitiva se seleccionaron 14 unidades educativas del universo señalado para tomar la muestra de la cantidad de residuos sólidos generados.

Se decidió que el 50% de las escuelas incluidas en la muestra fuesen privadas y el porcentaje restante fuesen escuelas públicas, incluyendo entre las escuelas tanto las que dependen administrativamente del Estado como las que dependen de la zona educativa regional (estadales). Se consideró solamente el nivel de educación primaria, siendo importante señalar que para la realización del estudio se requirió de la autorización de los directores de cada una de las escuelas perteneciente a la muestra.

Como premisa del estudio se decidió contrastar la tasa de generación de residuos sólidos per cápita del municipio con la tasa de generación de las instituciones educativas, luego de realizar charlas de educación ambiental a todos sus miembros. Las charlas con información concerniente a actividades como la clasificación de residuos sólidos desde el origen, la reducción, la reutilización, el reciclaje, y la importancia influenciada estas actividades para la preservación del medio ambiente.

En primer lugar, se realizaron charlas con el personal docente, administrativo y obrero de las instituciones, seguidamente y con el apoyo del personal, se transmitió en varias sesiones de charlas la información a todos los estudiantes de la institución. Una vez culminada la fase de formación para los miembros de cada institución, se procedió a



disponer los residuos sólidos clasificados según las categorías propuestas por el ente municipal encargado de la recolección de residuos sólidos. Se utilizaron los recursos existentes en cada escuela y los aportados por el proyecto para recolectar los residuos sólidos separados en: vidrio, metal, plástico, papel, orgánicos y otros.

La recolección de los datos se realizó en el periodo comprendido entre los meses Abril y Junio de 2013. Se recolectaron residuos sólidos, previamente separados, durante una semana completa para cada escuela, tomando en cuenta días laborables y sin festividades especiales. La información generada cada día en un turno (mañana o tarde) para cada escuela se registró en una planilla diseñada específicamente para tal fin, se pesaron los kilogramos recolectados para cada tipo de residuo sólido, lográndose recoger datos durante 70 días.

Para la creación de la base de datos y el procesamiento de los mismos se utilizaron la hoja de cálculo EXCEL y el paquete estadístico PASW.

### **PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA BASE DE DATOS**

Para dar inicio a la presentación de los resultados estadísticos hallados, es importante señalar que los datos registrados corresponden al total de residuos sólidos recolectados en un turno de trabajo por institución educativa incluida en la muestra. Las mediciones se cuantifican en kilogramos, registrándose por día laborable.

La cantidad de residuos sólidos recolectada durante todo el estudio, permitió obtener en promedio por escuela 15,85 Kg/día de residuos sólidos, resultado que puede apreciarse en la Tabla 3, que presenta las medidas descriptivas de la variable, obtenidas con el PASW.

**Tabla 3. Medidas descriptivas para la cantidad (Kg) de residuos sólidos generados al día por las escuelas**

DESCRIPTIVOS					
		ESTADÍSTICO	ERROR TÍPICO	ÍNDICES TIPIFICADOS	
Kg/día	Media	15,8506	1,11596		
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	13,6243		
		Límite superior	18,0769		
	Media recortada al 5%	15,5573			
	Mediana	17,2150			
	Varianza	87,176			
	Desviación típica.	9,33679			
	Mínimo	3,15			
	Máximo	34,50			
	Rango	31,35			
	Amplitud intercuartil	14,40			
	Asimetría	,220	,287	,767	
Curtosis	-,926	,566	-1,636		

**Fuente:** elaboración propia.

Algunos resultados importantes que pueden observarse en la Tabla 3 son las estimaciones de los indicadores de asimetría y curtosis para la variable. Según Pardo y Ruiz, (2005), cuando un índice tipificado de asimetría y/o curtosis presentan un valor absoluto mayor a 1,96 permiten afirmar que la distribución observada difiere de la distribución normal, bajo este criterio puede esperarse que la cantidad de residuos sólidos en Kg/día se ajusta a la distribución normal, ya que los índices tipificados tanto para la asimetría (0,767) como para la curtosis (-1,636) en valor absoluto son menores a 1,96.

Por su parte, el gráfico de probabilidad normal para los kilogramos de residuos sólidos recolectados por día (ver Gráfico 1), sugiere un comportamiento normal de la variable, al apreciarse ausencia de patrón en los valores y un buen ajuste de estos a la diagonal principal.

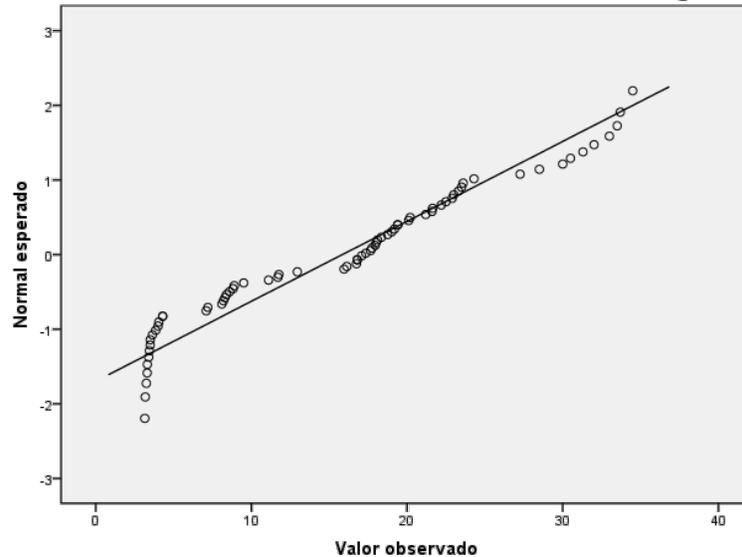
En definitiva, para afirmar que la cantidad de residuos sólidos en Kg/día se ajusta a la distribución normal, se aplica la prueba de Kolmogorov-Smirnov con ayuda del PASW, obteniéndose un Valor P de 0,316 (ver Tabla 4) lo que permite aseverar que el comportamiento de la variable no difiere de la normal, a un nivel de significancia de 0,05.

Este resultado es muy importante ya que permite la utilización de métodos estadísticos univariantes, para establecer si realmente las diferencias, observadas en la

Tabla 5, entre las medias de los distintos tipos de residuos sólidos recolectados por día en las escuelas, son significativas.

**Gráfico1. Probabilidad normal para los Kg de residuos sólidos recolectados por día**

Gráfico Q-Q normal de Total de desechos recolectados en un día en Kilogramos



Fuente: elaboración propia.

**Tabla 4. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para los Kg/día de residuos sólidos generados por las escuelas de la muestra.**

		Total de desechos recolectados en un día en Kilogramos
N		70
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	15,8506
	Desviación típica	9,33679
Diferencias más extremas	Absoluta	,115
	Positiva	,115
	Negativa	-,096
Z de Kolmogorov-Smirnov		,960
Sig. asintót. (bilateral)		,316

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente: elaboración propia.

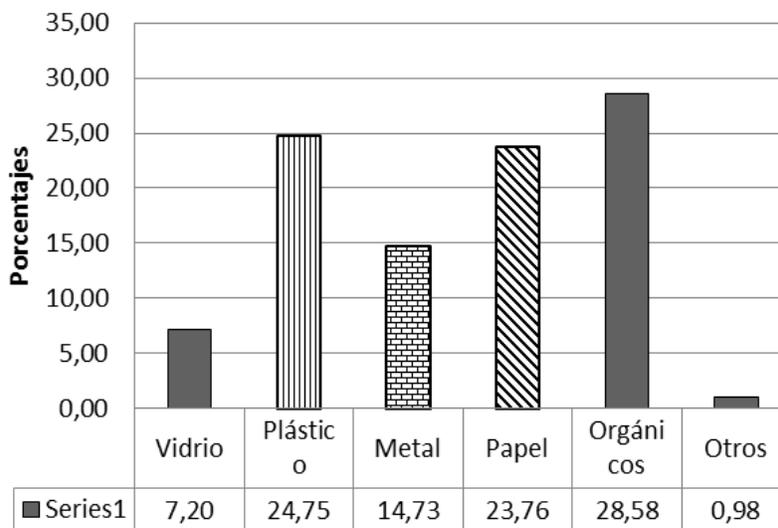
En la citada Tabla 5, adicionalmente se muestran los porcentajes correspondientes a cada tipo de residuo sólido respecto al total de kilogramos de residuos recogidos durante el estudio, este resultado puede ser también apreciado en el Gráfico 2, observándose que los porcentajes de residuos sólidos clasificados como papel, plástico y orgánicos son muy similares, ocurriendo una situación parecida con sus medias.

**Tabla 5. Kilogramos de residuos sólidos según tipo**

	Tipo de residuo sólido						Total
	Vidrio	Plástico	Metal	Papel	Orgánicos	Otros	
<b>Total</b>	79,91	274,59	163,45	263,63	317,13	10,89	1109,56
<b>Medias</b>	1,14	3,92	2,34	3,77	4,53	0,16	15,85
<b>Porcentajes</b>	7,20	24,75	14,73	23,76	28,58	0,98	

Fuente: elaboración propia.

**Gráfico 2. Porcentajes de residuos sólidos según tipo**



Fuente: elaboración propia.

### TIPO DE RESIDUO CON GENERACIÓN PREDOMINANTE EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Es importante determinar cual tipo de residuo sólido es el que se genera en mayor cantidad en las instituciones educativas, esto con la intención de diseñar a futuro propuestas para la reducción, reutilización y reciclaje de los mismos. Se utiliza la técnica del Análisis de Varianza (ANOVA), para cumplir con este objetivo, los resultados obtenidos con PASW se muestran en las Tablas 6 y 7; la primera muestra un resumen con las medidas descriptivas básicas para cada tipo de residuo sólido, mientras que en la segunda se presenta el ANOVA para el total de residuos recolectados en kilogramos por tipo de residuo.

**Tabla 6. Estadísticos descriptivos por tipo de residuo sólido**

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Vidrio	70	1,1416	1,41262	,16884	,8047	1,4784	,00	4,60
Plástico	70	3,9227	2,55415	,30528	3,3137	4,5317	,37	10,00
Metal	70	2,3350	1,89161	,22609	1,8840	2,7860	,10	5,60
Papel	70	3,7661	3,09220	,36959	3,0288	4,5035	,40	14,37
Orgánico	70	4,5304	2,88083	,34433	3,8435	5,2173	,15	10,00
Otros	70	,1556	,35290	,04218	,0714	,2397	,00	1,50
Total	420	2,6419	2,73123	,13327	2,3799	2,9039	,00	14,37

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 7. Análisis de varianza para los kilogramos de residuos recolectados según su tipo**

**ANOVA**  
Kilogramos de residuos recolectados

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1049,857	5	209,971	41,879	,000
Intra-grupos	2075,712	414	5,014		
Total	3125,568	419			

Fuente: elaboración propia.

Los resultados del ANOVA señalan que existe evidencia, a un nivel de significancia de 0,05 (Valor P = 0,000), de que la media de los kilogramos recolectados es diferente para al menos uno de los distintos tipos de residuo. Ahora bien, es necesario conocer cual de los 6 tipos de residuos recolectados en la muestra presenta la mayor media, para lo que se realizaron las pruebas POST HOC con el PASW.

Previo a estas pruebas es necesario establecer el cumplimiento o no de la homocedasticidad de la varianza, nuevamente con el apoyo del PASW se realizó la prueba de Levene cuyo resultado (ver Tabla 8) señala el no cumplimiento del supuesto, ya que se rechaza la hipótesis de igualdad de varianzas (Valor P = 0) entre los distintos tipos de residuos sólidos.

**Tabla 8. Resultados de la prueba de Levene**

Kilogramos de desechos recolectados

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
35,716	5	414	,000

Fuente: elaboración propia.



En virtud de que no pueden asumirse varianzas iguales se estiman los estadísticos robustos de Brown-Forsythe y el de Welch para el contraste de la hipótesis de igualdad de medias para los kilogramos de residuos sólidos recolectados (Pardo y Ruiz, 2005). Los resultados de estas pruebas se muestran en la Tabla 9, en la cual puede observarse que los Valores P (Sig.) para ambas pruebas son menores a 0,05 lo que lleva a rechazar la hipótesis de igualdad de medias, ratificandose entonces que las medias de kilogramos recolectados para cada tipo de residuo sólido, son diferentes.

**Tabla 9. Estadísticos robustos para la comparación de medias**

Kilogramos de desechos recolectados				
	Estadístico <sup>a</sup>	gl1	gl2	Sig.
Welch	95,541	5	168,829	,000
Brown-Forsythe	41,879	5	284,269	,000

a. Distribuidos en F asintóticamente.

**Fuente:** elaboración propia.

En función de este resultado, se decidió utilizar el procedimiento de comparaciones múltiples de medias de Games-Howell para realizar las comparaciones a posteriori entre los diferentes tipo de residuos propuestos en el diseño. En la Tabla 10 pueden observarse los resultados obtenidos.

Estos resultados señalan que los kilogramos de vidrio recolectados tienen diferencia significativa con los otros tipos de residuos sólidos. La cantidad de vidrio en la muestra es menor que la cantidad de papel, plástico, metal y residuos orgánicos, pero es mayor que los residuos tipificados como otros. Por su parte los kilogramos de residuos recolectados y categorizados como otros, a un nivel de significancia de 0,05, difieren de la cantidad de kilogramos recolectados de los restantes tipos de residuos sólidos, resulta evidente que presentan la media mas baja.

Respecto a los kilogramos de metal recolectados en el estudio es evidente que difieren de la cantidad recolectada de las otras categorías de residuos sólidos, puede afirmarse que en las escuelas de la muestra se genera en promedio mas kilogramos de metal que de vidrios y la categoría otros, pero mucho menos que la cantidad de residuos de tipo orgánico, papel y plásticos.

Al revisar los resultados para los residuos de tipo orgánico, papel y plástico es evidente, para un nivel de significancia de 0,05, que no existe diferencia significativa entre la cantidad de kilogramos que en promedio se generan en las escuelas de estos tipos de residuos.

**Tabla 10. Comparaciones múltiples post hoc con el procedimiento de Games-Howell**

**Comparaciones múltiples**  
Kilogramos de desechos recolectados Games-Howell

(I) Tipo de desecho	(J) Tipo de desecho	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	95%	
					Límite inferior	Límite superior
Vidrio	Plástico	-2,78114	,34886	,000	-3,7934	-1,7688
	Metal	-1,19343	,28218	,001	-2,0099	-,3770
	Papel	-2,62457	,40633	,000	-3,8061	-1,4431
	Orgánico	-3,38886	,38349	,000	-4,5031	-2,2746
	Otros	,98600	,17403	,000	,4775	1,4945
Plástico	Vidrio	2,78114	,34886	,000	1,7688	3,7934
	Metal	1,58771	,37988	,001	,4885	2,6870
	Papel	,15657	,47937	,999	-1,2296	1,5427
	Orgánico	-,60771	,46017	,773	-1,9380	,7225
	Otros	3,76714	,30818	,000	2,8647	4,6696
Metal	Vidrio	1,19343	,28218	,001	,3770	2,0099
	Plástico	-1,58771	,37988	,001	-2,6870	-,4885
	Papel	-1,43114	,43326	,016	-2,6870	-,1753
	Orgánico	-2,19543	,41192	,000	-3,3886	-1,0023
	Otros	2,17943	,22999	,000	1,5065	2,8524
Papel	Vidrio	2,62457	,40633	,000	1,4431	3,8061
	Plástico	-,15657	,47937	,999	-1,5427	1,2296
	Metal	1,43114	,43326	,016	,1753	2,6870
	Orgánico	-,76429	,50513	,657	-2,2243	,6957
	Otros	3,61057	,37199	,000	2,5209	4,7002
Orgánico	Vidrio	3,38886	,38349	,000	2,2746	4,5031
	Plástico	,60771	,46017	,773	-,7225	1,9380
	Metal	2,19543	,41192	,000	1,0023	3,3886
	Papel	,76429	,50513	,657	-,6957	2,2243
	Otros	4,37486	,34690	,000	3,3588	5,3909
Otros	Vidrio	-,98600	,17403	,000	-1,4945	-,4775
	Plástico	-3,76714	,30818	,000	-4,6696	-2,8647
	Metal	-2,17943	,22999	,000	-2,8524	-1,5065
	Papel	-3,61057	,37199	,000	-4,7002	-2,5209
	Orgánico	-4,37486	,34690	,000	-5,3909	-3,3588

Fuente: elaboración propia.

### INCIDENCIA DEL TIPO DE ESCUELA EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Uno de los factores que se considera afecta en la generación de residuos sólidos es la condición socioeconómica, siendo los sectores con mayores ingresos los generadores del mayor volumen per cápita de residuos (Vásquez, 2005). Para el presente estudio se



consideraron tanto escuelas públicas como privadas con la intención de conocer si la generación per cápita de residuos es la misma para ambos tipos de escuela.

Se realizó una comparación de medias para muestras independientes con los Kg/persona-día de residuos sólidos generados por las instituciones educativas públicas y privadas de la muestra, obteniéndose con el apoyo del paquete estadístico PASW los resultados que se muestran en las Tablas 11 y 12.

**TABLA 11. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS POR TIPO DE ESCUELA**

Estadísticos de grupo					
Tipo de Escuela		N	Media	Desviación típica	Error típico de la media
RPC/día	Pública	35	,189135	,0499321	,0084401
	Privada	35	,124963	,0684253	,0115660

**Fuente:** elaboración propia.

Las estadísticas descriptivas básicas por tipo de escuela se muestran en la Tabla 11. Se aprecia que en la muestra 35 mediciones se realizaron en escuelas públicas y 35 en escuelas privadas; para las escuelas públicas la generación per cápita fue de 0,1891 kilogramos, mientras que para las escuelas privadas cada persona generó un promedio de 0,1250 kilogramos. Respecto a la variabilidad se observa que las escuelas públicas obtuvieron una desviación estándar de 0,0499, por su parte las escuelas privadas muestran una desviación estándar de 0,0684.

**Tabla 12. Comparación de medias para los kilogramos de residuos generados per cápita por tipo de escuela**

		Prueba de muestras independientes								
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
*RPC/día	Se han asumido varianzas iguales	,816	,370	4,482	68	,000	,0641726	,0143181	,0356013	,0927438
	No se han asumido varianzas iguales			4,482	62,211	,000	,0641726	,0143181	,0355531	,0927920

\*RPC/día: Residuos (kg) sólidos per cápita al día.

**Fuente:** elaboración propia.

La Tabla 12 presenta los resultados correspondientes a la prueba T para muestras independientes, el PASW genera estimaciones para una prueba de comparación de varianzas y otras para las comparaciones de medias.

La prueba para comparar las varianzas de la generación per cápita por tipo de escuela indica que no existe evidencia de que las varianzas sean diferentes ya que el Valor P de la prueba fue de 0,370; este es mucho mayor que el nivel de significancia de 0,05. Asumiendo entonces varianzas iguales, la prueba para la comparación de medias señala que las medias son significativamente diferentes.

Es posible suponer que esto se presenta debido a que las instituciones privadas de la muestra han participado en algún programa de formación sobre la preservación del medio ambiente mientras que las instituciones públicas no, pero esto tampoco es cierto, ya que durante el presente estudio, se realizó una entrevista a los directores de las escuelas pertenecientes a la muestra, en la que se obtuvo como resultado que un 85,7% de las escuelas han participado en este tipo de programas y de este porcentaje, exactamente la mitad (42,9%) correspondió a escuelas privadas y la otra mitad a instituciones públicas (ver Tablas 13 y 14)

**Tabla 13. Resumen del procesamiento de los casos**

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Tipo de Escuela * La institución ha participado en programas de formación ambiental	14	100,0%	0	,0%	14	100,0%

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 14. Tabla de contingencia tipo de escuela vs participación en programas de formación ambiental**

			La institución ha participado en programas de formación ambiental		Total
			No	Sí	
Tipo de Escuela	Pública	Recuento	1	6	7
		% del total	7,1%	42,9%	50,0%
	Privada	Recuento	1	6	7
		% del total	7,1%	42,9%	50,0%
Total		Recuento	2	12	14
		% del total	14,3%	85,7%	100,0%

Fuente: elaboración propia.

## INCIDENCIA DEL TIPO DE DEPENDENCIA ADMINISTRATIVA DE LA ESCUELA EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Verificar si la jurisdicción administrativa a la que pertenece la escuela ha influido en la generación per cápita de residuos sólidos en las escuelas resulta de interés para la presente investigación, debido a que desde 2011 el instituto encargado de la recolección de residuos sólidos en el municipio ha realizado charlas de concientización a las instituciones educativas estatales, y según los resultados mostrados en la Tabla 14 las escuelas nacionales también han participado en algún tipo de programa de formación ambiental.

En la Tabla 15 se muestran las medidas descriptivas básicas para los residuos sólidos per cápita tanto de las escuelas estatales como de las escuelas nacionales, las medias presentan una pequeña diferencia cuya significancia es refutada en la Tabla 16.

**Tabla 15. Medidas descriptivas para las escuelas según su dependencia administrativa**

Jurisdicción a la que pertenece la escuela	N	Media	Desviación típica.	Error típico de la media
RPC/día Nacional	50	,148738	,0692730	,0097967
Estadal	20	,177826	,0601749	,0134555

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 16. Comparación de medias para la generación de residuos sólidos per cápita entre escuelas nacionales y estatales**

		Prueba de muestras independientes									
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	Inferior	Superior	
*RPC/día	Se han asumido varianzas iguales	1,259	,266	-1,644	68	,105	-,0290876	,0176883	-,0643841	,0062089	
	No se han asumido varianzas iguales			-1,748	40,112	,088	-,0290876	,0166441	-,0627236	,0045484	

RPC/día: Residuos (kg) sólidos per cápita al día.

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la prueba de varianzas observados en la Tabla 16 señalan que no existen diferencias significativas entre las varianzas de la tasa per cápita de generación de residuos sólidos de las escuelas nacionales y las estatales (Valor P = 0,266). Ahora, para la prueba T de muestras independientes se obtiene un Valor P = 0,105, lo que indica que para un nivel de significancia de 0,05 no es posible afirmar que existe diferencia significativa entre la cantidad de residuos sólidos per cápita generada por las escuelas nacionales y la cantidad generada por las escuelas estatales.



## TASA DE GENERACIÓN PER CÁPITA EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS

En promedio las instituciones educativas incluidas en la muestra generan 0,03525 kilogramos de residuos sólidos por persona en un turno de funcionamiento de la escuela. Las instituciones estudiadas cumplen 5 horas de clases por cada turno, lo que permite obtener un estimado promedio de generación per cápita por hora de 0,00705 kilogramos y un estimado al día de 0,1692 kilogramos de residuos sólidos por persona.

La tasa de generación per cápita estimada para las escuelas está muy por debajo de la rata reportada por el INE(2007) para el municipio Maracaibo, la cual es de 1,19 kilogramos por habitante al día, esto sugiere que la recolección clasificada realizada y la formación impartida referente a la clasificación de residuos desde el origen, la reducción, la reutilización y el reciclaje, así como su importancia para la preservación del medio ambiente, tuvo una incidencia positiva en los individuos de cada comunidad educativa orientandolos a la disminución en la generación de residuos. Por supuesto, es probable que ese no sea el único factor que afecte la tasa de generación en las instituciones educativas, el tipo de actividad que se realiza dentro de estas instituciones, los turnos de trabajo que por lo general incluyen solamente una de las tres comidas que se realizan al día, entre otras.

## DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

De acuerdo a la muestra tomada de las instituciones educativas, no existe suficiente evidencia estadística para afirmar que los kilogramos generados de papel, plástico y residuos orgánicos sean diferentes entre sí, aunque es evidente que difieren significativamente de los kilogramos que se generan de metal, vidrio y otros residuos. Puede afirmarse que la media de kilogramos de papel, plástico y residuos orgánicos es mayor que el promedio de kilogramos de metal, vidrio y otros residuos descartados en las escuelas, siendo estos tres últimos tipos de residuos significativamente diferentes con el primer grupo de residuos (papel, plástico y orgánicos) y entre sí.

Por su parte la generación per cápita de residuos sólidos para las escuelas públicas es mayor que para las escuelas privadas, siendo este hallazgo soportado a través de la comparación de medias que se realizó para la generación de residuos sólidos por persona en las escuelas, debido a que las instituciones tienen diferente número de personas en cada turno de trabajo. Estos resultados contradicen lo especificado por Vásquez (2005) respecto a que las personas generan mayor cantidad de residuos sólidos mientras mejor situación socioeconómica tengan.

En la muestra estudiada, no se observó ninguna diferencia entre la tasa de generación per cápita de las escuelas adscritas a la nación y las atendidas por el circuito estatal a pesar de que la Alcaldía se ha encargado de aplicar programas de concientización en la prevención del medio ambiente a las escuelas estatales pertenecientes al municipio.



La tasa de generación per cápita en las escuelas (0,1692 kg/persona-día) es mucho más baja que la tasa reportada para el municipio (1,19 kg/persona-día), se presume que esta reducción es consecuencia de la formación en reducción, reutilización y reciclaje impartida a los miembros de las instituciones y la recolección clasificada de residuos sólidos realizada en el estudio.

## CONCLUSIONES

En las instituciones educativas estudiadas los residuos sólidos con mayor generación son los de tipo orgánico, papel y plástico; lo cual está acorde con el comportamiento de los estudiantes y personal que hacen vida en las escuelas como generadores de residuos; este resultado sugiere que se deben diseñar propuestas factibles para que las escuelas logren la reducción y aprovechamiento de estos tres tipos de residuos sólidos.

La investigación realizada se enfocó en describir la generación per cápita en unidades educativas a través de la recolección de residuos clasificados de acuerdo al tipo, por tanto, se considera pertinente realizar un estudio comparativo de la tasa de generación per cápita, efectuando la recolección de residuos sólidos sin y con clasificación, de tal manera de verificar la incidencia de este factor en la tasa de recolección.

Se consolidó una muestra con la cual se evidenció que el tipo de dependencia administrativa no resultó ser significativa para la generación de residuos sólidos per cápita. Con relación al tipo de escuela (pública o privada) los resultados revelaron que la generación per cápita de residuos sólidos para las escuelas públicas es mayor que para las escuelas privadas, en contradicción con lo expresado por Vásquez (2005).

En virtud de los resultados obtenidos, se considera continuar con el proyecto para lograr conformar una muestra representativa de la población para las escuelas del municipio Maracaibo y realizar inferencias para la variable generación de residuos sólidos per cápita.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaldía de Maracaibo. (2011). Imau Maracaibo Blogspot. Disponible: <http://imaumaracaibo.blogspot.com>. Consultado: 18/10/2013.
- Bureau Veritas Formación. (2008). Manual para la Formación en medio Ambiente. España: LEX NOVA, S.A.
- Fournier, M. E. (2002). Manejo Integrado de Desechos Sólidos y Líquidos Post Consumo. . Costa Rica: Editorial de la Universidad Estatal a Distancia.
- Gobierno de la República de Venezuela. (2000). Análisis Sectorial de Residuos Sólidos de Venezuela.
- Hernandez R., Fernández C. y Baptista P.(2006). Metodología de la Investigación. México. McGRAW-HILL.



- Instituto Nacional de Estadística. (2007). Informe Geo-ambiental 2007: Estado Zulia .Disponible:[www.ine.gob.ve](http://www.ine.gob.ve). Consultado:29/09/2012.
- La Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. (2010). Ley de gestión Integral de la Basura. Gaceta Oficial N 6.017. Venezuela.
- La Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. (2006). Ley Orgánica del Ambiente. Gaceta Oficial No 5833. Venezuela.
- La Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. (1999). Reglamento General de la Ley Orgánica de Educación. Decreto 313. Gaceta Oficial No 36788. Venezuela.
- Ministerio del Poder Popular para la Educación. (2013). Catálogo CBIT. Disponible: <http://fundabitavanza.me.gob.ve>. Consultado:25/02/2014.
- Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud: División de Salud y Ambiente. (2000). Análisis Sectorial de Residuos Sólidos de Venezuela. Gobierno de la República de Venezuela, Caracas, 2000.
- Pardo, A., y Ruiz, M. (2005). Análisis de datos con SPSS 13 base. Madrid-España: Mc Graw Hill Interamericana.
- Parra, J. (2006). Guía de Muestreo. Maracaibo: Talleres de Impresión de FACES.
- Planética Organización. (2011). Directorio de productos ecológicos. Disponible:<http://www.planetica.org>. Consultado:14/02/2014.
- Ponte de Ch, C. (2008). Manejo integrado de residuos sólidos: Programa de reciclaje. Instituto Pedagógico de Caracas.Revista de Investigación N° 63.
- Vásquez, O. (2005). Modelo de simulación de gestión de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana de Chile. Dinámica de sistemas, 27-52.
- Walter, L. (2007). Estrategias ambientales de las 3R a las 10R. Reordenar, Reformular, Reducir, Reutilizar, Refabricar, Reciclar, Revalorizar energéticamente, Rediseñar, Recompensar, Renovar. Bogotá, Colombia. ECOE Ediciones.