



LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida  
ISSN: 1390-3799  
ISSN: 1390-8596  
sserranov@ups.edu.ec  
Universidad Politécnica Salesiana  
Ecuador

# RECOMENDACIONES PARA LA CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS UNIVERSITARIOS. CASO DE ESTUDIO: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, CAMPUS SUR, QUITO

Coyago, Elena; Gonzales, Katty; Heredia, Edgar; Sánchez, Renato

RECOMENDACIONES PARA LA CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS  
UNIVERSITARIOS. CASO DE ESTUDIO: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, CAMPUS SUR, QUITO

LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida, vol. 23, núm. 1, 2016

Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador

**Disponible en:** <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476051461009>

**DOI:** <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17163/lgr.n23.2016.07>

2017. Universidad Politécnica Salesiana

2017. Universidad Politécnica Salesiana



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

# RECOMENDACIONES PARA LA CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS UNIVERSITARIOS. CASO DE ESTUDIO: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, CAMPUS SUR, QUITO

RECOMMENDATIONS ON CHARACTERIZATION  
AND QUANTIFICATION OF UNIVERSITY  
SOLID WASTE. CASE STUDY: UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA SALESIANA, SOUTH CAMPUS,  
QUITO

LA GRANJA. Revista de Ciencias de la  
Vida, vol. 23, núm. 1, 2016

Universidad Politécnica Salesiana,  
Ecuador

Recepción: 05 Abril 2016  
Aprobación: 29 Junio 2016

DOI: [https://doi.org/http://  
dx.doi.org/10.17163/lgr.n23.2016.07](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17163/lgr.n23.2016.07)

Redalyc: [https://www.redalyc.org/  
articulo.oa?id=476051461009](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476051461009)

Elena Coyago <sup>1</sup> [ecoyagoc@ups.edu.ec](mailto:ecoyagoc@ups.edu.ec)  
*Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador*

Katty Gonzales <sup>2</sup>  
*Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador*

Edgar Heredia <sup>2</sup>  
*Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador*

Renato Sánchez <sup>2</sup> [rsanchez@ups.edu.ec](mailto:rsanchez@ups.edu.ec)  
*Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador*

**Resumen:** El presente trabajo, estudió la generación y cuantificación de residuos sólidos en diferentes áreas dentro de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito, Campus sur (UPS-QS), en los años 2012-2013 y la producción per cápita de residuos sólidos generados (PPC). Los residuos sólidos producidos en las áreas académica, administrativa, externa, cafetería, biblioteca y copiadora, fueron caracterizadas según la fuente generadora, determinando la composición para cada categoría como: papel, vidrio, metal, plástico, orgánico, inorgánico y residuos peligrosos; además del contenido de humedad y análisis químico de CNPK (carbono, nitrógeno, fósforo y potasio), contenido de humedad, densidad y granulometría. La caracterización reportó que en la UPS-QS un 51,07 % de residuos orgánicos, 22,17 % de plásticos, 16,45 % papel, 7,05 % de vidrio y metales, 3,12 % de restos inorgánicos, 0,14 % de residuos especiales como aparatos electrónicos y 0,01 % de residuos peligrosos como pilas. Con una densidad promedio de 79,7 Kg/m<sup>3</sup> y una granulometría menor a 203,2 mm para el 99 % de plásticos. La caracterización de residuos permitió calcular la PPC de la población universitaria usuaria de las instalaciones con un valor promedio de 0,3 kg/hab.día.

**Palabras clave:** Residuos sólidos, generación, caracterización, cuantificación, Universidad Politécnica Salesiana.

**Abstract:** This paper studied the generation and quantification of solid waste in different areas within the Universidad Politécnica Salesiana, South Camp in Quito, in the years 2012-2013 and per capita production of solid waste. Were analyzed the academic, administrative, external, cafeteria, library and copier areas were characterized

by the generating source, determining the composition of each category such as paper, glass, metal, plastic, organic, inorganic and hazardous waste; besides the respective chemical analysis CNPK (carbon, nitrogen, phosphorus and potassium), moisture content, density and granulometry. The characterization reported 51.07% of organic waste, plastic 22.17%, 16.45% paper, 7.05% glass and metals, 3.12% inorganic residues, 0.14% of special waste such as electronics and 0.01% of hazardous waste such as batteries, with an average density of 79.7 kg/m<sup>3</sup> and a smaller particle size to 203.2 mm for the 99% plastics. The per capita production of solid waste (PPC) had an average value of 0.3 kg/hab.day.

**Keywords:** Solid waste, generation, characterization, quantification, Universidad Politécnica Salesiana.

## Forma sugerida de citar:

Coyago, E., et. al.. 2016. **Recomendaciones para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos universitarios. Caso de estudio: Universidad Politécnica Salesiana, campus sur, Quito.** La Granja: Revista de Ciencias de la Vida. Vol. 23(1): 60–71. ISSN impreso: 1390-3799. ISSN electrónico: 1390-8596.

## 1 Introducción

La época en que vivimos contempla el crecimiento acelerado de la población, evolución de la tecnología, sustitución de la mano de obra por procesos industrializados, generando ambientes modernistas que tienen como contraparte la insostenibilidad de los recursos naturales del planeta y como actor principal al ser humano (Frers, 2009).

Algunos centros universitarios no se encuentran alejados de los cambios que ha sufrido la sociedad y en su gran mayoría se caracterizan por ser instituciones que realizan docencia, investigación y extensión; interactuando con estudiantes, docentes, personal administrativo, de servicio y con la colectividad en general; esta relación diaria genera transformación de insumos, diferentes materiales de descarte y residuos sólidos que durante mucho tiempo fueron retirados de los lugares de origen y depositados en lugares no controlados para no causar alteraciones en la salud de la población (Hester y Harrison, 2002).

El origen de los residuos puede ser natural o antropogénico y están influenciados por la localización geográfica, estación del año, frecuencia de recolección, operaciones de recuperación, reciclaje, legislación y características actitudinales de la población (Robles y Rodríguez, 2010).

Mientras que, los residuos generados se pueden clasificar según el estado, tipo de manejo, origen, composición y efectos (Fernández, 2012; Díaz y Janon, 2010; Bautista, 1998; Cantoni, 2010).

Por lo tanto, el incremento de los residuos sólidos en cada localidad ha provocado la rápida saturación de rellenos sanitarios, convirtiéndose en un problema de contaminación que se contrapone a la legislación ecuatoriana referente al buen vivir de los individuos. La municipalidad de Quito sin estar ajena a los problemas ambientales existentes, ha visto la necesidad de crear diferentes ordenanzas que contribuyen al

mejoramiento del ambiente e involucran la gestión integral de residuos dentro de cada organización (Ordenanza 332, 2010).

La gestión integral de residuos incluye las etapas de control en la generación, almacenamiento, recolección, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final (Lianette et. al., 2009), incluyendo el seguimiento administrativo de forma que armonice con los principios de salud pública, ingeniería, economía, estética, conservación y otras consideraciones ambientales que responden a las expectativas de la opinión pública (Brion, 2010; Quito Verde, 2012).

El desarrollo de un sistema de gestión integral de residuos involucra la caracterización y cuantificación de residuos generados dentro de un área determinada (Bernache, 2009); es así que, el presente proyecto tiene por objetivo proveer recomendaciones y determinar la cantidad, composición y calidad de residuos sólidos generados al interior de la Universidad con miras a cumplir la ordenanza Municipal 332 “Ordenanza metropolitana de gestión integral de residuos sólidos del distrito metropolitano de Quito” y la ordenanza 213, Capítulo I: De la gestión de los residuos sólidos urbanos, domésticos, comerciales, industriales y biológicos potencialmente infecciosos.

## 2 Métodos

La investigación incluyó las etapas de levantamiento de línea base, planificación, cuantificación y caracterización de residuos sólidos conforme establece la norma ASTM, D5231-92, 2008 “Método de Ensayo Estándar para la Determinación de la Composición de Residuos Sólidos Municipales sin Procesar”; para el efecto se calculó el número de muestras e individuos a estudiar según establece (Runfol y Gallardo, 2009).

### *2.1 Parámetros iniciales de cuantificación y caracterización de residuos*

#### *2.1.1 Línea base*

La UPS-QS se encuentra en una zona urbana, el suelo ha sido alterado por la acción antrópica debido al incremento de las actividades comerciales, industriales, educativas y residenciales como se muestra en la Figura 1, provocando cambios marcados en el medio biótico, convirtiéndose en una zona urbana con las comodidades y servicios básicos característicos para satisfacer las necesidades y demandas de sus habitantes; por esta razón no cuenta con vegetación y fauna propia del sector; con las consideraciones señaladas el análisis de la zona de estudio incluyó la definición del área de influencia directa e indirecta utilizando el programa ARGIS y la interrelación de la investigación con las variables socio-ambientales influyentes como: medio físico, clima, medio biótico y socioeconómico; dichos parámetros fueron obtenidos de fuentes

bibliográficas, datos históricos y registros oficiales proporcionados por las autoridades instituciones y gubernamentales (Romero, 2012).



Figura 1. Actividades comerciales, industriales, educativas y residenciales del sector

### 2.1.2 Planificación

Incluyó el desarrollo de las siguientes actividades: a) la determinación de fuentes de generación de residuos domiciliarios (área académica, área administrativa, cafetería, centro de copiado, biblioteca, áreas libres) y especiales (laboratorios); b) determinación de número de individuos a muestrear utilizando la fórmula estadística Ec. 1 para poblaciones menores a 10000 habitantes, poblaciones finitas y muestreo simple aleatorio (Férrandez y Virtudes, 2005), peso de muestra Ec. 2, y número de muestreos Ec. 3, c) definición de lugar de trabajo, d) adquisición de materiales, insumos y equipos c) Formación previa al proceso de cuantificación y caracterización de residuos y d) Cronograma de caracterización.

$$n = \frac{N}{1 + \frac{e^2(N-1)}{z^2 \cdot pq}} \quad (1)$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra de individuos.

N = Tamaño conocido de la Población individuos.

$z$  = Nivel de confianza 95% valor estándar ( $z=1,96$ ).

$e$  = margen de error valor estándar (5%  $e= 0,05$ ).

$pq = 0,25$ .

El muestreo de individuos se convierte en un sistema complejo debido a la movilidad de los mismos, existiendo la necesidad de transformar los individuos en Kg de residuos generados según estable (Velasco,2003;Taype,2009), en la Ec. 2.

$$M = n \cdot PPC \quad (2)$$

Donde:

$M$  = Tamaño de muestra.

$PPC$  = Producción per cápita de residuos.

El número de muestras seleccionadas se calculó utilizando la Ec. 3.

$$M_c = \frac{M}{100} \quad (3)$$

Donde:

$M_c$  = Número de muestras a caracterizar.

100 =Tamaño de muestra recomendado por norma(100 kg).

El proceso de cuantificación y caracterización de residuos es un proceso de alto riesgo para los diferentes individuos que interactúan, por tal motivo la capacitación se convierte en una herramienta importante de prevención de riesgos, esta herramienta incluyó: a) Uso adecuado de ropa de trabajo y equipo de protección personal como mascarillas, gorra, gafas y guantes de seguridad b) Capacitación en buenas prácticas de trabajo como: no comer e ingerir bebidas, no fumar, no estar bajo la influencia de bebidas alcohólicas o estupefacientes durante la jornada de trabajo c) Restricción de participación de mujeres embarazadas debido al peligro que representa el proceso d) Notificación al supervisor de campo de cualquier lesión ocasionada durante la jornada de trabajo e) Identificación de servicios médicos más cercanos antes de iniciar el trabajo y f) Capacitación en primeros auxilios básicos.

Además se consideró que el cronograma de ejecución en un programa de caracterización debe ser ejecutado en fechas alejadas de festividades, feriados o cualquier evento que altere el normal desenvolvimiento de las actividades debido a que cambia el comportamiento de la muestra en estudio.

## 2.2 Caracterización y cuantificación de residuos sólidos comunes

Los residuos sólidos comunes se cuantificaron siguiendo el protocolo que se menciona a continuación:



Sub-categoría	Descripción
Papel mezclado	Papel de oficina, papel de computadora, revistas, papel satinado, papel encerado, y otro papel no definido dentro de las categorías de papel de periódico y cartón ondulado
Periódico	Corrugado, medio corrugado, cajas de cartón, bolsas de papel
Plástico	Todos los plásticos
Residuos de jardín	Ramas de desechos de jardín, hojas, hierba y otros materiales vegetales
Residuos de comida	Todos los residuos de comida excepto huesos
Madera	Productos de madera, pallets, muebles
Otros orgánicos/ Combustibles	Textiles, caucho, cuero y otros materiales incinerables no incluidos en la categoría anterior.
Ferrosos	Hierro, acero, latas y latas bimetálicas
Aluminio	Aluminio, latas de aluminio y láminas de aluminio
Vidrio	Todos los vidrios
Otros inorgánicos/ No combustibles	Roca, arena, tierra, cerámica, yeso, metales no ferrosos que no sean de aluminio, metales (cobre, latón, etc.) y huesos.

**Tabla 1.** Categorización de residuos según la norma ASTM D 5231-92 (2008)

- a) Delimitación y adecuación del lugar de trabajo.
- b) Recolección y etiquetado de residuos generados y la respectiva clasificación según fuente generadora
- c) Pesaje de residuos generados por tres ocasiones consecutivas según establece CEPIS, (2005).
- d) Determinación de la PPC de la población universitaria mediante la Ec.4.  $PPC = \frac{\text{Residuos (Kg)}}{\text{Población}}$  (4)
- e) Selección de una muestra para cuantificar características físico-químicas de los residuos, la misma que será enviada para el respectivo análisis en un laboratorio acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriana (SAE).
- f) Cuantificación de la densidad total de residuos como se muestra en la ecuación 5 (Taype,2009).  $Densidad = \frac{\text{Masa de los residuos muestreados (Kg)}}{\text{Volumen del recipiente de muestreo}}$  (5)
- g) Caracterización de residuos según la Tabla 1, correspondiente a la norma ASTM D5231-92 (2008).
- h) Tamizado de residuos.

### 2.3 Cuantificación de residuos sólidos especiales

Los residuos sólidos especiales se incluyeron dentro de un protocolo de levantamiento de información para cada laboratorio; este inventario se realizó con el fin de proporcionar información de la vida útil de cada uno de los insumos y la conversión en residuos especiales.

## 3 Resultados y discusión

### 3.1 Parámetros iniciales de cuantificación y caracterización de residuos

La Universidad Politécnica Salesiana campus Sur (UPS-QS) se encuentra ubicada en la Provincia de Pichincha, cantón Quito, parroquia Chillogallo, administración zonal Quitumbe, entre la avenida Morán Valverde y la calle Rumichaca; está situada en una zona comercial de alta afluencia de tráfico e individuos cuya biótica corresponden a especies introducidas resistentes al desarrollo demográfico, tomando en cuenta las características e influencia de las actividades involucradas dentro y fuera de la UPS-QS sobre la investigación a realizarse, se establecieron puntos externos de referencia como entes limitantes del área de influencia así: al norte parada de buses en la Av. Morán Valverde, sur hospital Padre Carollo, este parada de trolebús y oeste parada corredor oriental, lograron un polígono con superficie irregular como se muestra en la Figura 2, cuya distancia desde el centro hasta el lugar más alejado reportó valores de 693m y 1022m para el área de influencia directa e indirecta respectivamente.

El área de estudio estuvo influenciada por valores de temperatura media de alrededor de 14°C con precipitaciones entre 28 a 261mm de agua mensuales, velocidad de viento de 1,97m/s y una humedad relativa de 66 %, según datos promedios reportados por la Red de Monitorero



Ambiental- Estación El Camal de la Secretaría del Ambiente (2013) y estación IZOBAMBA (M003) del INAMI para el año 2013.

La UPS-QS por tratarse de una institución educativa está conformada por docentes, personal administrativo, estudiantes, personal de limpieza y guardias de seguridad con un total de 3884 individuos para el año 2012 y con un incremento semestral del 29% según el informe de gestión reportado por Romero (2012); por tanto aplicando la ecuación [1] se determinó un tamaño de muestra de 144 personas administrativas y 348 estudiantes que representarían al total de la población, tal como se muestra en la Tabla 2; además aplicando la ecuación [2] y considerando un PPC estimado para Quito de 0,6; se determinó que se requiere de 2 muestras diarias para realizar la caracterización.

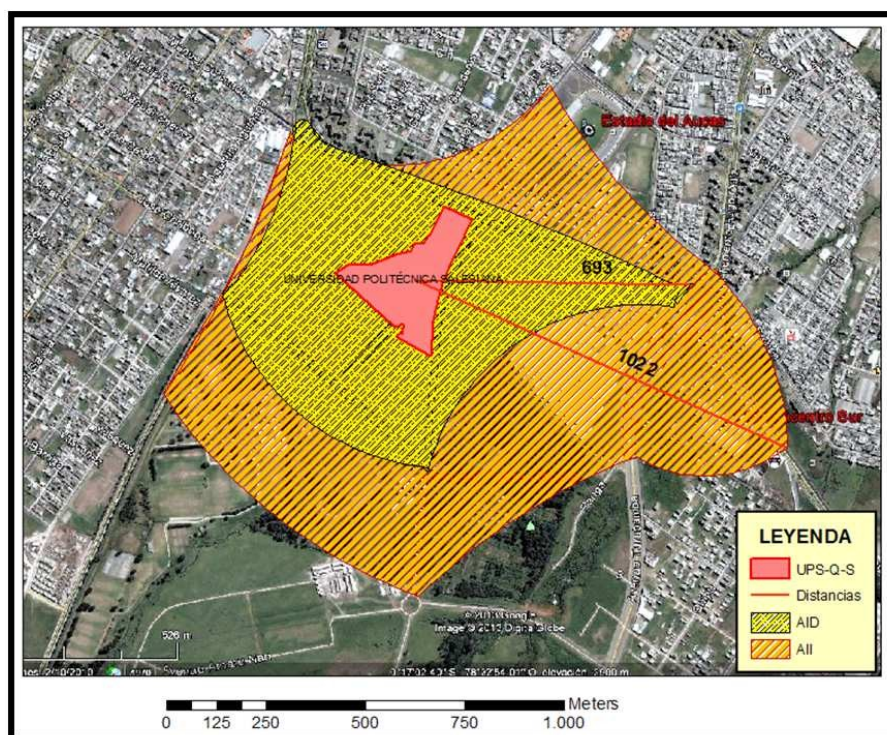


Figura 2. Definición de área de influencia directa (AID) e indirecta (AII) de la UPS-QS

Fuente	N° de individuos a muestrear (n)	Kg de muestra a muestrear (M)	N° de muestras por día a muestrear (Mc)
Personal administrativo	144	86,7	1
Estudiantes	348	208,5	2
Total	350	209,7	2

**Tabla 2.** Cálculo de número de muestras a caracterizar

### 3.2 Caracterización y cuantificación de residuos sólidos comunes

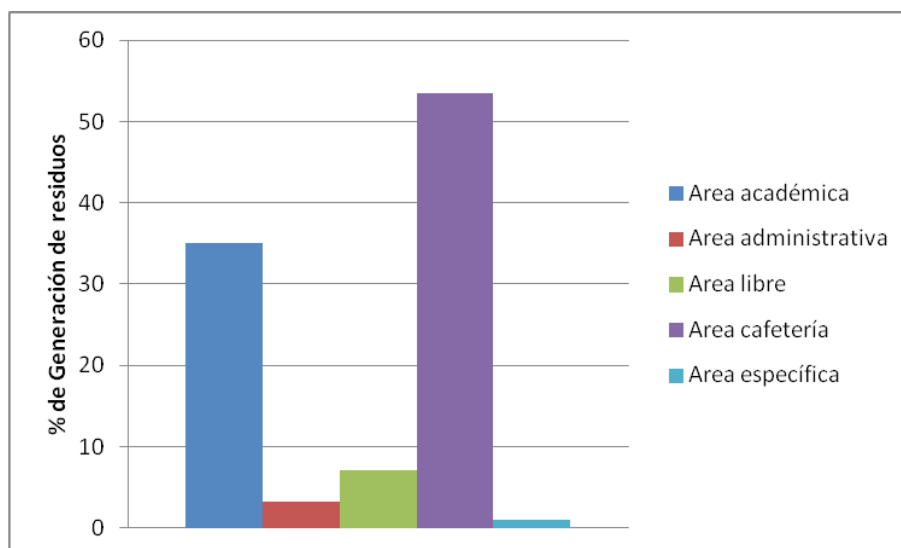
Una vez definida el área de trabajo se procedió a impermeabilizar la misma para evitar contaminación del suelo, posteriormente se dividió, delimitó y organizó el área de trabajo como se muestra en la Figura 3.a, consecuentemente se realizó la cuantificación de residuos generados previamente clasificados en bolsas de colores (Figura 3.b) previo al uso estricto de equipo de protección (Figura 3.c).

El proceso de cuantificación diaria promedio de residuos sólidos comunes en la UPS-QS reportó un valor total de 96,9 Kg/día, correspondiendo a 80,2 Kg/día de residuos sólidos comunes y 16,7 kg/día de residuos de poda. Como se observa en la Figura 4, el área que genera mayor cantidad de residuos sólidos comunes es la cafetería, esta área se caracteriza por ser el sitio de confluencia de todos los individuos que interactúan dentro de la institución, por tanto su generación de residuos fue mayoritaria.

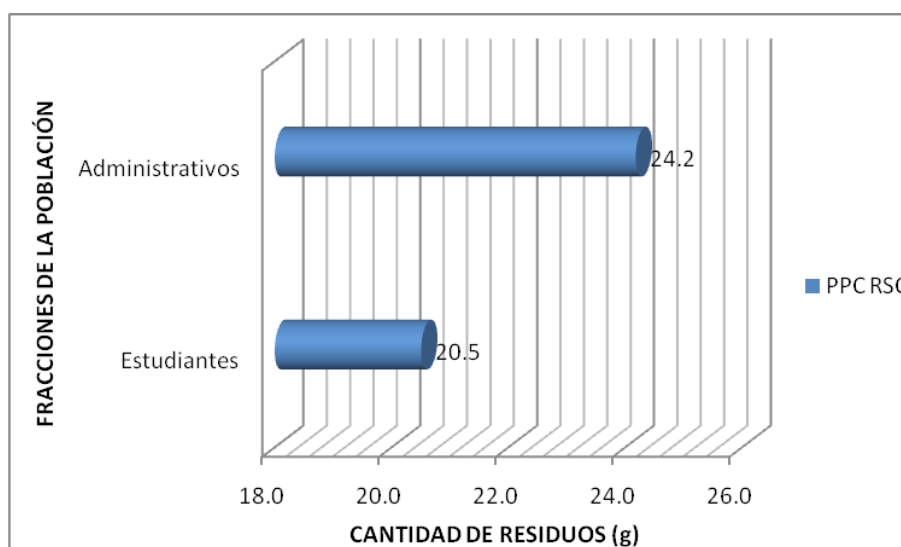


Figura 3. Adecuación del área y equipo de trabajo

La cuantificación promedio de residuos sólidos comunes permitió determinar la producción per cápita para la UPS-QS con un valor promedio de 0,3 Kg/(habitante día) y una densidad promedio de 80 Kg/m<sup>3</sup> como se muestra en las Figuras 4 y 6.



**Figura 4. Generación promedio diaria por fuente de generación.**



**Figura 5. PPC de residuos sólidos comunes por fracciones de población de la UPS-QS.**

El análisis químico de los residuos sólidos comunes presentaron diferencias significativas para cada uno de los parámetros analizados como se señala en la Tabla 3; además se puede observar que el contenido de agua supera el 50 % que conlleva a concluir que el mayor porcentaje dentro de la composición de los residuos corresponde a materia orgánica y hecho corroborado por los altos porcentajes de nitrógeno y potasio existentes en dichas muestras analizadas; sin embargo, la cantidades obtenidas de estos macro nutrientes no son suficientes para usar los residuos orgánicos como abono con un tratamiento previo de compostaje.

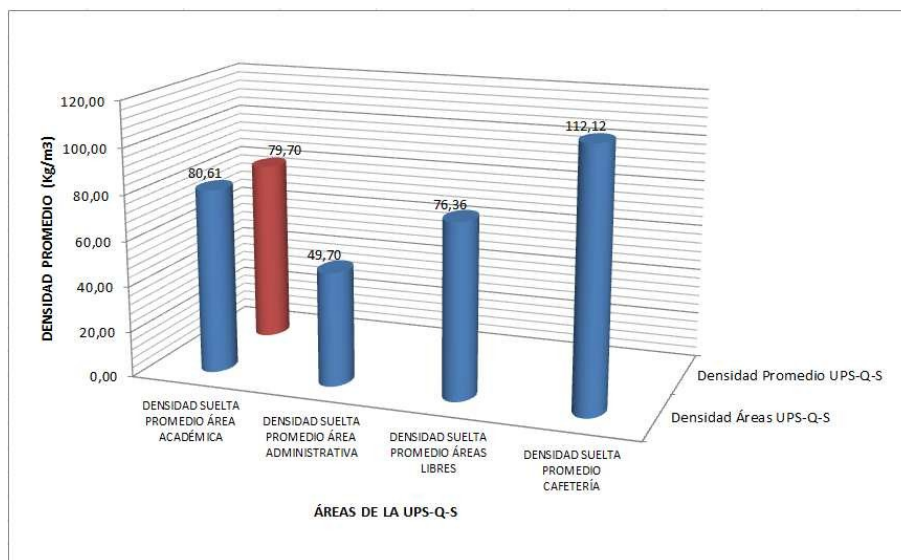


Figura 6. Densidad típica de los residuos sólidos UPS-QS.

Parámetro	Área Académica	Área de cafetería	Áreas libres	Método
Humedad (%)	66,03a	72,33b	69,32c	MAL-13/ AOAC 925.10
Cenizas (%)	1,56a	1,45b	1,72c	MAL-02/ AOAC 923.03
Fósforo (mg/100g)	0,00	296,11	0,00	MAL-24
Nitrógeno (%)	0,38a	0,46b	-	MAL-04/ AOAC 981.10
Potasio (mg/Kg)	4834,00a	5026,00b	1721,00c	DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN ATÓMICA

**Tabla 3.** Parámetros químicos de residuos sólidos comunes



La caracterización de residuos clasificados por sub-categorías Figura 7 y Tabla 4, señalan que el área académica presenta los mayores valores tanto en el total como en cada una de las sub-categorías.

La composición total de residuos sólidos comunes por sub-categoría generados por la comunidad universitaria Figura 8, muestra que la fracción orgánica es la más abundante dentro de los residuos y dentro de ella un 46.47% corresponde a desperdicios de comida, seguido por la fracción plástica que alcanza un 21.22% y 15.87% papel; estos datos coinciden con la realidad nacional e internacional en la que los residuos orgánicos, plástico y papel corresponden a los rubros más importante de residuos generados según lo expone (Frers, 2009).



Figura 7. Proceso de separación de residuos por sub- categoría.

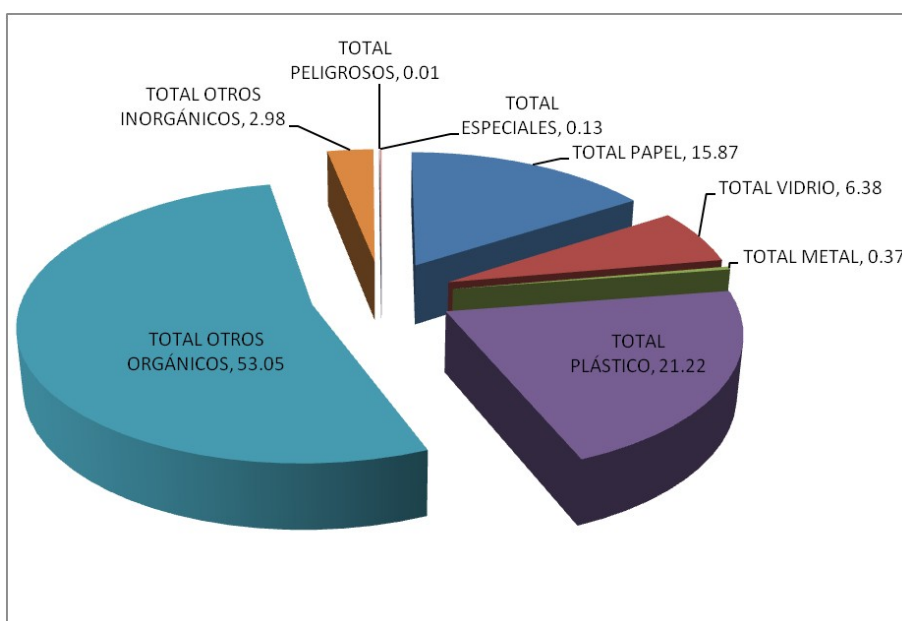


Figura 8. Composición típica general de los residuos sólidos comunes generados por todas las áreas de la UPS-Q-S presentados en porcentajes.

Total Sub-categoría (Kg/día)	Académica	Administrativa	Abiertas	Cafetería	Copiadora
Papel	5,06	0,98	1,04	1,90	0,58
Vidrio	3,24	0,31	0,16	1,18	
Metal	0,12	0,05	0,05	0,08	
Plástico	8,34	1,54	1,98	4,60	
Otros orgánicos	3,60	0,58	1,96	3,69	
Otros inorgánicos	1,90	0,08	0,06	0,34	
Peligrosos	0,00	0,00	0,00	0,00	
Total	22,26a	3,54b	5,27c	11,79d	0,58e

**Tabla 4.** Sub-categoría de residuos generados por área en la UPS.

Tamaño de poro (pulgadas)	Porcentaje pasante				
	Plástico	Cartón	Papel	vidrio	Orgánico
8	99,52	77,64	100	100	100
4	87,43	71,84	56,21	100	95,27
2	15,89	8,33	28,27	0	79,51
1	14,88	1,75	11,47	0	44,3
Fondo	0	0	0	0	0

**Tabla 5.** Porcentaje de residuos pasantes vs tamaño de poro.

Una vez clasificados los residuos se procedió a determinar la granulometría con la ayuda de tamices de madera y alambre galvanizado malla 8, 4, 2 y 1 pulgada de abertura construida para dicho fin como se muestra en la Figura 8 y cuyos resultados se encuentran tabulados en la Tabla 5.



**Figura 9.** Tamices utilizados para caracterización de residuos sólidos.

### 3.3 Cuantificación de residuos sólidos especiales

El inventario de los diferentes laboratorios que trabajan con productos químicos reportó un total de 151 Kg de químicos de los cuales el 100 % son utilizados en soluciones las cuales son desechadas como residuos líquidos de carácter especial.

El laboratorio de suelos debido a la actividad específica que realiza genera 17 600 Kg/mes de material de desalojo propio de los análisis realizados, cuyos residuos son desechados como material de escombros y depositados en escombreras asignadas por el Municipio Metropolitano de Quito para dicho fin.

Los laboratorios de cómputo se convierten en generados permanentes de residuos especiales debido a la obsolescencia inmediata que presenta el cambio continuo de tecnología, incrementando las bodegas de almacenamiento hasta su disposición final, así se evidenció un total de 909 equipos obsoletos que cumplieron su vida útil; los ítems que frecuentemente requieren reemplazo continuo son: monitores, teclados, fuentes de poder y mouse que correspondieron al 65 % de los ítems computacionales desechados.

#### 4 Conclusiones y Recomendaciones

La generación de residuos sólidos comunes de la UPS- QS siguió el estándar característico de producción de residuos del Distrito Metropolitano de Quito, reportando mayores cantidades para plástico, papel y residuos orgánicos, por tal motivo una adecuada segregación de residuos en la fuente ayudaría a disminuir la cantidad total de residuos que se envía al relleno sanitario El Inga.

El PPC de 0,3 Kg/(habitante día) reportado para la UPS-QS fue inferior al PPC de 0,6 reportado para la ciudad de Quito, esto se debe a que los individuos que interactuaron dentro de la institución son considerados como población flotante, y por tanto presentan tiempos de permanencia inferiores, haciendo que el valor de PPC también sea inferior.

La cantidad de residuos generados en un establecimiento universitario pequeño como el del presente estudio no requiere la separación en la fuente de más de dos tipos distintos, ya que la cantidad generada de residuos es muy pequeña como se puede observar en la Tabla 4. La separación en muchos tipos de residuos disminuye la eficiencia del sistema por un rechazo del generador a tener que colocar y conocer varios contenedores. Así también existe un rechazo del gestor a tener que disponer por separado residuos que como en el caso del metal no llega a medio kilogramo diario. Por tanto se recomienda la disposición en dos contenedores, uno para residuos reciclables y otro de residuos no reciclables cuyo destino final será el relleno sanitario. Los residuos reciclables pueden ser entregados a gestores, evitando que estos tengan que realizar una separación manual como se lo realiza actualmente.

Además, no se debe realizar contenerización separada de residuos en la fuente cuando no se dispone de una correcta gestión diferenciada de los mismos. Cuando se colocan contenedores diferenciados en sitios públicos y estos no reciben la adecuada gestión diferenciada, se crea en la población un rechazo a separar sus residuos en la fuente, lo cual merma la ejecución de planes de gestión de residuos integrales y correctamente realizados.

Existe un 46,47 % de basura orgánica que no cumple con las cantidades y relaciones de macronutrientes para ser considerada como abono. Por esta razón, no se recomienda un sistema de compostaje, ya que su producto final solo serviría como un acondicionador de suelos, y su cantidad generada no compensa para una inversión en espacio

y mantenimiento. La basura orgánica se dispondrá como basura no reciclable y su destino final será el relleno sanitario de la ciudad.

Por otro lado, el estudio de granulometría de residuos ayudará a diseñar contenedores que permitan albergar cantidades de residuos determinados, facilitando a los gestores ambientales el desalojo de los mismos y a la UPS-QS la liberación de gran parte de residuos reutilizables y el cumplimiento de la Ordenanza Municipal 332, Ordenanza metropolitana de gestión integral de residuos sólidos del Distrito Metropolitano de Quito.

Los residuos sólidos especiales generados en la UPS-QS no son considerados potencialmente peligrosos ya que en su totalidad son desechados como residuos líquidos bajo protocolos de neutralización de soluciones.

Finalmente, el proceso de caracterización de residuos se convierte en un programa crítico dentro de las diferentes organizaciones ya que debe ser estructurado desde el inicio con etapas de planificación, levantamiento de línea base, capacitación de personal y la ejecución del proyecto, recomendándose seguir los protocolos establecidos para obtener exitosos procesos de caracterización que servirán para implantar sistemas integrales de tratamiento de residuos.

## Agradecimientos

Este estudio fue financiado por la III convocatoria abierta de proyectos de investigación de la Universidad Politécnica Salesiana año 2012-2013.

## Referencias

- ASTM. 2008. Standard test method for determination of the composition of unprocessed Municipal solid waste. **ASTM**. D5231-92: 6.
- Bautista, C.. 1998. Residuos guía técnico-jurídica. **Madrid: Mundi-Prensa Libros**.
- Bernache, G.. 2009. Cuando la basura nos alcance: el impacto de la degradación ambiental. **México: CIESAS- Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social**.
- Brion, R.. 2010. Disposición final de residuos sólidos urbanos. **Argentina: ANI-Academia Nacional de Ingeniería**.
- Cantoni, N.. 2010. Reciclado una solución al problema de la basura. **Buenos Aires: Albatros Saci**.
- CEPIS. 2005. Procedimientos Estadísticos para los Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos. **Lima**.
- Díaz, L. y C. Janon. 2010. Reciclaje y tratamiento biológico de los residuos sólidos municipales. **Quito**.
- Fernández, A. y M. Virtudes. 2005. Muestreo estadístico. **España: Septem Ediciones**.
- Fernández, R.. 2012. Principales obligaciones medio ambientales para la pequeña y mediana empresa. **Alicante: Club Universitario**.



- Frers, C.. 2009. Los problemas de la basura y una posible solución. **El Cid Editor**. apuntes: 7.
- Hester, R. y R. Harrison. 2002. Environmental and Health Impact of Solid Waste Management Activities. **New York: The Royal Society of Chemistry**. Issues in environmental science and technology, No.18.
- INAMHI. 2013. Anuario Meteorológico 2009 N#49. <http://www.inamhi.gob.ec/index.php/clima/anuarios-meteorologicos/204-anuario-meteoro-logico-2009>.
- Lianette, M., G. Del Pozo y R. González. 2009. Gestión de residuos sólidos: un tema de vital importancia para la gestión ambiental empresarial. En: **memorias del taller por el Día Mundial del Medio Ambiente. Cuba: Editorial Universitaria**.
- Ordenanza 213. 2010. Ordenanza sustituta del título V, “Del Medio Ambiente”. **Libro segundo, del código municipal para el Distrito Metropolitano de Quito. Quito: Concejo Metropolitano de Quito. página 165.**
- Ordenanza 332. 2010. Ordenanza metropolitana de gestión integral de residuos sólidos del distrito metropolitano de Quito. En **C. M. Quito, Ordenanza Metropolitana No. 0332. Quito: Concejo Metropolitano de Quito. página 134.**
- Quito Verde. 2012. I Cumbre Nacional de Alcaldes- 10 Acciones de Quito frente al Cambio Climático. **Quito: Ilustre Municipio de Quito.**
- Robles, D. y E. Rodríguez. 2010. Caracterización físico y química de los residuos sólidos granulares del barrio de calles y avenidas en la localidad de Usaquén de la ciudad de Bogotá. Bogotá: **Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Tecnológica Ingeniería Civil.**
- Romero, A.. 2012. Informe trianual de la sede Quito. Periodo junio 2009–junio 2012. **Quito: Universidad Politécnica Salesiana.**
- Runfol, J. y A. Gallardo. 2009. Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas.
- Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito. 2013. Informe Anual 2012 de Calidad de Aire. **Quito.**
- Taype, G.. 2009. Caracterización de los residuos sólidos en Castilla Piura, Perú. **Universidad Nacional de Piura, 8.**
- Velasco, V.. 2003. Muestreo y tamaño de la muestra. Una guía práctica para personal de salud que realiza investigación. **Argentina: Editorial El Cid.**

## Notas de autor

- 1 Carrera de Ingeniería en Biotecnología de los Recursos Naturales, Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito, Campus Girón. Av. 12 de Octubre, Telf. (593 2) 3962800, Quito, Ecuador.
- 2 Grupo de Investigación en Ciencias Ambientales GRICAM, Centro de Investigación en Modelamiento Ambiental CIMA-UPS, Carrera de Ingeniería Ambiental, Universidad Politécnica



Salesiana, Sede Quito, Campus Sur, Av. Morán Valverde y Rumichaca, Telf. (593 2) 3962800, Quito, Ecuador.

- 2 Grupo de Investigación en Ciencias Ambientales GRICAM, Centro de Investigación en Modelamiento Ambiental CIMA-UPS, Carrerade Ingeniería Ambiental, Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito, Campus Sur, Av. Morán Valverde y Rumichaca, Telf.(593 2) 3962800, Quito, Ecuador.
- 2 Grupo de Investigación en Ciencias Ambientales GRICAM, Centro de Investigación en Modelamiento Ambiental CIMA-UPS, Carrerade Ingeniería Ambiental, Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito, Campus Sur, Av. Morán Valverde y Rumichaca, Telf.(593 2) 3962800, Quito, Ecuador.

### **Enlace alternativo**

<http://revistas.ups.edu.ec/index.php/granja/article/download/23.2016.07/1050> (html)