

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

Facultad de Ciencias Ambientales

**Trabajo de fin de Carrera previo a la obtención
del Título de Ingeniera Ambiental**

**Determinación de la Composición y Densidad de
los Residuos Sólidos Urbanos del Distrito
Metropolitano de Quito con fines de
aprovechamiento energético y reducción de
emisiones de gases de efecto invernadero.**

Autora:

María José Castillo Atiaga

Director:

Ing. Esteban Oviedo

QUITO-ECUADOR

2012

DEDICATORIA

A mi Madre Ivonne, a mi hermano Paul, a mi tía Fernanda a mis abuelitos Teresa y Belisario por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo, confianza, paciencia y amor, lo que me ha permitido alcanzar todos los objetivos que me he planteado a lo largo de mi vida.

Y principalmente a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

AGRADECIMIENTO

Debo agradecer a la Universidad Internacional SEK , en especial a los docentes de la facultad de Ciencias Ambientales por su apoyo incondicional durante los cinco años de duración de la carrera.

A la Ing. Katty Coral por su orientación y apoyo en el transcurso de la elaboración de esta investigación.

Al Ing. Esteban Oviedo y al Ing. Santiago Gómez por su gran ayuda que ha sido de gran importancia para mí.

A EMGIRS, por permitirme llevar a cabo esta investigación.

A mi familia por ser mis pilares durante mi vida.

A Chris Calderón por su amor, paciencia, ayuda y soporte.

A mis amigos: Marcia, Daniela O, Paul, David, Carolina, Daniela M, por su amistad y paciencia a lo largo de la carrera

Índice

I. CAPITULO	1
1. INTRODUCCIÓN	1
II. CAPITULO	8
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. <i>Residuo Sólido</i>	8
2.2. <i>Residuo Sólido Urbano</i>	8
2.3. <i>Valoración Energética</i>	9
2.4. <i>Gases de efecto Invernadero(GEI)</i>	9
2.5. <i>Composición</i>	10
2.6. <i>Densidad</i>	11
2.7. <i>Caracterización</i>	12
2.8. <i>Muestreo</i>	12
2.9. <i>Análisis</i>	12
2.10. <i>Muestra</i>	13
2.11. <i>Tasar</i>	13
2.12. <i>Aforar</i>	13
III. CAPITULO	13
3. DISEÑO METODOLÓGICO	13
3.1. <i>Cálculo de tamaño de muestra</i>	13
3.2. <i>Protocolo de muestreo</i>	14
3.2.1. Antecedentes.....	14
3.2.1.1. Requisitos para la personas involucradas proyecto.....	15
3.2.2. Procedimiento para determinar Composición:.....	17
3.2.3. Transporte y preservación de la muestra.....	23
3.3. <i>Procedimiento para determinar densidad</i>	23
3.4. <i>Tratamiento estadístico datos</i>	25
IV. CAPITULO	26
4. DATOS	26
4.1. <i>Composición Residuos Sólidos Urbanos DMQ (13 febrero-08 julio)2012</i>	26
4.2. <i>Densidad residuos sólidos urbanos del DMQ (29 marzo-08 julio)2012</i>	30
V. CAPITULO	33
5. CALCULOS	33
5.1. <i>Composición Promedio del muestreo de los Residuos Sólidos Urbanos DMQ</i>	33
5.2. <i>Desviación Estándar de la composición de los Residuos Sólidos Urbanos DMQ</i>	35
5.3. <i>Densidad Promedio de los Residuos Sólidos Urbanos DMQ</i>	38
5.4. <i>Desviación Estándar de la composición de los Residuos Sólidos Urbanos DMQ</i>	40
6. RESULTADOS	43
6.1. <i>Composición Promedio del muestreo de los Residuos Sólidos Urbanos DMQ</i>	43
6.2. <i>Desviación Estándar de la composición de los Residuos Sólidos Urbanos DMQ</i>	43
6.3. <i>Densidad Promediode los Residuos Sólidos Urbanos DMQ</i>	44
6.4. <i>Desviación Estándar de la densidad de los Residuos Sólidos Urbanos DMQ</i>	44
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	45
7.1. <i>Composición Promedio de los Residuos Sólidos Urbanos DMQ</i>	45
7.2. <i>Desviación Estándar de la composición de los Residuos Sólidos Urbanos DMQ</i>	45
7.3. <i>Comparación Composición RSU entre las dos estaciones de transferencia</i>	45
7.4. <i>Comparación composición RSU entre los datos obtenidos en el año 2007 y los datos actuales del 2012</i>	46
7.5. <i>Densidad Promediode los Residuos Sólidos Urbanos DMQ</i>	48

7.6.	<i>Desviación Estándar de la densidad de los Residuos Sólidos Urbanos DMQ</i>	49
VI.	CAPÍTULO	49
8.	CONCLUSIONES	49
9.	RECOMENDACIONES	51
10.	CAPÍTULO	52
11.	BIBLIOGRAFIA	52

Índice Tablas

TABLA NO.1.-	COMPOSICIÓN RSU DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO 2002	3
TABLA NO.2.-	HORARIOS DE RECOLECCIÓN DE RSU EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO	4
TABLA NO.3.-	COMPOSICIÓN RSU DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO 2007	6
TABLA NO.4	COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL DMQ (FEBRERO-ABRIL)2012	26
TABLA NO.5	COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL DMQ (ABRIL-JUNIO)2012	27
TABLA NO.6	COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL DMQ (JUNIO)2012	28
TABLA NO.7	COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL DMQ (JUNIO-JULIO) 2012	29
TABLA NO.8	DENSIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL DMQ (MARZO-JUNIO) 2012	30
TABLA NO.9	DENSIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL DMQ (JUNIO) 2012.....	31
TABLA NO.10	DENSIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL DMQ (JUNIO) 2012.....	32
TABLA NO.11.-	COMPOSICIÓN DE RSU DEL MUESTREO REALIZADO DE FEBRERO-JULIO 2012 EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO (KG).....	43
TABLA NO.12.-	COMPOSICIÓN DE RSU DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO (%)	43
TABLA NO.13.-	DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE RSU DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.....	44
TABLA NO.14.-	DENSIDAD PROMEDIO RSU DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO (KG/M3).....	44
TABLA NO.15.-	DENSIDAD PROMEDIO RSU DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO (KG/M3).....	44

RESUMEN

El manejo y disposición de residuos representa uno de los problemas ambientales más grandes a nivel mundial, ya que la población y el consumo incrementan mientras que los espacios para colocar los residuos disminuyen.

El presente trabajo de fin de carrera, es parte del proyecto “VALORACIÓN ENERGÉTICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL DMQ”, pretende proporcionar datos de composición y densidad de los Residuos Sólidos Urbano (RSU) del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ),

El trabajo de fin de carrera se enfoca en la elaboración de un protocolo de muestreo y determinación de densidad. El muestreo se realizó en los dos centros de transferencia existentes en el DMQ, Zámbriza y Santa Rosa, de igual manera el cronograma de muestreo se basó en la frecuencia y horario de recolección que EMASEO desarrolla en el Distrito. A su vez, se presentan los resultados con respecto a la composición y densidad de los RSU obtenidos durante el periodo comprendido desde febrero hasta la primera semana de julio del 2012.

Como resultado de esta investigación, tenemos que la materia orgánica representa más del cincuenta por ciento de residuos sólidos urbanos generados, seguido por el plástico con el quince por ciento y el papel y cartón con el doce por ciento. En referencia a la densidad, la materia orgánica nuevamente representa la categoría con mayor densidad con ciento noventa y nueve kilogramos por metro cúbico, seguida por el vidrio con ciento sesenta y seis kilogramos por metro cúbico, los pañales y toallas higiénicas con ciento cuarenta kilogramos por metro cúbico.

PALABRAS CLAVE

Residuos sólidos urbanos, efecto invernadero, energía, densidad, composición.

ABSTRACT

The management and waste disposal is one of the greatest environmental problems worldwide, as the population and consumption increases while the spaces to place waste decrease.

This investigation is part of the "ENERGY ASSESSMENT OF URBAN SOLID WASTE DMQ" and aims to provide data on composition and density of Urban Solid Waste (MSW) of the Metropolitan District of Quito (DMQ). The investigation focuses on developing a sampling protocol and density determination. Sampling was conducted in the two existing transfer centers in the DMQ, Zámbara and Santa Rosa, just as the sampling schedule was based on the frequency and EMASEO collection schedule that develops in the District. In turn, we present the results with respect to the composition and density of MSW obtained during the period from February to the first week of July 2012.

As a result of this investigation we have organic matter represents more than fifty percent of solid waste generated, followed by plastic with fifteen percent and paper and cardboard with twelve percent. In reference to the organic matter density again represents the category with the highest density with one hundred ninety-nine kilograms per cubic meter, followed by glass hundred and sixty six kilograms per cubic meter diapers and sanitary napkins with one hundred forty kilograms per cubic meter.

KEY WORDS

Urban solid waste, earth warm change, energy, density, composition,

I. CAPITULO

1. INTRODUCCIÓN

La basura se ha convertido en un componente emblemático de preocupación ambiental a nivel mundial, es esencialmente un balance físico de una compleja cadena de preferencias y decisiones tomadas por las personas al momento de disfrutar de los bienes materiales.

Los factores que influyen en la generación y composición de residuos sólidos urbanos según Quadri et al (2003):

- Niveles de ingreso y preferencias de consumo
- Patrones de consumo
- Población y crecimiento demográfico
- Niveles de Organización

Se consideran estos factores debido a estudios realizados en México, en los cuales las zonas urbanas con mayor ingreso económico per cápita, son las mayores productoras de residuos, de igual manera, a través de los años, la composición de los mismos ha cambiado debido al estilo de vida, “hace 50 años en México apenas el 5% eran residuos no biodegradables y en la actualidad el 41% corresponden a esta característica” (Quadri et al, 2003).

El manejo de residuos sólidos comprende varias etapas, la principal es la recolección, “algunas ocasiones llega a representar hasta el 80% de los gastos totales que un municipio destina para resolver el problema” (Quadri et al, 2003).

Una vez recolectados los residuos y separados, éstos pueden ser asignados a diversos procesos de transformación (mecánicos, biológicos, físicos, químicos, fisicoquímicos o térmicos) que incluyen al reciclaje, al aprovechamiento energético, la elaboración de compost, la recuperación de biogás, la incineración, la formulación de combustibles alternos y el relleno sanitario.

Para poder gestionar los residuos de la mejor manera, se debe conocer cuáles son sus características fisicoquímicas y cuál es su composición.

En residuos sólidos, la caracterización responde a la determinación de las principales cualidades y características de la basura, se basa en calcular los porcentajes de cada componente de los RSU para determinar cantidades y realizar proyecciones a través del tiempo, tomando en cuenta variables como crecimiento poblacional.

La caracterización es de gran ayuda para establecer un correcto sistema de gestión de residuos sólidos, se considera como “gestión de los residuos sólidos urbanos al conjunto de operaciones que se realizan con ellos, desde que son generados hasta la última fase de su tratamiento” (Atlas Ambiental DMQ, 2008).

La descomposición de residuos genera gases conocidos como Gases de Efecto Invernadero (vapor de agua, dióxido de carbono, metano), “Un gas de efecto invernadero es aquel que atrapa la radiación infrarroja (calor) en la atmósfera, lo cual deriva en el calentamiento del planeta” (Berra and Finster, 2006)

El Tercer Reporte del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático IPCC ha determinado la influencia de las actividades humanas, en el calentamiento global, asentando las siguientes premisas:

1. El calentamiento global es un hecho documentado científicamente.
2. La causa se ubica, en gran parte, en actividades antropogénicas, especialmente en los últimos 50 años.
3. El metano, gas de efecto invernadero, se produce en los sitios de disposición de residuos sólidos municipales, trátase de un relleno sanitario o un botadero a cielo abierto.

El inadecuado manejo que se ha dado a los residuos al arrojarlos a botaderos a cielo abierto o rellenos sanitarios sin control, no ha permitido que estos gases sean aprovechados para fines de producción energética, sino que se ha logrado que los mismos se acumulen en la atmósfera agravando el problema del calentamiento global.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, llevada a cabo en Río de Janeiro en 1992, estableció 21 metas que los países deberían cumplir en materia de gestión y manejo de residuos sólidos urbanos, para lo cual como meta final se establece que en “*el año 2025, todos los países deberán alcanzar una cobertura de tratamiento y disposición final para el 100% de sus residuos*” (Agenda 21, 1992)

En los últimos años se han llevado a cabo diversos estudios sobre la composición de los residuos sólidos urbanos en varias ciudades de países latinoamericanos como México, Guatemala, Costa Rica, Chile, Argentina, Colombia, Ecuador.

En el caso de México, país que ha desarrollado diversas investigaciones en varias de sus ciudades, se ha logrado concluir que en las últimas cuatro décadas, la generación de residuos se ha incrementado nueve veces, “*el incremento poblacional y la adopción de un estilo de vida semejante al modelo de las sociedades industriales ha contribuido al aumento en la generación de residuos*” (Aguilar et al ,2009).

Los resultados de los estudios realizados demostraron un aumento de generación de RSU, así como cambios en la composición de los mismos, es decir, de ser mayoritariamente orgánicos y fácilmente integrables en los ciclos de la naturaleza, pasaron a ser abundantes, con elementos cuya descomposición es lenta y requiere de procesos complementarios para efectuarse, alterando a su vez la temperatura del planeta debido a la producción de gases de efecto invernadero que estos producen.

En la ciudad de Quito en el año 2002, Termopichincha, realizó un estudio de composición física de los residuos sólidos urbanos detallada a continuación:

Tabla No.1.- Composición RSU Distrito Metropolitano de Quito 2002

TIPO DE RESIDUO	COMPOSICIÓN EN PORCENTAJE	HUMEDAD EN PORCENTAJE
Orgánico	55.5	69
Papel/Carton	14.4	48.1
Plásticos	14.7	31.5
Madera	1.1	28
Cuero/Caucho	0.7	14.3
Pañales	3	38.05
Telas/Cuero	2.2	36.1
Otros	1.1	36.1
Inertes	7.3	5.7

Fuente: Termopichincha, 2002

La misma que sirve de base a EMASEO y es actualizada en el año 2007.

La Empresa Pública Metropolitana de Aseo, EMASEO, es la “*entidad municipal del DMQ, que brinda el servicio de recolección de residuos domiciliarios; además el servicio de barrido de las vías principales, baldeo de plazas emblemáticas, recuperación de puntos críticos y limpieza de espacios públicos, en las 32 parroquias del área urbana y en las 33 parroquias rurales que conforman el DMQ*” (EMASEO, 2010).

El sistema de recolección que se aplica en el DMQ para los residuos sólidos domiciliarios de denomina “A pie de acera”. EMASEO, considera, identifica y analiza las siguientes variables para la recolección:

- Tipo de residuo
- Cantidad generada y recolectada
- Área y cobertura
- Características topográfica del área prevista para el servicio
- Zonificación urbana
- Características climatológicas del área prevista para el servicio.

La recolección de residuos sólidos urbanos se realiza mediante vehículos recolectores de carga delantera y trasera, volquetas o camiones adaptados para el efecto.

Las frecuencias y horarios de recolección en el DMQ, son las siguientes:

Tabla No.2.- Horarios de Recolección de RSU en el Distrito Metropolitano de Quito

SECTOR	HORARIO	FRECUENCIA
Centro-Norte	07h00-14h00 // 19h00-02h00	lunes, miércoles, viernes
Occidente-Norte	07h00-14h00 // 19h00-02h00	lunes, miércoles, viernes
Oriente-Norte	07h00-14h00 // 19h00-02h00	martes, jueves y sábado
Parroquias rurales	07h00-14h00	interdiaria o una vez por semana
Centro Historico y la Mariscal	07h00-14h00 // 19h00-02h00	diaria
Occidente-Sur	07h00-14h00 // 19h00-02h00	lunes, miércoles, viernes
Oriente-Sur	07h00-14h00 // 19h00-02h00	martes, jueves y sábado

Fuente: EMASEO, 2007

Los residuos provenientes de la recolección son llevados a las estaciones de transferencia Zámbriza (ET2) ubicada en el norte de la ciudad y Santa Rosa (ET1) ubicada en el sur de la ciudad y desde allí son transportadas al relleno sanitario El Inga 2 para su disposición final. Los residuos receptados en las estaciones de transferencia son transportados diariamente mediante bañeras de 25 a 30 toneladas de capacidad hacia el relleno sanitario. Las estaciones funcionan las 24 horas del día.

En la actualidad los residuos son dispuestos en el relleno sanitario INGA 2 ubicado en la vía Pifo-Pintag, en cual los residuos son depositados y cubiertos con una capa de tierra compactada.

Los residuos que son receptados en el relleno sanitario son:

- Domiciliarios
- Comerciales
- Institucionales no peligrosos

Los residuos hospitalarios infecciosos reciben otra gestión desde su recolección hasta su tratamiento.

En un inicio, los muestreos estaban planeados a llevarse a cabo en el relleno sanitario de EL INGA, sin embargo, por situaciones administrativas ajenas al proyecto, no se pudo obtener los respectivos permisos por parte de las autoridades a cargo de dicho relleno.

La toma de muestras se la realizó en las estaciones de transferencia del DMQ:

1. Estación de transferencia (ET2) ZÁMBIZA: ubicada al norte, en la Av. De las Palmeras, continuación de la Av. El Inca, en el sector de la entrada a Zámbriza, sector de Porotohuayco.

Imagen No.1 Centro de Transferencia ET2 ZÁMBIZA



Fuente: Google Earth (2008)

2. Estación de transferencia (ET1) SANTA ROSA: ubicada al sur, en la Av. Simón Bolívar, en el sector de Santa Rosa

Imagen No.2 Centro de Transferencia ETISANTA ROSA



Fuente: Google Earth (2008)

En el año 2007, EMASEO realizó un Diagnóstico de Residuos Sólidos Urbanos en el DMQ, con el fin de conocer el comportamiento actual de la generación de los residuos en la ciudad. En la tabla inferior se muestran los datos consolidados de generación de residuos sólidos encontrados en el proceso de caracterización en todo el DMQ para el año 2007.

Tabla No.3.- Composición RSU Distrito Metropolitano de Quito 2007

TIPO DE RESIDUO	COMPOSICIÓN EN PORCENTAJE
Orgánico	61
Vidrio	3.2
Plástico	13.8
Madera	0.5
Metales	1.2
Papel	8.6
Escombros	0.7
Residuos de baño	8
Textiles	2
Caucho	1

Fuente: EMASEO, 2007

El presente trabajo de fin de carrera forma parte del proyecto “Valoración físico-química de los residuos sólidos urbanos del Distrito Metropolitano de Quito con fines de aprovechamiento energético y reducción de gases de efecto invernadero” el mismo que pertenece a la Universidad Internacional SEK y es liderado por la Ingeniera Katty Coral.

El proyecto está conformado por varios estudios que representan las partes constituyentes de la investigación:

- Determinación de la composición y densidad de los residuos sólidos urbanos del DMQ.
- Cuantificación de porcentaje de humedad y cenizas de los residuos sólidos urbanos del DMQ.
- Análisis de los residuos sólidos urbanos del DMQ para la cuantificación de carbono y metano como gas de efecto invernadero.
- Diseño e implementación del proyecto de educación ambiental para el aprovechamiento energético de RSU en el DMQ.

Como se analizó con anterioridad, las necesidades de la población cambian con el tiempo, lo cual incrementa la generación de residuos y varía su composición, por ello es necesario realizar una investigación que nos permita conocer y publicar datos oficiales sobre la composición y la densidad de los residuos sólidos urbanos del DMQ.

En el centro de transferencia Zámbriza existe separación de RSU, ya que los minadores separan el plástico y cartón, pero en el caso de la estación de transferencia Santa Rosa no existe esta separación, todos los residuos son enviados al relleno sanitario.

Los resultados que arrojará este trabajo de fin de carrera, serán los datos base del proyecto “VALORACIÓN ENERGÉTICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL DMQ”. De igual manera, se desarrolla un protocolo de muestreo y metodología de análisis de RSU para determinar densidad en concordancia con las características de la recolección y el manejo de los residuos sólidos urbanos actual en el Distrito Metropolitano de Quito.

Actualmente no existen datos oficiales sobre la composición y sobre la densidad de los Residuos Sólidos Urbanos del Distrito Metropolitano de Quito.

Mediante la presente investigación se quiere determinar la composición y densidad de los residuos sólidos urbanos del DMQ con fines de aprovechamiento energético y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. A la par se requiere cumplir con los siguientes objetivos relacionados con el tema:

1. Desarrollar un protocolo de muestreo de RSU en las estaciones de transferencia.

2. Desarrollar la metodología de análisis de RSU para determinar densidad total y de cada uno de los componentes.

II. CAPITULO

2. MARCO TEÓRICO

A continuación se detallan los conceptos básicos de los temas a tratar en el presente trabajo de fin de carrera.

2.1. Residuo Sólido

“Un residuo sólido es cualquier material sobrante de los procesos de consumo, utilización y producción, cuyas características no permiten que se lo utilice nuevamente porque ha perdido valor para quien lo genero” (Atlas Ambiental DMQ, 2008). Esto es subjetivo y depende del punto de vista de los actores involucrados, ya que lo que para un grupo de personas es un residuo, para otros no lo es convirtiéndose en prima para elaborar otro material.

2.2. Residuo Sólido Urbano

RSU son las siglas de residuos sólidos urbanos, es decir, los residuos provenientes de nuestros hogares, industrias e instituciones. De los mismos se excluyen los residuos peligrosos que se encuentran dentro de la clasificación CRETIB.

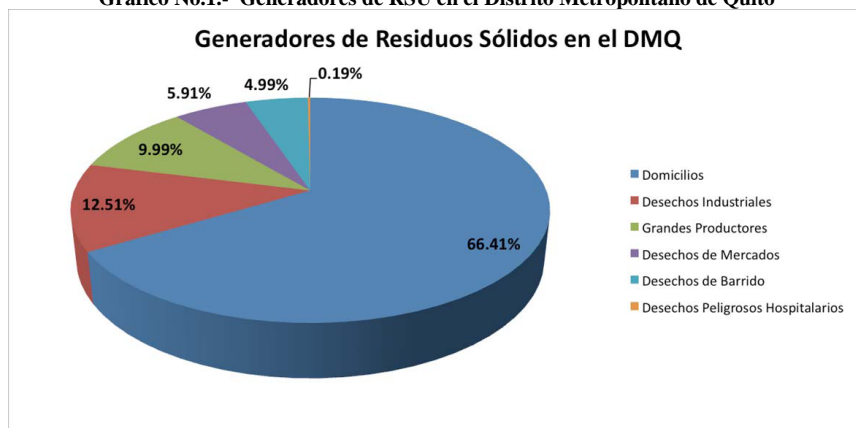
“Residuo Sólido Urbano (RSU) es todo material que sea desechado por la población, pudiendo ser este de origen comercial, industrial, desechos de la vía pública y los resultantes de la construcción y que no sea considerado como peligroso” (Berent et al, 2005).

RSU, son los residuos no peligrosos generados en viviendas, edificios de apartamentos, establecimientos comerciales de negocios e instituciones: actividades de construcción y demolición, servicios municipales y lugares de plantas de tratamiento” (Fraume et al, 2006)

Según información publicada en la página de la Secretaria de Ambiente del Distrito Metropolitano, en febrero del 2012, Quito genera aproximadamente 1600 toneladas de RSU diarias, las cuales van al relleno sanitario El INGA2 .

Los generadores de los residuos sólidos urbanos del DMQ son los siguientes:

Gráfico No.1.- Generadores de RSU en el Distrito Metropolitano de Quito



Fuente: EMASEO, 2008.

Muchos de los residuos generados no han terminado aún su ciclo de vida útil y pueden ser empleados con otros fines como la producción de energía, reciclaje, compostaje, entre otros.

Con el fin de identificar los posibles usos de estos residuos es importante conocer, entre otros, su composición y densidad.

2.3. Valoración Energética

La valoración energética de los residuos es “ *todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente*” (Muerza, 2007). Se trata de recuperar la energía almacenada en los residuos, mediante tratamientos que reducen su volumen y generan energía, la misma que es equiparable, en muchas ocasiones, a los combustibles actualmente conocidos.

Existen numerosas tecnologías para la valorización energética de los residuos sólidos: “*incineración con recuperación de energía, co-incineración en procesos industriales a altas temperaturas, biometanización, desgasificación de vertederos, procesos basados en la generación de plasma, incineración catalítica, gasificación, pirólisis, termólisis incineración electroquímica*”(Guía sobre gestión energética, 2006), digestión anaerobia, compostaje, nitrificación, entre otros. De esta manera se emplean los residuos como materia prima con un valor aprovechable para generar energía.

2.4. Gases de efecto Invernadero(GEI)

Se denominan gases de efecto invernadero a los gases cuya presencia en la atmósfera contribuyen al efecto invernadero, el mismo consiste en retener parte de la energía que la superficie planetaria emite por haber sido calentada por la radiación solar.

La presencia de gases de efecto invernadero no es realmente un problema en la atmósfera, puesto que estos son imprescindibles para mantener la temperatura de la Tierra, el problema nace con la actividad humana que incrementa la cantidad de estos gases, generando un desequilibrio en la atmósfera.

Según Muerza (2009), los principales gases que producen el efecto invernadero son:

- *Dióxido de Carbono*
- *Vapor de agua*
- *Metano*
- *Ozono*
- *Clorofluorocarbonados.*

El consumo masivo de combustibles fósiles, la deforestación, la agricultura, los RSU en vertederos, la quema de RSU, incrementan la presencia de estos gases en la atmósfera, lo cual aumenta la cantidad de energía retenida dentro del planeta, provocando incrementos de temperatura.

2.5. Composición

Dentro de los RSU, se pueden encontrar un sinfín de materiales que deben conocerse a profundidad para gestionarlos correctamente. El desarrollo de la tecnología ha permitido que el ser humano transforme materias primas obtenidas en la naturaleza en nuevos productos con diferentes características a las iniciales.

Los residuos sólidos pueden clasificarse de varias formas, por la actividad que lo originó, por las características asociadas a su manejo, por su composición, entre otras.

“La composición de los residuos urbanos depende principalmente de factores, tales como, nivel de vida de la población, actividad de la población, etc.” (Moreno, 2008).

Dentro del término residuos sólidos urbanos, pueden englobarse materiales de diversa naturaleza, entre los más comunes se encuentran:

- **Materia orgánica:** restos de comida, de jardinería, papel higiénico, servilletas, papel de cocina. Estos últimos se los incluye dentro de materia orgánica puesto que *“son degradables junto a los demás de la categoría mediante proceso de compostaje”* (Röben, 2001).
- **Papel y Cartón:** periódicos papel en general, cajas, envases.

- Vidrio: envases de alimentos, botellas.
- Plásticos: bajo este nombre se agrupan diferentes polímeros de alta y baja densidad, algunos ejemplos son: botellas y envases para líquidos, embalajes, tarrinas.

“Los polímeros se producen por la unión de cientos de miles de moléculas pequeñas denominadas monómeros que forman enormes cadenas de las formas más diversas. Algunas parecen fideos, otras tienen ramificaciones, algunas más se asemejan a las escaleras de mano y otras son como redes tridimensionales”(Textos Científico,2005). Los polímeros de alta densidad se caracterizan por presentar cadenas rectas, un ejemplo de este son los envases para detergentes, tubos pvc, envases de aceite para autos, etc.

Los polímeros de baja densidad están formados por cadenas ramificadas de monómeros, algunos ejemplos de estos polímeros son: fundas plásticas, bolsas para sueros, envases y pomos para cosméticos.

- Metal: latas, utensilios, restos de herramientas, etc.
- Textil: gorras, sacos, camisetas, pantalones, medias, etc.
- Tetabrik: envases de jugos, leche, etc.
- Pañales y toallas sanitarias.
- Vajilla desechable.
- Otros: madera, cerámica, caucho, aparatos electrónicos, etc.

2.6. Densidad

La densidad es la relación entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa. Se mide en kg/m^3 . La densidad de los residuos sólidos urbanos es un valor fundamental para dimensionar las alternativas de gestión de los mismos. Este valor soporta grandes variaciones según el grado de compactación a la cual están sometidos los residuos.

La disminución del volumen que los residuos ocupan, tiene lugar en todas las fases de gestión de los residuos, mientras menor sea el espacio que ocupa es más fácil transportarlo y disponerlo.

La densidad de los residuos también depende de la constitución de los residuos y de su humedad.

Según Lijteroff (2007), se deben distinguir valores en distintas etapas del manejo de residuos:

- *“Densidad Suelta: generalmente se asocia con la densidad de origen.*

- *Densidad de transporte: depende si el camión es compactador o no.*
- *Densidad residuo dispuesto en relleno: se debe distinguir entre la densidad recién dispuesta la basura y densidad después de asentado y estabilizado del sitio”.*

2.7. Caracterización

Consiste en clasificar los residuos sólidos urbanos de acuerdo a la categoría en la que se encuentre por su composición.

“Los estudios de caracterización son útiles para obtener información confiable sobre la cantidad y composición de los residuos. Algunos métodos de caracterización evalúan los residuos en la disposición final, ya mezclados y compactados; otros se aplican tanto en la fuente de generación como también en las plantas clasificadoras” (Escudero, 2009).

2.8. Muestreo

“El muestreo es una herramienta de la investigación científica, por medio de la cual se estudia una parte de la población llamada muestra, con el objetivo de inferir co respecto a toda la población” (Hervás, 2005).

Algunas de las ventajas del muestreo son las siguientes:

- Se lo realiza cuando los recursos son limitados , es decir, cuando los recursos humanos, materiales o económicos no pueden abarcar la totalidad de la población
- El volumen de trabajo es más reducido
- Mayor rapidez en obtener los resultados

La desventaja de realizar muestreo es el error del muestreo o resultado de la variabilidad intrínseca que tienen los elementos de toda la población.

2.9. Análisis

“Un análisis es un efecto que comprende diversos tipos de acciones con distintas características y en diferentes ámbitos, pero en suma es todo acto que se realiza con el propósito de estudiar, ponderar, valorar y concluir respecto de un objeto, persona o condición”(Definición ABC, 2012).

2.10. Muestra

“La muestra es el grupo de individuos que realmente se estudiará, es un subconjunto de la población, para que esta sea representativa, se han de definir muy bien los criterios de inclusión y exclusión y sobre todo, se han de utilizar las técnicas de muestreo apropiadas” (Gallego et al, 2006)

Cuando decimos que una muestra es representativa, indicamos que reúne aproximadamente las características de la población que son importantes para la investigación.

2.11. Tarar

Señalar el peso que corresponde a un envase o recipiente previo su empleo en laboratorio.

“Para pesar una sustancia en laboratorio se coloca primero el recipiente limpio en la balanza, la masa del recipiente vacío se llama tara. En la mayoría de las balanzas hay un botón para ajustar la tara a 0” (Harris, 2007).

2.12. Aforar

“Calcular, medir o valorar la capacidad que tiene un recipiente” (Fraume, 2007).

III. CAPITULO

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Cálculo de tamaño de muestra

“En una investigación como la presente es necesario desarrollar un protocolo de análisis por muestreo, es decir, definir el número de muestras a tomar para su caracterización. Si el número de muestras es muy pequeño, los resultados son de poca confiabilidad, si es muy amplio, la operatividad de la investigación puede ponerse en riesgo. Por lo tanto, es necesario fijar un número mínimo de muestras que permita que los resultados a obtener reflejen con un reducido porcentaje de error, las condiciones prevalecientes en el universo poblacional.” (Coral, 2011).

De acuerdo a la HDT 17: Método Sencillo del análisis de residuos sólido de la CEPIS, diseñando por el Dr. Kinotoshi Sakurai en el año 2000, se necesita tomar aleatoriamente un número determinado de muestras, para esto se aplicará una confiabilidad del 95% y un error

permisible de +/- 5% de la variable analizada, (parámetro físico o químico). El número necesario de muestras (n) se basará en la siguiente ecuación:

Ecuación No.1.- Cálculo de número de muestras

$$n = \frac{z^2 pqN}{z^2 pq + Nze^2}$$

Fuente:Murray, 1997

Donde:

n= número de muestras a tomar

z=1.96

e= error permisible en la estimación de la variable analizada

N= tamaño de la población

p= probabilidad de que ocurra un suceso

q= probabilidad de que el suceso no ocurra

Seguidamente es necesario desarrollar protocolos de muestreo y preservación de muestras para RSU, tomando en cuenta que la legislación Ecuatoriana no plantea este tipo de procedimientos.

Las muestras serán tomadas en las Estaciones de Transferencia ZAMBIZA (ET2) y SANTA ROSA (ET1), dos semanas al mes (14 días), en base a la metodología planteada por Kinotoshi Sakurai, durante cinco meses (febrero 2012 –primera semana de julio 2012).

3.2. Protocolo de muestreo

3.2.1. Antecedentes

Es necesario desarrollar protocolos de muestreo y preservación de muestras para los RSU, tomando en cuenta que la legislación Ecuatoriana no plantea este tipo de procedimientos. Cabe recalcar que el protocolo a desarrollarse se basa en la experiencia obtenida mediante los muestreos realizados.

Para iniciar con el muestreo se debe presentar a los dos centros de transferencia el cronograma con los horarios y días establecidos para el muestreo.

Los horarios establecidos en el cronograma de acuerdo a lo conversado con personal de los centros de transferencia fueron los siguientes:

DÍAS	HORARIOS		
LUNES -VIERNES	6:30	14:30	11:00
SABADO - DOMINGO	12:00-14:00		

Los horarios arriba detallados fueron establecidos de acuerdo a la frecuencia de recolección de EMASEO en el DMQ.

Los sábados y domingos tienen horarios diferentes de recolección, según lo conversado con las personas encargadas de los centros de transferencia de 12:00 a 14:00 son las horas de llegada de los residuos, por lo tanto se adecuó el horario de muestreo para que coincida con el horario de llegada de camiones

Cabe recalcar que la composición de los residuos que se determinará en el presente trabajo de fin de carrera es la que llega a los centros de transferencia, más no la que llega al relleno sanitario EL INGA2, puesto que los minadores del centro de transferencia separan plástico y cartón en Zámbez.

Los muestreos en Zámbez se realizan previo la clasificación de los minadores, de esta manera las condiciones de muestreo son similares en los dos centros de transferencia.

3.2.1.1. Requisitos para la personas involucradas proyecto

Toda persona que esté involucrada en el proyecto “Valoración físico-química de los residuos sólidos urbanos del Distrito Metropolitano de Quito con fines de aprovechamiento energético y reducción de gases de efecto invernadero”, deberá estar previamente vacunada contra las siguientes enfermedades:

- Tétanos
- Hepatitis AyB
- Tifoidea

3.2.1.2. Equipo de seguridad para muestreo

Debido al riesgo que significa trabajar con residuos sólidos urbanos para las personas que forman parte del proyecto, es obligatorio el uso de equipo de protección personal para disminuir la probabilidad de contraer enfermedades o sufrir accidentes por parte del estudiante que realice el muestreo.

- Casco
- Chaleco reflectivo
- Botas de caucho y punta de acero
- Traje impermeable de caucho lavable
- Guantes de látex
- Guantes irrompibles
- Mascarilla con filtro de carbón activado
- Gafas de seguridad

El equipo antes mencionado debe ser lavable y resistente.

3.2.1.3. Equipo de muestreo

- Dos palas grandes
- Balanza digital de mano
- Funda negra tamaño industrial de basura
- Balde de 20 litros
- Cooler

3.2.1.4. Productos de Limpieza

- Jabón Líquido
- Cepillo de ropa
- Gel desinfectante de manos

Para la presente investigación se determinarán las propiedades físicas de los RSU. La selección del tamaño de muestra utilizará la metodología CEPIS OPS del año 2000, del Dr. Kunitoshi Sakurai, Asesor Regional en Residuos Sólidos del CEPIS.

Las características físicas que se determinarán en los RSU son las siguientes:

- Composición
- Densidad

3.2.1.5. Cálculo de Tamaño de muestra

A continuación se detalla el tamaño de muestra requerido para la presente investigación.

1. Datos

- Confiabilidad : 95%
- Valor de Z ajustado a la confiabilidad: 1.96
- Error permisible:5%
- Probabilidad de que ocurra el suceso: 0.5
- Probabilidad de que no ocurra el suceso: 0.5
- Tamaño de la población: 365

2. Fórmula

$$n = \frac{z^2 pqN}{z^2 pq + Nze^2}$$

3. Cálculo

$$n = \frac{(1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 365}{(1.96^2 \times 0.5 \times 0.5) + (365 \times 1.96 \times (0.05)^2)}$$

4. Resultado

$$n = 186$$

El número de muestras a tomar en un año son 186 por cada estación de transferencia, pero debido al retraso en la llegada de los equipos de muestreo, el mismo inició en febrero del 2012 y disponiéndose al momento 122 datos (61 por cada estación de transferencia), sin embargo la cantidad de muestreos requeridos si serán cubiertos, ya que otro investigador continuará con el trabajo hasta cumplir este requerimiento.

3.2.2. Procedimiento para determinar Composición:

Los datos oficiales publicados de los que dispone actualmente el DMQ son del año 2007, por tal razón, para dar validez a la presente investigación se requiere corroborar la información proporcionada y actualizarla al 2012.

3.2.2.1. Pasos previos al muestreo

1. Previo al primer muestreo y primer análisis, se debe elaborar una bitácora de muestreo y una de análisis, donde se registraran los datos de los dos procedimientos respectivamente.
2. Colocarse el traje impermeable.
3. Colocarse las botas de caucho y punta de acero.
4. Colocarse el casco

5. Colocarse la mascarilla con filtro de carbón activado, los elásticos deben estar entrecruzados.
6. Colocarse las gafas de seguridad industrial.
7. Colocarse los guantes de látex
8. Colocarse los guantes irrompibles.
9. Para el caso del balde empleado para determinar densidad, se debe aforar el balde por única vez previo al primer uso de la siguiente manera:
 - Colocar agua en la bureta de 1 litro y verter en el balde, con un marcador permanente marcar 1L en el balde.
 - Repetir el procedimiento hasta llegar a 20 litros, capacidad máxima del balde.
10. Determinar el peso del balde con la balanza de pie en laboratorio, marcar el valor en el balde.

3.2.2.2. Muestreo

1. Seleccionar el área de trabajo en el centro de transferencia, para lo cual se debe tomar en cuenta que no esté muy lejos de donde están las fundas con residuos y que esté despejado de residuos y no interfiera con el trabajo normal del centro de transferencia. En este lugar se realizarán los cuarteos.

Imagen No.3 Área de trabajo Zámboza

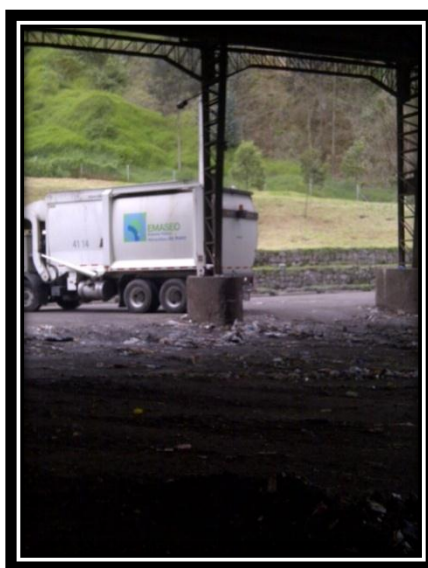


Foto: María José Castillo, 2012

2. Seleccionar al azar varias fundas de RSU en el centro de transferencia y colocarlas en el área de trabajo previamente seleccionado.

Imagen No.4Selección al azar fundas



Foto: María José Castillo, 2012

3. Cada funda debe ser pesada con la balanza de mano, se debe obtener un total de 50 kg de muestra inicial.

Imagen No.5Pesar hasta 50kg

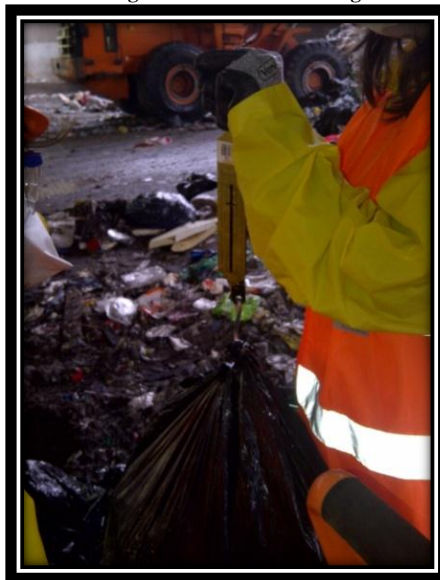


Foto: María José Castillo, 2012

4. Romper con las manos las fundas de la muestra seleccionada y con las palas homogenizar la muestra.

Imagen No.6 Romper fundas y homogenizar



Foto: Daniela Orellana, 2012

5. Dividir la muestra en 4 partes iguales y escoger dos opuestas para formar otra muestra representativa más pequeña (cuarteo).

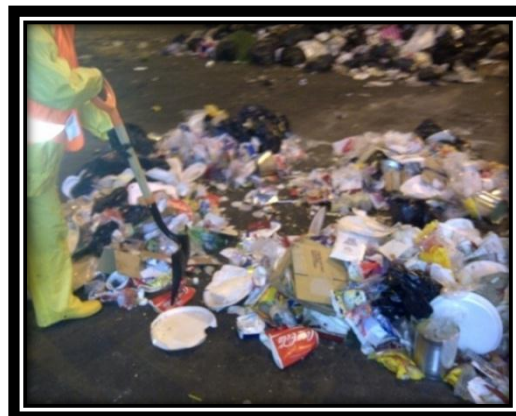
Imagen No.7 Cuarteo



Foto: María José Castillo, 2012

6. Repetir el paso anterior dos veces más, hasta obtener una muestra representativa cuyo peso aproximado sea 5 kg.

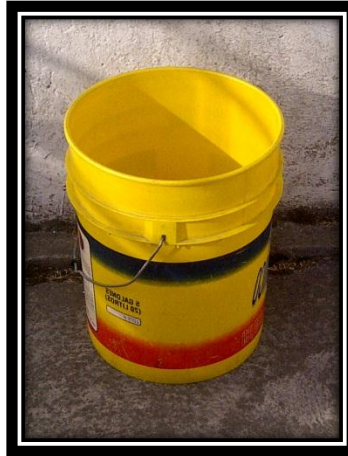
Imagen No.8 Cuarteo



Fuente: María José Castillo, 2012

7. Pesar el balde vacío y guardar este dato.

Imagen No.9Balde 20L



Fuente: María José Castillo, 2012

8. Colocar la mezcla homogénea obtenida en el balde de 20 L hasta aforarlo.
9. Pesar el balde que contiene la muestra homogénea.
10. Registrar el volumen y peso en la bitácora de muestreo (restar del peso total el peso del balde).
11. Dividir el peso obtenido en el paso 8 para 20 L y obteniéndose la densidad de RSU. Anotar el dato obtenido.
12. Clasificar los RSU de la muestra de acuerdo a las siguientes categorías :
 - Papel y Cartón
 - Metales
 - Plástico
 - Vidrio
 - Pañales y toallas higiénicas
 - Vajilla desechable
 - Materia Orgánica
 - Otros (madera, cerámica, cd, etc.).

Imagen No.10 Caracterización RSU



Foto: Daniela Orellana, 2012

13. Colocar en fundas individuales cada residuo clasificado y pesar cada una de las categorías.

Imagen No.11 Fundas por categoría RSU



Foto: Cristian Jaramillo, 2012

14. Colocar el peso de cada categoría en la bitácora de muestreo.

Imagen No.12 Bitácora de muestreo

A photograph of a sampling record book. The book is open to a page with a table. The table has multiple columns and rows, with some data filled in. The header of the table includes the text 'UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK' and 'PROTOCOLO DE DATOS PRIMARIOS VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE RSU'. A hand is visible at the bottom right, holding a pen and writing in the table.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK													
PROTOCOLO DE DATOS PRIMARIOS VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE RSU													
ORDEN	FECHA	TIPO DE RESIDUO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (kg)	UNIDAD	VALOR ENERGÉTICO (kJ/kg)	VALOR ENERGÉTICO (kJ/m ³)	VALOR ENERGÉTICO (kJ/m ²)	VALOR ENERGÉTICO (kJ/m ³)	VALOR ENERGÉTICO (kJ/m ²)	VALOR ENERGÉTICO (kJ/m ³)	VALOR ENERGÉTICO (kJ/m ²)	VALOR ENERGÉTICO (kJ/m ³)
1	20/04/12	Residuo orgánico	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2	20/04/12	Residuo inorgánico	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3	20/04/12	Residuo plástico	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
4	20/04/12	Residuo metálico	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
5	20/04/12	Residuo textil	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
6	20/04/12	Residuo electrónico	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
7	20/04/12	Residuo de construcción	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
8	20/04/12	Residuo de vidrio	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
9	20/04/12	Residuo de papel	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
10	20/04/12	Residuo de cartón	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
11	20/04/12	Residuo de caucho	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
12	20/04/12	Residuo de plástico duro	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
13	20/04/12	Residuo de plástico blando	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
14	20/04/12	Residuo de aluminio	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
15	20/04/12	Residuo de acero	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
16	20/04/12	Residuo de cobre	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
17	20/04/12	Residuo de zinc	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
18	20/04/12	Residuo de plomo	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
19	20/04/12	Residuo de níquel	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
20	20/04/12	Residuo de cadmio	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
21	20/04/12	Residuo de mercurio	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
22	20/04/12	Residuo de cromo	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
23	20/04/12	Residuo de manganeso	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
24	20/04/12	Residuo de cobalto	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
25	20/04/12	Residuo de plata	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
26	20/04/12	Residuo de oro	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
27	20/04/12	Residuo de titanio	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
28	20/04/12	Residuo de sodio	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
29	20/04/12	Residuo de calcio	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
30	20/04/12	Residuo de magnesio	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
31	20/04/12	Residuo de aluminio	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
32	20/04/12	Residuo de hierro	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
33	20/04/12	Residuo de níquel	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
34	20/04/12	Residuo de cobalto	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
35	20/04/12	Residuo de plata	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
36	20/04/12	Residuo de oro	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
37	20/04/12	Residuo de titanio	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
38	20/04/12	Residuo de sodio	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
39	20/04/12	Residuo de calcio	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
40	20/04/12	Residuo de magnesio	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
41	20/04/12	Residuo de aluminio	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
42	20/04/12	Residuo de hierro	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
43	20/04/12	Residuo de níquel	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
44	20/04/12	Residuo de cobalto	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
45	20/04/12	Residuo de plata	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
46	20/04/12	Residuo de oro	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
47	20/04/12	Residuo de titanio	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
48	20/04/12	Residuo de sodio	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
49	20/04/12	Residuo de calcio	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
50	20/04/12	Residuo de magnesio	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Foto: María José Castillo, 2012

15. Colocar todas las fundas dentro de la funda negra de basura.

16. Etiquetar la funda negra que contiene la muestra con los siguientes datos:

- Lugar de muestreo
- Responsable de muestreo
- Fecha y hora de muestreo

Imagen No.13Membrete funda negra



Foto: María José Castillo, 2012

Al culminar el muestreo, se debe proceder al lavado y limpieza del traje y del equipo de muestreo y desinfección de las manos.

3.2.3. Transporte y preservación de la muestra

1. Una vez realizado el muestreo, se debe transportar inmediatamente la muestra para ser analizada en el laboratorio de investigación de la Universidad Internacional SEK.
2. Cuando la muestra llegue a laboratorio la misma será colocada en la congeladora a 10°C.
3. Analizar diariamente las muestras para que sus propiedades no se vean alteradas y evitar la contaminación del laboratorio por la presencia de vectores.

3.3. Procedimiento para determinar densidad

La densidad es el peso de los residuos por unidad de volumen. En este caso, se debe especificar las condiciones en que se ha determinado, en laboratorio no se comprime ni tritura los residuos, se analiza los residuos manteniendo su forma original. Los residuos pueden ser comprimidos por los carros recolectores, con lo cual, la densidad varía debido a las diversas manipulaciones que tienen lugar en su producción, transporte y eliminación. La densidad difiere en función de las características de las zonas de producción, de la estación del año, del tipo de contenedores, entre otras.

La densidad se determinará de la siguiente manera:

1. Tarar un vaso de precipitación de 1L.
2. Colocar cada residuo obtenido en el muestreo, en el vaso de precipitación.

Imagen No.14 Peso en vaso precipitación

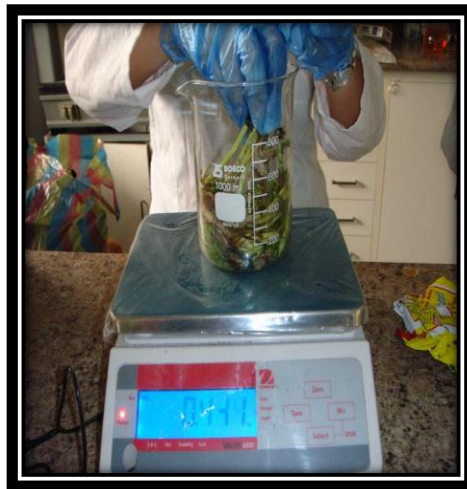


Foto: Daniela Orellana, 2012

3. Determinar la masa y el volumen que ocupa el mismo, para lo cual se emplea la balanza de pie en la cual se coloca el vaso de precipitación con el residuo obtenido en el muestreo.
4. Colocar los datos obtenidos en la bitácora de laboratorio.
5. Calcular la densidad de cada residuo mediante la siguiente fórmula :

Ecuación No.3.- Cálculo de Densidad

$$D(\text{kg/m}^3) = \frac{\text{pesoKg}}{\text{volumen del basura en el vaso de precipitación en m}^3}$$

Fuente: Sakurai, 2000

3.4. Tratamiento estadístico datos

Se procede a calcular la media aritmética mediante el empleo de los datos obtenidos de composición y densidad, con la siguiente fórmula:

Ecuación No.4.- Cálculo de media aritmética

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Fuente: Murray, 1997

Donde:

x = valor promedio

n = número total de muestras

La media aritmética nos permite conocer el promedio de los datos obtenidos. Posterior al cálculo de la media aritmética se procede a calcular la desviación estándar, mediante la cual podemos conocer cuan dispersos se encuentran los datos en referencia a la media aritmética o promedio.

La fórmula de la desviación estándar es la siguiente:

Ecuación No.3.- Cálculo de media aritmética

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x)^2}{n}}$$

Fuente: Murray, 1997

Donde:

S = desviación estándar

X = valor categoría

\bar{X} = valor promedio

n = cantidad de muestras

IV. CAPITULO

4. DATOS

4.1. Composición Residuos Sólidos Urbanos DMQ (13 febrero-08 julio)2012

Tabla No.4 Composición de Residuos Sólidos Urbanos del DMQ (Febrero-Abril)2012

No. Muestreo	ESTACIÓN	FECHA	PESO TOTAL (kg)	PESO CUARTEO (kg)	PAPEL Y CARTÓN (kg)	TETRABRICK (kg)	VIDRIO (kg)	METALES (kg)	TEXTILES (kg)	PLÁSTICO (kg)	M.O. (kg)	PAÑALES y TOALLAS HIGIÉNICAS (kg)	VAJILLA DESECHABLE (kg)	OIROS (kg)
1.00	ZB	13-feb-12	35.00	8.00	1.00	0.00	0.50	0.50	1.00	2.00	2.00	0.00	0.00	1.00
2.00	SR	14-feb-12	40.00	6.50	0.50	0.00	0.00	1.00	1.50	1.50	2.00	0.00	0.00	0.00
3.00	ZB	15-feb-12	55.00	5.00	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50	1.50	0.00	0.00	1.50
4.00	SR	16-feb-12	51.00	6.00	0.80	0.00	0.20	0.40	0.60	1.80	2.30	0.00	0.00	0.00
5.00	ZB	17-feb-12	50.00	4.00	1.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.25	2.00	0.00	0.00	0.50
6.00	SR	18-feb-12	50.00	6.00	0.30	0.00	0.75	0.30	0.00	0.80	2.70	0.00	0.00	1.30
7.00	ZB	19-feb-12	48.00	7.00	0.60	0.00	0.20	0.30	1.00	1.20	4.10	0.00	0.00	0.00
8.00	SR	20-feb-12	50.00	3.00	1.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.80	0.65	0.00	0.00	0.25
9.00	ZB	21-feb-12	50.00	5.00	0.30	0.00	0.00	0.30	0.00	0.70	2.70	0.00	0.00	0.25
10.00	SR	22-feb-12	50.00	7.00	0.90	0.00	0.20	0.30	0.50	0.60	3.50	1.00	0.00	0.10
11.00	ZB	23-feb-12	58.00	6.50	0.20	0.00	0.40	0.15	0.00	0.90	4.20	0.40	0.20	0.00
12.00	SR	24-feb-12	53.00	6.60	1.10	0.00	0.20	0.30	0.00	0.20	3.70	0.60	0.20	1.00
13.00	ZB	25-feb-12	47.00	6.80	0.90	0.00	0.30	0.40	1.10	1.60	3.00	0.20	0.20	0.00
14.00	SR	26-feb-12	53.00	5.00	0.50	0.00	0.00	0.04	0.54	0.71	4.70	0.03	0.20	0.03
15.00	ZB	12-mar-12	51.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00
16.00	SR	13-mar-12	47.00	6.60	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	5.00	0.00	0.00	0.00
17.00	ZB	14-mar-12	50.00	9.00	0.50	0.00	0.00	0.60	0.50	0.70	6.40	0.00	0.00	0.00
18.00	ZB	16-mar-12	49.00	8.00	0.30	0.00	0.30	0.40	1.20	0.50	5.00	0.30	0.00	0.00
19.00	SR	17-mar-12	50.00	5.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	3.00	0.00	0.00	0.00
20.00	ZB	18-mar-12	50.00	6.50	0.82	0.00	0.00	0.20	0.00	0.86	4.10	0.00	0.11	0.00
21.00	SR	26-mar-12	47.00	6.40	0.90	0.00	0.00	0.00	0.50	0.47	4.40	0.05	0.27	0.00
22.00	ZB	27-mar-12	40.00	6.30	0.25	0.00	0.55	0.07	0.10	1.09	3.96	0.13	0.04	0.00
23.00	ZB	29-mar-12	50.00	9.20	0.26	0.00	0.00	0.20	0.68	1.24	6.54	0.00	0.00	0.26
24.00	SR	30-mar-12	50.00	5.18	0.20	0.00	0.16	0.00	1.00	0.56	2.92	0.08	0.14	0.00
25.00	ZB	31-mar-12	50.00	4.94	0.21	0.13	0.13	0.27	0.07	0.75	3.25	0.13	0.00	0.00
26.00	SR	1-abr-12	50	4.47	0.18	0.50	0.08	0.61	0.00	0.60	2.50	0.00	0.00	0.00
27.00	ZB	9-abr-12	50.00	0.00		0.00	0.00	0.00					0.00	0.00
28.00	SR	10-abr-12	51.00	5.50	1.00	0.10	1.00	0.20	0.00	0.20	3.00	0.00	0.00	0.00
29.00	ZB	11-abr-12	50.00	5.15	0.75	0.00	0.00	0.00	0.08	0.82	3.37	0.11	0.01	0.00

Elaborado por: María José Castillo, 2012

Tabla No.5 Composición de Residuos Sólidos Urbanos del DMQ (Abril-Junio)2012

No. Muestreo	ESTACIÓN	FECHA	PESO TOTAL (kg)	PESO CUARTEO (kg)	PAPEL Y CARTÓN (kg)	TETRABRICK (kg)	VIDRIO (kg)	METALES (kg)	TEXTILES (kg)	PLÁSTICO (kg)	M.O. (kg)	PAÑALES y TOALLAS HIGIÉNICAS (kg)	VAJILLA DESECHABLE (kg)	OTROS (kg)
30.00	SR	12-abr-12	50.00	5.71	0.55	0.00	0.00	0.02	0.11	0.71	4.21	0.11	0.00	0.00
31.00	ZB	13-abr-12	50.00	5.45	0.90	0.02	0.00	0.00	0.04	0.70	3.47	0.00	0.31	0.01
32.00	SR	14-abr-12	51.00	6.09	0.92	0.02	0.22	0.00	0.11	0.81	3.97	0.00	0.03	0.00
33.00	ZB	15-abr-12	51.00	6.34	0.78	0.00	0.00	0.93	0.25	1.60	2.68	0.00	0.10	0.00
34.00	SR	23-abr-12	50.00	5.26	0.24	0.00	0.00	0.32	0.80	0.12	3.74	0.00	0.00	0.04
35.00	ZB	24-abr-12	43.00	4.32	0.12	0.00	0.12	0.00	0.26	0.42	2.80	0.58	0.02	0.00
36.00	SR	25-abr-12	49.00	0.32	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37.00	ZB	26-abr-12	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38.00	SR	27-abr-12	51.00	5.76	0.18	0.00	0.00	0.03	0.00	1.08	4.46	0.00	0.01	0.00
40.00	ZB	7-may-12	50.00	7.15	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	4.62	1.14	0.13	0.01
41.00	SR	8-may-12	50.00	5.77	0.21	0.06	0.00	0.10	0.00	0.29	5.02	0.10	0.00	0.00
42.00	ZB	9-may-12	50.00	5.87	0.56	0.00	0.08	0.00	0.00	0.32	4.78	0.00	0.13	0.00
43.00	SR	10-may-12	49.00	4.98	0.40	0.10	0.00	0.00	1.11	1.30	1.81	0.00	0.26	0.00
44.00	ZB	11-may-12	50.00	6.36	0.51	0.03	0.11	0.12	0.32	0.82	4.30	0.10	0.00	0.05
45.00	SR	12-may-12	50.00	4.20	0.30	0.00	0.20	0.40	0.90	0.80	1.50	0.00	0.10	0.00
46.00	ZB	13-may-12	50.00	4.95	0.22	0.05	0.00	0.00	0.00	0.52	3.72	0.00	0.12	0.32
47.00	SR	21-may-12	50.00	5.00	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50	1.50	0.00	0.00	1.50
48.00	ZB	22-may-12	50.00	5.00	0.30	0.00	0.00	0.30	0.00	0.70	2.70	0.00	0.00	0.25
49.00	SR	23-may-12	50.00	5.00	0.50	0.00	0.00	0.04	0.54	0.71	4.70	0.03	0.20	0.03
50.00	ZB	24-may-12	50.00	5.31	1.19	0.01	0.00	0.10	0.27	0.96	2.65	0.12	0.00	0.00
51.00	SR	25-may-12	50.00	3.32	0.72	0.00	0.16	0.11	1.17	0.95	1,894	0.00	0.02	0.20
52.00	ZB	26-may-12	50.00	4.60	0.78	0.10	0.26	0.00	0.76	1.69	1,865	0.95	0.07	0.00
53.00	SR	27-may-12	50.00	6.20	0.32	0.00	0.30	0.11	0.39	0.90	3.76	0.29	0.14	0.00
54.00	ZB	4-jun-12	50.00	4.66	1.20	0.02	0.11	0.00	0.32	0.93	1.89	0.00	0.19	0.00
55.00	SR	4-jun-12	50.00	10.40	0.46	0.08	0.00	0.06		0.68	9.04		0.08	
56.00	ZB	5-jun-12	50.00	4.59	0.80	0.04	0.00	0.00	0.64	0.87	1.97	0.12	0.15	
57.00	SR	5-jun-12	50.00	4.99	0.87	0.09	0.00	0.00	0.45	0.98	2.30	0.19	0.13	
58.00	ZB	6-jun-12	50.00	3.97	0.30	0.00	0.27	0.00	0.60	0.32	1.96	0.36	0.10	0.06
59.00	SR	6-jun-12	50.00	3.54	0.25	0.25	0.00	0.00	0.52	0.42	2.00		0.10	

Elaborado por: María José Castillo, 2012

Tabla No.6 Composición de Residuos Sólidos Urbanos del DMQ (Junio)2012

No. Muestreo	ESTACIÓN	FECHA	PESO TOTAL (kg)	PESO CUARTEO (kg)	PAPEL Y CARTÓN (kg)	TETRABRICK (kg)	VIDRIO (kg)	METALES (kg)	TEXTILES (kg)	PLÁSTICO (kg)	M.O. (kg)	PAÑALES y TOALLAS HIGIÉNICAS (kg)	VAJILLA DESECHABLE (kg)	OTROS (kg)
60.00	ZB	7-jun-12	50.00	5.54	0.26	0.07	1.76	0.00		0.42	2.83	0.09	0.12	
61.00	SR	7-jun-12	50.00	4.38	0.85	0.85	0.00	0.50		0.65	1.53			
62.00	ZB	8-jun-12	50.00	7.72	0.62	0.07	0.00	0.03	0.12	0.47	6.01	0.27	0.08	0.06
63.00	SR	8-jun-12	50.00	5.11	0.75	0.00	0.00	0.00	0.30	0.45	3.07		0.22	0.32
64.00	ZB	9-jun-12	50.00	4.40	0.39	0.00	0.24	0.40	0.48	0.75	2.04		0.11	
65.00	SR	9-jun-12	50.00	0.00		0.00	0.00	0.00						
66.00	ZB	10-jun-12	50.00	5.40	0.45	0.03	0.93	0.00	0.03	1,225	2.27	0.95	0.25	0.50
67.00	SR	10-jun-12	50.00	0.00		0.00	0.00	0.00						
68.00	ZB	11-jun-12	50.00	4.69	1.60	0.08	0.00	0.00	0.63	0.98	1.29	0.11		
69.00	SR	11-jun-12	50.00	4.03	0.93	0.00	0.14	0.00	0.14	0.78	1.73	0.13	0.18	
70.00	ZB	12-jun-12	50.00	4.56	0.81	0.09	0.00	0.00	0.25	0.89	2.40		0.12	
71.00	SR	12-jun-12	50.00	5.74	0.80	0.14	0.95	0.35		0.75	2.32	0.18	0.08	0.17
72.00	ZB	13-jun-12	50.00	0.00		0.00	0.00	0.00						
73.00	SR	13-jun-12	50.00	5.24	0.80	0.15	0.00	0.00	0.95	1.10	2.15		0.09	
74.00	ZB	14-jun-12	50.00	4.56	0.22	0.00	0.00	0.04	1.24	0.12	2.10	0.74		0.10
75.00	SR	14-jun-12	50.00	4.89	1.20	0.00	0.09	0.00	0.31	1.10	1.91	0.10	0.18	
76.00	ZB	15-jun-12	50.00	4.94	0.50	0.00	0.60	0.00	0.15	0.48	3.12		0.09	
77.00	SR	15-jun-12	50.00	6.77	0.38	0.09	0.46	0.03	0.23	0.48	4.85		0.25	
78.00	ZB	16-jun-12	50.00	4.43	0.91	0.00	0.00	0.00	0.33	1.14	1.96		0.09	
79.00	SR	16-jun-12	50.00	5.71	0.87	0.01	0.90	0.02	0.45	0.96	2.36	0.02	0.12	
80.00	ZB	17-jun-12	50.00	5.72	1.10	0.01	0.00	0.01	0.17	1.25	3.10		0.08	
81.00	SR	17-jun-12	50.00	5.67	1.05	0.10	0.02	0.00	0.65	1.18	2.59	0.02	0.07	
82.00	ZB	18-jun-12	50.00	6.22	1.18	0.03	0.70	0.00	0.13	0.86	1.95	1.33	0.01	0.03
83.00	SR	18-jun-12	50.00	4.52	0.65	0.00	0.00	0.00	0.86	0.84	2.05		0.09	0.03
84.00	ZB	19-jun-12	50.00	5.43	0.19	0.00	0.00	0.00	0.91	0.89	3.05		0.39	
85.00	SR	19-jun-12	50.00	5.01	0.25	0.00	0.00	0.00		0.82	3.85		0.05	0.04
86.00	ZB	20-jun-12	50.00	3.18	0.13	0.00	0.03	0.02	0.02	0.39	2.43		0.16	
87.00	SR	20-jun-12	50.00	4.36	0.17	0.00	0.00	0.05	0.76	0.99	2.14		0.25	
88.00	ZB	21-jun-12	50.00	4.89	1.16	0.09	0.00	0.01	0.12	0.14	3.16		0.21	
89.00	SR	21-jun-12	50.00	6.18	0.96	0.00	0.12	0.02	0.29	0.95	3.28	0.16	0.40	
90.00	ZB	22-jun-12	50.00	6.05	0.44	0.00	0.00	0.10		1.07	3.80			0.65

Elaborado por: María José Castillo, 2012

Tabla No.7 Composición de Residuos Sólidos Urbanos del DMQ (Junio-Julio) 2012

No. Muestreo	ESTACIÓN	FECHA	PESO TOTAL (kg)	PESO CUARTEO (kg)	PAPEL Y CARTÓN (kg)	TETRABRICK (kg)	VIDRIO (kg)	METALES (kg)	TEXTILES (kg)	PLÁSTICO (kg)	M.O. (kg)	PAÑALES y TOALLAS HIGIÉNICAS (kg)	VAJILLA DESECHABLE (kg)	OTROS (kg)
91.00	SR	22-jun-12	50.00	5.85	0.83	0.00	0.12	0.00	0.43	0.96	2.98	0.14	0.39	
92.00	ZB	23-jun-12	50.00	6.42	0.98	0.00	0.02	0.00	0.70	0.98	3.17	0.13	0.45	
93.00	SR	23-jun-12	50.00	6.26	1.25	0.70	0.00	0.12		0.97	2.87		0.35	
94.00	ZB	24-jun-12	50.00	0.00		0.00	0.00	0.00						
95.00	SR	24-jun-12	50.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
96.00	ZB	25-jun-12	50.00	6.25	0.24	0.05	0.26	0.00	0.03	0.54	3.90	0.80	0.11	0.33
97.00	SR	25-jun-12	50.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
98.00	ZB	26-jun-12	50.00	4.79	0.61	0.00	0.23	0.12	0.29	0.96	2.19	0.00	0.40	0.00
99.00	SR	26-jun-12	50.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
100.00	ZB	27-jun-12	50.00	5.14	0.62	0.04	0.00	0.00	0.16	0.72	2.96	0.00	0.20	0.44
101.00	SR	27-jun-12	50.00	6.15	0.29	0.01	0.20	0.00	0.57	1.12	3.12	0.20	0.65	0.00
102.00	ZB	28-jun-12	50.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
103.00	SR	28-jun-12	50.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
104.00	ZB	29-jun-12	50.00	5.62	0.97	0.00	0.00	0.00	0.20	1.14	3.18	0.12	0.02	0.00
105.00	SR	29-jun-12	50.00	6.14	0.74	0.00	0.16	0.06	0.00	1.29	3.57	0.06	0.08	0.19
106.00	ZB	30-jun-12	50.00	4.34	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	2.32	0.12	0.08	0.14
107.00	SR	30-jun-12	50.00	6.37	0.40	0.07	0.06	0.22	0.03	0.30	5.20	0.00	0.03	0.08
108.00	ZB	1-jul-12	50.00	5.92	1.10	0.00	0.41	0.00	0.43	0.78	3.20	0.00	0.00	0.00
109.00	SR	1-jul-12	50.00	4.40	0.58	0.17	0.36	0.00	0.19	0.96	2.14	0.00	0.00	0.00
110.00	ZB	2-jul-12	50.00	6.36	0.94	0.00	0.15	0.00	0.67	1.16	2.96	0.20	0.28	0.00
111.00	SR	2-jul-12	50.00	4.31	0.76	0.00	0.00	0.00	0.11	0.80	2.30	0.28	0.07	0.00
112.00	ZB	3-jul-12	50.00	5.37	1.16	0.21	0.17	0.14	0.28	0.92	2.14	0.18	0.18	0.00
113.00	SR	3-jul-12	50.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
114.00	ZB	4-jul-12	50.00	6.11	0.87	0.00	0.22	0.00	0.46	1.17	3.18	0.00	0.21	0.00
115.00	SR	4-jul-12	50.00	6.33	0.68	0.00	0.17	0.02	0.98	1.15	2.25	0.11	0.92	0.05
116.00	ZB	5-jul-12	50.00	6.11	0.59	0.00	0.00	0.18	0.57	1.29	3.09	0.00	0.39	0.00
117.00	SR	5-jul-12	50.00	6.41	1.26	0.31	0.00	0.18	0.90	1.19	2.18	0.00	0.39	0.00
118.00	ZB	6-jul-12	50.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
119.00	SR	6-jul-12	50.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
120.00	ZB	7-jul-12	50.00	5.78	0.73	0.17	0.22	0.00	0.86	1.14	1.97	0.00	0.69	0.00
121.00	SR	7-jul-12	50.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
122.00	ZB	8-jul-12	50.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
123.00	SR	8-jul-12	50.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00

Elaborado por: María José Castillo, 2012

4.2. Densidad residuos sólidos urbanos del DMQ (29 marzo-08 julio)2012

Tabla No.8 Densidad de Residuos Sólidos Urbanos del DMQ (Marzo-Junio) 2012

	ESTACIÓN	FECHA	PAPEL Y CARTÓN (kg/m ³)	VIDRIO (kg/m ³)	METALES (kg/m ³)	TEXTILES (kg/m ³)	PLÁSTICO (kg/m ³)	M.O. (kg/m ³)	PAÑALES y TOALLAS HIGIÉNICAS (kg/m ³)	VAJILLA DESECHABLE (kg/m ³)	TETRABRICK (kg/m ³)	OTROS (kg/m ³)	DENSIDAD (kg/m ³)
1	ZB	29-mar-12	127.00	0.00	197.00	575.00	155.00	593.00	0.00	0.00	0.00	66.00	411.00
2	ZB	09-abr-12	142.50	310.00	96.66	216.00	73.75	360.00	0.00	18.00	0.00	0.00	337.00
3	SR	10-abr-12	124.00	162.50	18.30	0.00	52.00	238.33	0.00	0.00	51.00	0.00	286.50
4	ZB	11-abr-12	75.00	0.00	0.00	83.00	82.00	337.00	110.00	0.00	13.00	0.00	248.25
5	SR	12-abr-12	55.00	0.00	23.00	109.00	71.00	421.00	106.00	0.00	0.00	0.00	189.00
6	ZB	13-abr-12	28.00	0.00	0.00	58.33	8.00	207.00	0.00	5.00	77.00	17.50	174.40
7	SR	14-abr-12	92.00	216.00	0.00	114.00	81.00	397.00	0.00	33.00	23.00	0.00	227.00
8	ZB	15-abr-12	38.00	0.00	183.00	90.00	27.00	238.00	0.00	22.00	0.00	0.00	187.00
9	SR	23-abr-12	37.50	0.00	46.67	35.00	25.71	153.33	0.00	0.00	0.00	133.33	238.90
10	ZB	24-abr-12	109.00	0.00	0.00	46.67	35.00	238.17	274.44	5.00	0.00	0.00	224.00
11	SR	25-abr-12	15.00	0.00	318.00	154.00	36.00	323.00	240.00	15.00	0.00	0.00	243.00
12	ZB	26-abr-12	33.00	0.00	0.00	0.00	36.50	90.00	0.00	15.00	0.00	26.00	189.00
13	SR	27-abr-12	76.00	0.00	43.00	0.00	75.00	276.00	0.00	16.00	0.00	0.00	224.00
14	ZB	07-may-12	75	0	0	0	134	345	125	23	0	0	301
15	SR	08-may-12	21.11	0	240.00	0	20.00	211.67	240.00	0	25.00	0	263.00
16	ZB	09-may-12	112	610.00	0	0	92.50	179.03	0	20.00	0	75.00	236.75
17	SR	10-may-12	85.00	0	0	90.00	55.00	290.00	0	40.00	27.50	0	210.50
18	ZB	11-may-12	60.00	1070.00	118.00	317.00	196.67	87.50	168.33	0	34.00	217.00	138.00
19	SR	12-may-12	18.75	382.50	96.67	120.00	27.00	253.33	0.00	13.00	0	0	192.00
20	ZB	13-may-12	26.00	0	0	0	26.00	90.00	0.00	6.00	0	16.00	81.75
21	SR	21-may-12											
22	ZB	22-may-12	19.25	0	0	0	27.00	198	173.33	0	0	32.00	123.7
23	SR	23-may-12	30	0	300	200	40	176	230	10.00	0	0	254
24	ZB	24-may-12	528.00	0	72.00	265.00	61.25	105.00	136.67	0	24.6	0	85.50
25	SR	25-may-12	62.00	200.00	200.00	155.00	193.33	382.00	0	16.00	0	18.00	83.50
26	ZB	26-may-12	101.00	251.00	0	157.00	16.00	243.5	78.00	64.00	68.00	0	108.50
27	SR	27-may-12	78.7	291.00	0	496.25	153.75	279	255.00	18.00	0	0	123.50
28	ZB	04-jun-12	30.00		71.00		18.67	0.105		3.75			191
29	SR	04-jun-12	62.00	126.67		78.33	15.00	166.67		23.00			136.50

Elaborado por: María José Castillo, 2012

Tabla No.9 Densidad de Residuos Sólidos Urbanos del DMQ (Junio) 2012

	ESTACIÓN	FECHA	PAPEL Y CARTÓN (kg/m ³)	VIDRIO (kg/m ³)	METALES (kg/m ³)	TEXTILES (kg/m ³)	PLÁSTICO (kg/m ³)	M.O. (kg/m ³)	PAÑALES y TOALLAS HIGIÉNICAS (kg/m ³)	VAJILLA DESECHABLE (kg/m ³)	TETRABRICK (kg/m ³)	OTROS (kg/m ³)	DENSIDAD (kg/m ³)
30	ZB	05-jun-12	68.00			82.00	22.00	112.00	190.00	15.00	45.00		118.50
31	SR	05-jun-12	19.00			303.33	33.33	200.00	93.33	18.00	10.00		128.50
32	ZB	06-jun-12	25.00	162.00		248.33	42.50	242.50	261.25	10.00		92.00	145.00
33	SR	06-jun-12	60.00	255.00		295.50	28.33	120.00	261.25	15.00			94.50
34	ZB	07-jun-12	43.00	255.00		295.50	28.33	120.00	261.25	15.00			117.50
35	SR	07-jun-12	17.50	124.00			55.00	70.00	203.75				156.50
36	ZB	08-jun-12	16.25	138.40		106.00	51.67	192.50	251.67	8.67	15.00		121.00
37	SR	08-jun-12	16.67			40.00	17.00	272.50	336.25	5.00	61.00		141.00
38	ZB	09-jun-12	33.33	189.60	62.00	195.00	22.50	140.00		5.00		12.50	106.50
39	SR	09-jun-12	100.00				75.00	180.00				55.00	121.50
40	ZB	10-jun-12	11.25			293.75	30.00	185.00		7.14	33.75		160.00
41	SR	10-jun-12	11.25			293.75	30.00	185.00		7.14	33.75		144.75
42	ZB	11-jun-12	20.00	140.00		85.00	12.50	200.00	338.33	30.00	33.75		97.00
43	SR	11-jun-12	12.50		76.67	222.50	30.00	140.00	390.00		32.00		93.50
44	ZB	12-jun-12	100.00	101.67	101.67		21.67	91.00	305.00	22.00	31.00		99.00
45	SR	12-jun-12	53.33			20.00	25.00	285.00		8.33	26.25		108.00
46	ZB	13-jun-12	20.00			156.67	48.33	593.00		19.00	14.00		159.00
47	SR	13-jun-12	70.00		138.00	80.00	19.00	70.00	173.75	22.50	30.00		158.00
48	ZB	14-jun-12	50.00	168.33		248.75	23.75	166.25		11.25			98.00
49	SR	14-jun-12	140.00		138.00	80.00	47.00	54.00	132.50			37.33	148.00
50	ZB	15-jun-12	16.67	128.00	80.00	28.33	16.25	65.00		6.25			115.00
51	SR	15-jun-12	106.00	235.00		30.00	30.00	77.50		6.25			117.00
52	ZB	16-jun-12	70.00		138.00	80.00	19.00	70.00	173.75	22.50	30.00		202.50
53	SR	16-jun-12	27.00			80.00	8.57	51.25		10.00			148.00
54	ZB	17-jun-12	20.00	158.00		80.00	28.57	161.50	91.25	8.00	34.00		156.00
55	SR	17-jun-12	24.00		20.00	45.00	16.25	64.00		24.00	14.00		112.00
56	ZB	18-jun-12	35.00			274.00	16.67	148.00	125.00			7.50	188.50
57	SR	18-jun-12	72.50	326.25		244.00	28.00	164.00	61.25	16.25	34.00	12.50	167.00
58	ZB	19-jun-12	111.25				10.00	164.00	61.25	16.25	34.00	12.50	107.00
59	SR	19-jun-12	20.00				40.00	50.00		28.00			108.50
60	ZB	20-jun-12	125.00		136.67	121.25	34.00	265.00		10.00	13.00		192.50
61	SR	20-jun-12	60.00	222.00	66.67	207.50	35.00	132.50		21.67	25.00		159.50
62	ZB	21-jun-12	25.00		146.67	197.50	40.00	158.00		22.00	56.00		160.00
63	SR	21-jun-12	22.50		61.67	153.75	22.50	160.00	140.00	18.00			130.50
64	ZB	22-jun-12	135.00		70.00		26.25	132.50				27.33	140.50
65	SR	22-jun-12	26.67	130.40		53.00	10.00	164.00	61.25	16.25		12.50	148.00

Elaborado por: María José Castillo, 2012

Tabla No.10 Densidad de Residuos Sólidos Urbanos del DMQ (Junio) 2012

	ESTACIÓN	FECHA	PAPEL Y CARTÓN (kg/m ³)	VIDRIO (kg/m ³)	METALES (kg/m ³)	TEXTILES (kg/m ³)	PLÁSTICO (kg/m ³)	M.O. (kg/m ³)	PAÑALES y TOALLAS HIGIÉNICAS (kg/m ³)	VAJILLA DESECHABLE (kg/m ³)	TETRABRICK (kg/m ³)	OTROS (kg/m ³)	DENSIDAD (kg/m ³)
66	ZB	23-jun-12	57.50	276.00		70.00	20.00	76.67		3.75			150.55
67	SR	23-jun-12	90.00		12.50		71.00	290.00		23.00	41.00		148.00
68	ZB	24-jun-12	90.00		12.50		71.00	290.00		23.00	41.00		132.00
69	SR	24-jun-12	53.75	140.00		126.67	133.75	56.00		8.00	34.00		158.00
70	ZB	25-jun-12	30.00	164.00		42.50	56.67	113.00	150.00	5.00			139.00
71	SR	25-jun-12	85.00		60.00	296.67	58.00	218.33		45.00			149.00
72	ZB	26-jun-12	90.00		12.50		71.00	290.00		23.00	41.00		138.00
73	SR	26-jun-12	90.00		12.50		71.00	290.00		23.00	41.00		133.50
74	ZB	27-jun-12	30.00			161.00	13.64	280.00		10.00	36.00		153.00
75	SR	27-jun-12	45.00	170.00		60.00	30.00	40.00		10.00	32.00		130.50
76	ZB	28-jun-12	90.00		12.50		71.00	290.00		23.00	41.00		130.50
77	SR	28-jun-12	90.00		12.50		71.00	290.00		23.00	41.00		122.50
78	ZB	29-jun-12	90.00		12.50		71.00	290.00		23.00	41.00		139.25
79	SR	29-jun-12	43.75	305.00	460.00		56.00	105.00	137.50	41.60		173.00	150.00
80	ZB	30-jun-12	28.33				55.00	170.00	116.25	4.00		88.00	73.50
81	SR	30-jun-12	40.00	195.00	205.00	57.50	35.71	201.67		35.00	38.00	152.50	104.25
82	ZB	01-jul-12	45.00		150.00	143.75	16.00	355.00		23.00	28.00		163.00
83	SR	01-jul-12	35.00	222.00		92.50	27.50	251.00		15.00			159.00
84	ZB	02-jul-12	18.00			52.50	20.00	402.00	197.50	15.00			142.00
85	SR	02-jul-12	35.00			224.00	25.71	193.33	285.00	8.75			133.00
86	ZB	03-jul-12	59.00	118.75	45.00	221.00	21.00	271.00	140.00	23.00			138.00
87	SR	03-jul-12	25.00				20.00	46.25				15.00	143.50
88	ZB	04-jul-12	42.00	221.00		55.00	23.00	112.50		32.00			158.50
89	SR	04-jul-12	30.00	223.00	340.00	115.00	26.25	174.00	226.25				190.00
90	ZB	05-jul-12	45.00		58.00	60.00	23.00	262.00		18.00			156.00
91	SR	05-jul-12	65.00				20.00	301.00		10.00	65.00		159.00
92	ZB	06-jul-12	54.00		60.00		32.50	80.00	293.75	21.25			149.00
93	SR	06-jul-12	42.00	221.00		55.00	23.00	112.50		32.00			130.00
94	ZB	07-jul-12	53.33	218.00		130.00	28.33	33.33		18.00	40.00		107.50
95	SR	07-jul-12	37.50			152.50	21.25	311.00		13.75			134.50
96	ZB	08-jul-12	59.00	131.25	45.00	221.00	26.25	271.00	140.00	23.00			150.00
97	SR	08-jul-12	33.75	341.67			26.25	174.00		18.00			112.00

Elaborado por: María José Castillo, 2012

V. CAPITULO

5. CALCULOS

5.1. Composición Promedio del muestreo de los Residuos Sólidos Urbanos DMQ

Con el fin de conocer cómo se realizaron los cálculos para determinar el promedio de composición de RSU, a continuación se encuentra un ejemplo de cálculo en el cual se emplea los datos obtenidos del muestreo y caracterización de la categoría papel y cartón del mes de abril hasta el mes de junio del 2012.

- Datos

FECHA	PAPEL Y CARTÓN (kg)
12-abr-12	0.55
13-abr-12	0.90
14-abr-12	0.92
15-abr-12	0.78
23-abr-12	0.24
9-may-12	0.56
10-may-12	0.40
11-may-12	0.51
12-may-12	0.30
13-may-12	0.22
21-may-12	0.50
22-may-12	0.30
23-may-12	0.50
24-may-12	1.19
25-may-12	0.72
26-may-12	0.78
27-may-12	0.32
4-jun-12	1.20
4-jun-12	0.46
5-jun-12	0.80
5-jun-12	0.87
6-jun-12	0.30
6-jun-12	0.25

- Fórmula para calcular la media aritmética o promedio

Ecuación No.2.- Cálculo de media aritmética

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Fuente: Murray, 1997

1. Se procede a sumar cada uno de los valores obtenidos de papel y cartón

FECHA	PAPEL Y CARTÓN (kg)
12-abr-12	0.55
13-abr-12	0.90
14-abr-12	0.92
15-abr-12	0.78
23-abr-12	0.24
9-may-12	0.56
10-may-12	0.40
11-may-12	0.51
12-may-12	0.30
13-may-12	0.22
21-may-12	0.50
22-may-12	0.30
23-may-12	0.50
24-may-12	1.19
25-may-12	0.72
26-may-12	0.78
27-may-12	0.32
4-jun-12	1.20
4-jun-12	0.46
5-jun-12	0.80
5-jun-12	0.87
6-jun-12	0.30
6-jun-12	0.25

=SUMA(C5:C33)

SUMA(número1; [número2]; ...)

2. El valor obtenido de la sumatoria previa se divide para el número de datos disponibles

SUMA	14.74
PROMEDIO	=C34/23

3. Repetir este procedimiento para cada categoría, empleando la totalidad de muestras obtenidas.

Cabe recalcar que el cálculo anteriormente detallado empleó solo una porción de los datos con el fin de demostrar de manera didáctica como se realizaron los cálculos en cada categoría.

5.2. Desviación Estándar de la composición de los Residuos Sólidos Urbanos DMQ

A continuación se detalla como calcular la desviación estándar empleando los datos obtenidos del muestreo y caracterización de la categoría papel y cartón del mes de abril hasta el mes de junio del 2012:

- Datos

FECHA	PAPEL Y CARTÓN (kg)
12-abr-12	0.55
13-abr-12	0.90
14-abr-12	0.92
15-abr-12	0.78
23-abr-12	0.24
9-may-12	0.56
10-may-12	0.40
11-may-12	0.51
12-may-12	0.30
13-may-12	0.22
21-may-12	0.50
22-may-12	0.30
23-may-12	0.50
24-may-12	1.19
25-may-12	0.72
26-may-12	0.78
27-may-12	0.32
4-jun-12	1.20
4-jun-12	0.46
5-jun-12	0.80
5-jun-12	0.87
6-jun-12	0.30
6-jun-12	0.25

- Fórmula para calcular desviación estándar

Ecuación No.3.- Cálculo de desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x)^2}{n}}$$

Fuente: Murray, 1997

- Una vez obtenido el valor promedio con el cálculo detallado anteriormente, se procede a restar cada valor de la media o promedio de la siguiente manera:

FECHA	PAPEL Y CARTÓN (kg)	$\bar{x} - x_i$
12-abr-12	0.55	-0.09
13-abr-12	0.90	0.26
14-abr-12	0.92	0.28
15-abr-12	0.78	0.13
23-abr-12	0.24	-0.40
9-may-12	0.56	-0.08
10-may-12	0.40	-0.24
11-may-12	0.51	-0.13
12-may-12	0.30	-0.34
13-may-12	0.22	-0.42
21-may-12	0.50	-0.14
22-may-12	0.30	-0.34
23-may-12	0.50	-0.14
24-may-12	1.19	0.55
25-may-12	0.72	0.08
26-may-12	0.78	0.14
27-may-12	0.32	-0.32
4-jun-12	1.20	0.56
4-jun-12	0.46	-0.18
5-jun-12	0.80	0.16
5-jun-12	0.87	0.22
6-jun-12	0.30	-0.34
6-jun-12	0.25	-0.39
PROMEDIO	0.64	

- Elevar al cuadrado cada valor obtenido de la resta realizada en el paso anterior

FECHA	PAPEL Y CARTÓN (kg)	$\bar{x} - x_i$	$(\bar{x} - x_i)^2$
12-abr-12	0.55	-0.09	=0.09 ²

- Sumar todos los valores obtenido en el paso anterior

FECHA	PAPEL Y CARTÓN (kg)	$\bar{x} - x_i$	$(\bar{x} - x)^2$
12-abr-12	0.55	-0.09	0.01
13-abr-12	0.90	0.26	0.07
14-abr-12	0.92	0.28	0.08
15-abr-12	0.78	0.13	0.02
23-abr-12	0.24	-0.40	0.16
9-may-12	0.56	-0.08	0.01
10-may-12	0.40	-0.24	0.06
11-may-12	0.51	-0.13	0.02
12-may-12	0.30	-0.34	0.12
13-may-12	0.22	-0.42	0.18
21-may-12	0.50	-0.14	0.02
22-may-12	0.30	-0.34	0.12
23-may-12	0.50	-0.14	0.02
24-may-12	1.19	0.55	0.30
25-may-12	0.72	0.08	0.01
26-may-12	0.78	0.14	0.02
27-may-12	0.32	-0.32	0.10
4-jun-12	1.20	0.56	0.31
4-jun-12	0.46	-0.18	0.03
5-jun-12	0.80	0.16	0.03
5-jun-12	0.87	0.22	0.05
6-jun-12	0.30	-0.34	0.12
6-jun-12	0.25	-0.39	0.15
PROMEDIO	0.64	SUMATORIA	=SUMA(E3:E33)

SUMA(número1; [número2]; ...)

4. Dividir el valor obtenido en el paso anterior para la cantidad de datos con los que estamos trabajando, de esta manera obtenemos la varianza.

SUMATORIA	3.25
$\frac{\Sigma (\bar{x} - x)^2}{n}$	=3.25/23

5. Sacar la raíz cuadrada de la varianza

Varianza	$\frac{\Sigma (\bar{x} - x)^2}{n}$	0.14
Desviación Estándar	$\sqrt{\frac{\Sigma (\bar{x} - x)^2}{n}}$	=RAIZ(E36)

6. Repetir este procedimiento para cada categoría, empleando la totalidad de muestras obtenidas.

Cabe recalcar que el cálculo anteriormente detallado empleó solo una porción de los datos con el fin de demostrar de manera didáctica como se realizaron los cálculos en cada categoría

5.3. Densidad Promedio de los Residuos Sólidos Urbanos DMQ

Con el fin de conocer cómo se realizaron los cálculos para determinar el promedio de densidad de RSU, a continuación se encuentra un ejemplo de cálculo en el cual se emplea los datos obtenidos del muestreo y caracterización de la categoría papel y cartón del mes de marzo hasta el mes de junio del 2012.

- Datos

FECHA	PAPEL Y CARTÓN (kg/m ³)
29-mar-12	127.00
09-abr-12	142.50
10-abr-12	124.00
11-abr-12	75.00
12-abr-12	55.00
23-abr-12	37.50
24-abr-12	109.00
25-abr-12	15.00
07-may-12	75
08-may-12	21.11
09-may-12	112
10-may-12	85.00
11-may-12	60.00
12-may-12	18.75
13-may-12	26.00
22-may-12	19.25
25-may-12	62.00
26-may-12	101.00
27-may-12	78.7
04-jun-12	30.00
04-jun-12	62.00

- Fórmula para calcular media aritmética o promedio

Ecuación No.2.- Cálculo de media aritmética

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Fuente: Murray, 1997

1. Se procede al calcular la sumatoria de los datos obtenidos de densidad de papel y cartón.

FECHA	PAPEL Y CARTÓN (kg/m ³)
29-mar-12	127.00
09-abr-12	142.50
10-abr-12	124.00
11-abr-12	75.00
12-abr-12	55.00
23-abr-12	37.50
24-abr-12	109.00
25-abr-12	15.00
07-may-12	75
08-may-12	21.11
09-may-12	112
10-may-12	85.00
11-may-12	60.00
12-may-12	18.75
13-may-12	26.00
22-may-12	19.25
25-may-12	62.00
26-may-12	101.00
27-may-12	78.7
04-jun-12	30.00
04-jun-12	62.00
$\sum_{i=1}^n x_i$	=SUMA(C3:C30)

2. Se divide el valor obtenido para el total de datos con los que estamos trabajando

$\sum_{i=1}^n x_i$	2260.81
$\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	=C31/21

3. Repetir el procedimiento anterior para cada categoría, empleando el total de datos de las muestras obtenidas.

Cabe recalcar que el cálculo anteriormente detallado empleó solo una porción de los datos con el fin de demostrar de manera didáctica como se realizaron los cálculos en cada categoría

5.4. Desviación Estándar de la composición de los Residuos Sólidos Urbanos DMQ

A continuación se detalla como calcular la desviación estándar empleando los datos obtenidos del muestreo y caracterización de la categoría papel y cartón del mes de abril hasta el mes de junio del 2012.

- Datos

FECHA	PAPEL Y CARTÓN (kg/m ³)
29-mar-12	127.00
09-abr-12	142.50
10-abr-12	124.00
11-abr-12	75.00
12-abr-12	55.00
23-abr-12	37.50
24-abr-12	109.00
25-abr-12	15.00
07-may-12	75
08-may-12	21.11
09-may-12	112
10-may-12	85.00
11-may-12	60.00
12-may-12	18.75
13-may-12	26.00
22-may-12	19.25
25-may-12	62.00
26-may-12	101.00
27-may-12	78.7
04-jun-12	30.00
04-jun-12	62.00
Promedio	107.65

- Fórmula para calcular desviación estándar

Ecuación No.3.- Cálculo de desviación estándar

$$s = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x)^2}{n}}$$

Fuente: Murray, 1997

- Una vez ya obtenido el valor promedio con el cálculo detallado anteriormente, se procede a restar cada valor de la media o promedio de la siguiente manera

FECHA	PAPEL Y CARTÓN (kg/m ³)	$\bar{x} - x$
29-mar-12	127.00	=C3-\$C\$32
09-abr-12	142.50	34.84
10-abr-12	124.00	16.34
11-abr-12	75.00	-32.66
12-abr-12	55.00	-52.66
23-abr-12	37.50	-70.16
24-abr-12	109.00	1.34
25-abr-12	15.00	-92.66
07-may-12	75	-32.66
08-may-12	21.11	-86.55
09-may-12	112	4.34
10-may-12	85.00	-22.66
11-may-12	60.00	-47.66
12-may-12	18.75	-88.91
13-may-12	26.00	-81.66
22-may-12	19.25	-88.41
25-may-12	62.00	-45.66
26-may-12	101.00	-6.66
27-may-12	78.7	-28.96
04-jun-12	30.00	-77.66
04-jun-12	62.00	-45.66
Promedio	107.65	

- Elevar al cuadrado cada valor obtenido de la resta realizada en el paso anterior

FECHA	PAPEL Y CARTÓN (kg/m ³)	$\bar{x} - x$	$(\bar{x} - x)^2$
29-mar-12	127.00	19.34	=D3^2

- Sumar todos los valores obtenido en el paso anterior

FECHA	PAPEL Y CARTÓN (kg/m ³)	$\bar{x} - x_i$	$(\bar{x} - x)^2$
29-mar-12	127.00	19.34	374.13
09-abr-12	142.50	34.84	1213.99
10-abr-12	124.00	16.34	267.07
11-abr-12	75.00	-32.66	1066.52
12-abr-12	55.00	-52.66	2772.83
23-abr-12	37.50	-70.16	4922.10
24-abr-12	109.00	1.34	1.80
25-abr-12	15.00	-92.66	8585.44
07-may-12	75	-32.66	1066.52
08-may-12	21.11	-86.55	7490.31
09-may-12	112	4.34	18.86
10-may-12	85.00	-22.66	513.37
11-may-12	60.00	-47.66	2271.25
12-may-12	18.75	-88.91	7904.57
13-may-12	26.00	-81.66	6667.98
22-may-12	19.25	-88.41	7815.92
25-may-12	62.00	-45.66	2084.62
26-may-12	101.00	-6.66	44.32
27-may-12	78.7	-28.96	838.55
04-jun-12	30.00	-77.66	6030.71
04-jun-12	62.00	-45.66	2084.62
PROMEDIO	107.65	SUMATORIA	=SUMA(E3:E30)

3. Dividir el valor obtenido en el paso anterior para la cantidad de datos con los que estamos trabajando, de esta manera obtenemos la varianza

SUMATORIA	264772.55
$\frac{\Sigma (\bar{x} - x)^2}{n}$	12608.22

4. Sacar la raíz cuadrada de la varianza

Varianza	$\frac{\Sigma (\bar{x} - x)^2}{n}$	12608.22
Desviación Estándar	$\sqrt{\frac{\Sigma (\bar{x} - x)^2}{n}}$	=RAIZ(E33)

5. Repetir este procedimiento para cada categoría, empleando la totalidad de muestras obtenidas.

Cabe recalcar que el cálculo anteriormente detallado empleó solo una porción de los datos con el fin de demostrar de manera didáctica como se realizaron los cálculos en cada categoría

VI. CAPITULO

6. RESULTADOS

6.1. Composición Promedio del muestreo de los Residuos Sólidos Urbanos

DMQ

Tabla No.11.- Composición de RSU del muestreo realizado de febrero-julio 2012 en el Distrito Metropolitano de Quito (kg)

ESTACIÓN	PAPEL Y CARTÓN (kg)	TETRABRICK (kg)	VIDRIO (kg)	METALES (kg)	TEXTILES (kg)	PLÁSTICO (kg)	M.O. (kg)	PAÑALES y TOALLAS HIGIÉNICAS (kg)	VAJILLA DESECHABLE (kg)	OTROS (kg)
ZAMBIZA	0.675	0.030	0.154	0.097	0.345	0.880	3.078	0.191	0.130	0.134
SANTA ROSA	0.701	0.078	0.147	0.106	0.395	0.899	3.017	0.100	0.166	0.133
PROMEDIO DMQ	0.688	0.054	0.151	0.102	0.370	0.889	3.047	0.146	0.148	0.134

Elaborado por: María José Castillo, 2012

Tabla No.12.- Composición de RSU Distrito Metropolitano de Quito (%)

ESTACIÓN	PAPEL Y CARTÓN (%)	TETRABRICK (%)	VIDRIO (%)	METALES (%)	TEXTILES (%)	PLÁSTICO (%)	M.O. (%)	PAÑALES y TOALLAS HIGIÉNICAS (%)	VAJILLA DESECHABLE (%)	OTROS (%)
ZAMBIZA	11.814	0.529	2.696	1.706	6.031	15.393	53.864	3.345	2.267	2.353
SANTA ROSA	12.208	1.363	2.563	1.844	6.886	15.650	52.543	1.741	2.886	2.316
PROMEDIO DMQ	12.012	0.947	2.630	1.775	6.460	15.522	53.202	2.541	2.577	2.335

Elaborado por: María José Castillo, 2012

6.2. Desviación Estándar de la composición de los Residuos Sólidos Urbanos DMQ

Tabla No.13.- Desviación Estándar de RSU Distrito Metropolitano de Quito

CATEGORIA	PROMEDIO (kg)	DESVIACION ESTANDAR
Papel y Cartón	0.69	0.39
Tetrabrick	0.05	0.11
Vidrio	0.15	0.27
Metales	0.1	0.19
Textil	0.37	0.38
Plástico	0.89	0.46
Materia Orgánica	3.05	1.72
Pañales	0.15	0.25
Vajilla Desechable	0.15	0.15
Otros	0.13	0.28

Elaborado por: María José Castillo, 2012

6.3. Densidad Promediode los Residuos Sólidos Urbanos DMQ

Tabla No.14.- Densidad Promedio RSU del Distrito Metropolitano de Quito (kg/m3)

ESTACIÓN	PAPEL Y CARTÓN (kg/m ³)	VIDRIO (kg/m ³)	METALES (kg/m ³)	TEXTILES (kg/m ³)	PLÁSTICO (kg/m ³)	M.O. (kg/m ³)	PAÑALES Y TOALLAS HIGIÉNICAS (kg/m ³)	VAJILLA DESECHABLE (kg/m ³)	TETRABRICK (kg/m ³)	OTROS (kg/m ³)	DENSIDAD (kg/m ³)
ZAMBIZA	67.54	165.90	60.67	139.92	42.91	206.20	138.73	14.85	25.75	34.47	157.96
SANTA ROSA	52.27	166.26	115.57	131.89	44.92	192.79	142.92	17.23	24.45	32.06	155.59
PROMEDIO DMQ	60.07	166.07	85.17	136.01	43.90	199.64	140.64	15.96	25.14	33.29	156.80

Elaborado por: María José Castillo, 2012

6.4. Desviación Estándar de la densidad de los Residuos Sólidos Urbanos DMQ

Tabla No.15.- Densidad Promedio RSU del Distrito Metropolitano de Quito (kg/m3)

CATEGORIA	PROMEDIO (kg/m3)	DESVIACION ESTANDAR
PAPEL Y CARTON	60.07	58.73
VIDRIO	166.07	171.46
METAL	85.17	93.31
TEXTIL	136.01	117.82
PLÁSTICO	43.9	36.82
MATERIA ORGÁNICA	199.64	113.4
PAÑALES Y TOALLAS HIGIENICAS	140.64	123.83
VAJILLA DESECHABLE	15.96	11.8
TETRABRICK	25.14	22.12
OTROS	33.29	42.34
DENSIDAD TOTAL	156.8	57.58

Elaborado por: María José Castillo, 2012

VII. CAPITULO

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1. Composición Promedio de los Residuos Sólidos Urbanos DMQ

La composición de los RSU del Distrito Metropolitano de Quito en su mayoría está conformada por materia orgánica, seguida por plástico y por papel y cartón.

Al comparar la composición actual con la composición del año 2007, podemos ver una disminución de materia orgánica en un tres por ciento, un incremento en papel de cinco por ciento y de plástico un cuatro por ciento, esto se aduce al incremento de consumo de alimentos y bebidas ya preparadas.

La composición de RSU en las dos estaciones de transferencia es muy similar, lo cual nos indica que los hábitos de consumo de la población del norte y sur del Distrito Metropolitano de Quito son semejantes.

7.2. Desviación Estándar de la composición de los Residuos Sólidos Urbanos DMQ

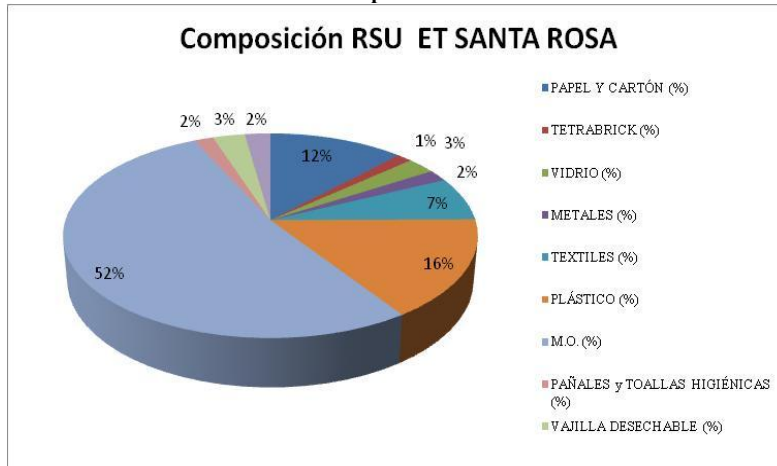
La desviación estándar de la composición del RSU del Distrito Metropolitano de Quito, nos indica que los datos se encuentran muy dispersos del valor promedio de cada categoría.

En el caso de Materia orgánica, plástico y papel y cartón, la dispersión es menor, ya que en todos los muestreos se encontró estas categorías, el caso de las demás es muy diferente, incluso la desviación es mayor al promedio ya que no se encontró con mucha frecuencia las demás categorías.

Estos pueden mejorar, ya que se debe continuar muestreando hasta cumplir con el número mínimo de tamaño de muestra.

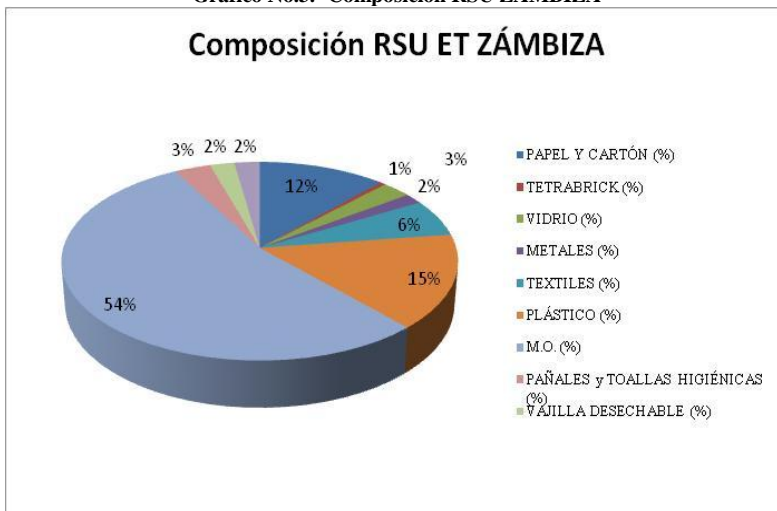
7.3. Comparación Composición RSU entre las dos estaciones de transferencia

Gráfico No.2.- Composición RSU Santa Rosa



Elaborado por : María José Castillo, 2012

Gráfico No.3.- Composición RSU ZÁMBIZA



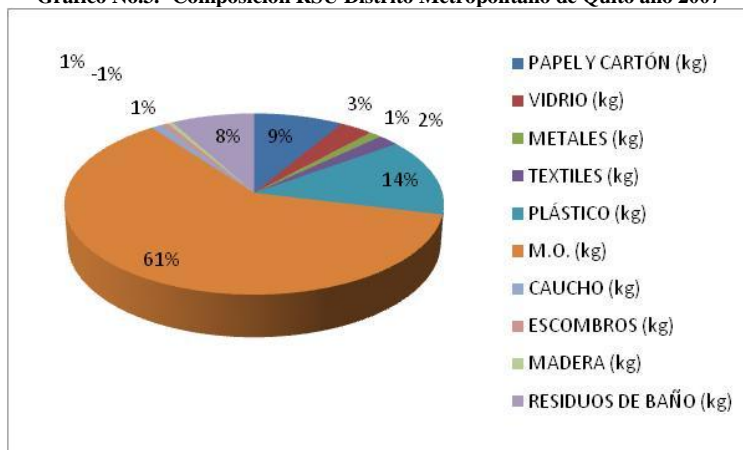
Elaborado por : María José Castillo, 2012

La composición, como lo demuestran los gráficos de pastel, es muy similar entre las dos estaciones.

Los datos de composición obtenidos de la estación de transferencia Zámiza no es igual a la composición de RSU que llega al relleno sanitario, ya que posterior al muestreo los minadores presentes en la estación separan plástico y papel y cartón para reciclarlos, disminuyendo aproximadamente en un dos por ciento la cantidad de estas categorías en los residuos enviados al El Inga 2.

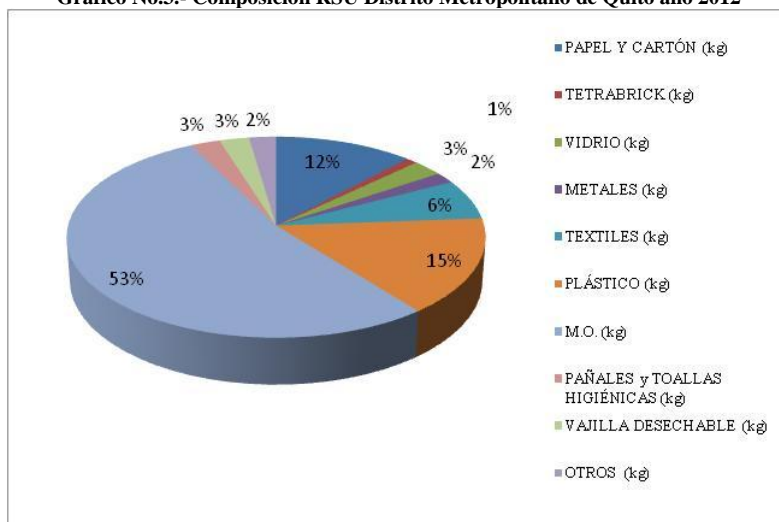
7.4. Comparación composición RSU entre los datos obtenidos en el año 2007 y los datos actuales del 2012

Gráfico No.3.- Composición RSU Distrito Metropolitano de Quito año 2007



Elaborado por : María José Castillo, 2012

Gráfico No.3.- Composición RSU Distrito Metropolitano de Quito año 2012



Elaborado por : María José Castillo, 2012

Al comparar los dos gráficos, de la composición de RSU del Distrito Metropolitano de Quito del año 2007 y del año 2012, tenemos que la materia orgánica disminuye notablemente de un sesenta y uno por ciento a un cincuenta y tres por ciento, mientras que la cantidad de plástico se incrementó de trece punto ocho por ciento a quince por ciento y el papel y el porcentaje de papel de igual manera se incrementó de nueve a doce por ciento. Lo cual nos indica que la población en la actualidad consume más comida preparada y bebidas embotelladas, que hace cinco años.

En la composición de RSU del año 2007 existe la categoría madera como tal, pero para la presente investigación la madera se incluyó dentro de la categoría otros, al igual que el caucho.

La categoría textiles en el año 2007 representaba un tres por ciento en la actualidad según la presente investigación, esta representa un seis por ciento de la totalidad de RSU, lo cual nos demuestra, que se consume más estos productos, pero para tener una conclusión más clara al respecto se debería realizar encuestas, también podría ser que antes estas vestimentas era regaladas a parientes, empleadas domésticas o personas de escasos recursos y en la actualidad ya no se da esos casos.

El porcentaje vidrio es igual en las dos gráficas de composición de RSU del Distrito Metropolitano de Quito.

El porcentaje de pañales y toallas higiénicas de gráfica de composición de RSU del 2012 es menor al porcentaje de residuos de baño de la gráfica de composición de RSU del 2007, una razón para que haya disminuido es que en la presente investigación se incluyó papel higiénico en la categoría de materia orgánica por su degradabilidad.

En la presente investigación se incrementaron categorías tales como, tetrabrick, vajilla desechable. Una de las razones por las cuales no pudieron ser tomadas en cuenta en el año 2007, es porque el tetrabrick en los últimos cinco años ha aumentado su presencia en el mercado. En el caso de la vajilla desechable probablemente en el año 2007 haya sido considerada dentro de la categoría plástico, en esta investigación se la tomo como otra categoría por la frecuencia con la que se presentaba en los muestreos.

7.5. Densidad Promedio de los Residuos Sólidos Urbanos DMQ

La categoría con mayor densidad es la materia orgánica y la categoría con menor densidad es la vajilla desechable, esto se debe a que la materia orgánica al llegar al centro de transferencia ya tiene una grados de degradación y ocupa menor volumen pero tiene un gran peso, en cambio, en el caso de la vajilla desechable, esta ocupa un gran volumen pero su masa es baja.

La densidad de los RSU entre las dos estaciones es muy similar, excepto por la categoría Metal, ya que los residuos encontrados en la estación Santa Rosa es mayor a la de Zámbriza.

Las categorías plástico y papel y cartón ocupan el segundo y tercer lugar en porcentaje de composición de residuos, sin embargo, la densidad de los mismos es baja, ya que a pesar del volumen que ocupan el plástico, en especial, tiene un bajo peso.

7.6. Desviación Estándar de la densidad de los Residuos Sólidos Urbanos DMQ

La desviación estándar de los RSU del Distrito Metropolitano de Quito es alta, incluso en algunas de las categorías esta es mayor al valor promedio por tipo de residuo.

Al determinar la densidad en laboratorio, respetando las características iniciales en las cuales los residuos son muestreados, incrementa la dispersión de los datos; el volumen es muy diverso en relación a la masa que tiene cada tipo de residuo, a pesar de que se encuentran dentro de la misma categoría, ya que, no se comprime ni tritura los residuos para determinar su densidad.

Se respeta la forma original de los residuos, porque nos permite conocer cual es el volumen real que ocupan tanto en el centro de transferencia como en el relleno sanitario.

VIII. CAPÍTULO

8. CONCLUSIONES

- Al no existir recolección diferenciada de los RSU en el Distrito Metropolitano de Quito, muchos residuos que pueden ser recuperados van al relleno sanitario, donde se emplea mucho espacio y se pierden insumos importantes.
- La composición de las dos estaciones de transferencia van equiparándose con el tiempo, ya que al tener mayor cantidad de muestras, los datos son más representativos.
- Es importante que el muestreo sea aleatorio en relación a la frecuencia de recolección para obtener muestras homogéneas a lo largo del tiempo.
- Se encontró en varias ocasiones desechos hospitalarios, lo cual indica que existen fallas en el sistema de recolección diferenciada.
- La categoría más representativa de acuerdo a composición, es la materia orgánica, ya que supera el cincuenta por ciento del total de los residuos que llegan a las estaciones de transferencia.
- Al comparar la composición de los residuos sólidos urbanos del DMQ entre las dos estaciones de transferencia, es muy similar, lo cual indica que los hábitos de consumo de la población es semejante.

- Los datos de composición se encuentran muy dispersos del promedio por categoría, lo cual indica que se debe tomar mayor cantidad de muestras.
- En relación a los datos obtenidos de densidad, la materia orgánica es la categoría que representa mayor densidad, mientras que la vajilla desechable es la categoría con menor densidad. Quito tiene mucha materia orgánica a la cual no se le da un tratamiento, por lo que ocupa un gran volumen en las estaciones de transferencia y finalmente en el relleno sanitario, agotándolo rápidamente.
- El vidrio a pesar de no encontrarse con igual frecuencia que el plástico o el papel y cartón se ubica en la segunda categoría con mayor densidad de RSU en el Distrito Metropolitano de Quito, a pesar de su alta densidad, en el país no existen gestores que puedan disponer este residuo.
- La dispersión de los datos de densidad es muy alta en relación al valor promedio de cada categoría, y la razón principal es que se respeta la forma original de los residuos, no se los tritura ni compacta ya que de esta manera el valor se acerca más a la realidad de los mismos y se puede conocer cuál es el volumen que ocupa dentro de los centros de transferencia y del relleno sanitario.
- Al ser la materia orgánica la categoría con mayor porcentaje en la composición de los RSU y también ser la categoría con mayor densidad, esta es la mejor candidata para realizar estudios de aprovechamiento energético.
- Debido al alto porcentaje de materia orgánica en la composición de RSU del Distrito Metropolitano de Quito, podemos concluir que la población consume en gran cantidad productos provenientes de la agricultura, los residuos de materia orgánica que se encontró con mayor frecuencia fueron: arroz, cáscaras de naranja, hojas de choclo, cáscaras de verde y residuos provenientes de jardinería.
- Las categorías, tales como, papel y cartón, plástico, materia orgánica, no deberían encontrarse en la composición de los residuos que llegan a los centros de transferencia, puesto que estas son materia prima de otros procesos y pueden ser aprovechadas energéticamente.
- La frecuencia con la que se halla vajilla desechable es alta, casi se la encuentra en todos los muestreos, lo cual con los años puede convertirse en un serio problema para la ciudad, ya que esta tarda varios miles de años en poder degradarse, es primordial encontrar la mejor opción para disponerla o reusarla.

IX. CAPITULO

9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar un sistema de recolección diferenciada de residuos sólidos urbanos, ya que muchos de ellos, tales como el plástico, papel y cartón pueden ser insumos para otros procesos, o pueden tener valor energético y no ir al relleno sanitario, de esta manera se alargaría la vida útil del mismo.
- Se recomienda realizar un estudio comparativo técnico- financiero para identificar el o los posibles tratamientos a los RSU del Distrito Metropolitano de Quito, para aprovechar su valor energético o económico y a su vez reducir la cantidad de residuos que llegan al relleno sanitario, tal como la incineración.
- Se debe notificar a la autoridad correspondiente sobre el hallazgo de residuos hospitalarios infecciosos, para que se mejore el control de recolección diferenciada.
- Se recomienda continuar con el muestreo hasta cumplir con el número de muestras mínimo requerido, de esta manera los datos obtenidos serán exactos y se disminuirá el error.
- Se recomienda realizar un muestreo por conglomerado o categórico, para evitar que las dispersiones sean tan altas.

“Se utiliza cuando la población se encuentra dividida, de manera natural, en grupos que se supone que contienen toda la variabilidad de la población, es decir, la representan fielmente respecto a la característica a elegir, pueden seleccionarse sólo algunos de estos grupos o conglomerados para la realización del estudio.

*Dentro de los grupos seleccionados se ubicarán las unidades elementales, por ejemplo, las personas a encuestar, y podría aplicársele el instrumento de medición a todas las unidades, es decir, los miembros del grupo, o sólo se le podría aplicar a algunos de ellos, seleccionados al azar. Este método tiene la ventaja de **simplificar** la recogida de información muestral” (Murray, 2007).*

- Se recomienda, para futuras investigaciones, ahondar en temas poblacionales y de consumo para poder comparar la relación existente con la generación de residuos y los hábitos de consumo.

- En el caso del vidrio, este podría ser empleado como insumo para la fabricación de adoquines y de esta manera evitar que sean llevados al relleno sanitario, después de la separación en la fuente.
- En el caso de la categoría papel y cartón y de la categoría plástico, se puede reciclar con gestores ambientales después de la separación en la fuente.
- En el caso de la materia orgánica, esta puede ser empleada para producir biogás o ser compostada después de la separación en la fuente.
- En el caso de la vajilla desechable, debido a su uso con alimentos no se la puede emplear en la fabricación de esferos como se lo hace con la espumaflex, pero se puede buscar una alternativa o un paso previo que limpie y deje sin rastros de alimentos la vajilla desechable y luego emplearla en la fabricación de esferos o de vajilla desechable mismo.
- En el caso del tetrabrick, existe una empresa llamada Incasa que trata este material, pero solo previo al consumo, se podría investigar más sobre como limpiar el tetrabrick antes de ingresarlo al proceso de reciclado que tiene esta empresa. El proceso consiste en aplanar el material, luego colocarlo en un pulper con agua, en la cual los materiales se separan, luego la fibra se emplea para fabricar papel y cartón reciclado y el polialuminio es vendido a empresas fabricadoras de plástico que mezclan este material con más plástico para fabricar mangueras, tubos, portavasos, etc.
- En el caso de los textiles, se recomienda hacer campañas para que las personas no boten a la basura la ropa, sino en su lugar si esta se encuentra en buen estado las donen a fundaciones o personas de escasos recursos.
- En el caso de la categoría metales, estos podrían ser enviados a los gestores calificados, posterior a la separación en la fuente.
- La categoría pañales desechables y toallas higiénicas y la categoría otros, podrían ser enviadas al relleno sanitario, por su difícil tratamiento y sus condiciones higiénicas, esta sería la mejor opción.

X. CAPÍTULO

10. BIBLIOGRAFIA

Libros:

- Aguilar Q., Taboada P. A., Armijo C., Ojeda S., Aguilar X. (2009), Composición de los Residuos Sólidos Domésticos en Vicente Guerrero México, una comunidad rural. Tijuana, México.
- Berra G., Finster L. (2005). Ganadería Argentina: Influencia Gases de Efecto Invernadero. Argentina.
- Coral K.,(2011). Proyecto de Investigación: Valoración fisicoquímica de los residuos sólidos urbanos del DM Quito, con fines de aprovechamiento energético y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero,UISEK, Quito, Ecuador.
- Distrito Metropolitano de Quito.2008. Atlas ambiental del Distrito Metropolitano de Quito. Quito,Ecuador.
- EMASEO (2010). Plan de Servicios de Aseo y Administración Zonal Eloy Alfaro.
- Escudero, A. Molinare, N, Logreira, N. Sisa, A. Isaacs, M.(2006).La gestión sostenible de los residuos. Memorias II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Editorial Universidad del Norte, México.
- Fraume, N., Torres, A., Ramírez, M.,. (2006). Manual abecedario ecológico: la más completa guía de términos ambientales. Editorial San Pablo.326 páginas.
- Fuentes, C. Icart, M. Pulpón, A. (2006). Elaboración y presentación de un proyecto de investigación y una tesina. Ediciones Universitat Barcelona. Barcelona
- Harris, D. Análisis Químico Cuatitativo (2007). Editorial Reverte. Tercera Edición. México
- Hervás, M. (2005). Modelos de gestión para médicos de familia. Ediciones Díaz de Santos, España
- McKendry P, (2002), Energy production from biomass: conversion Technologies. Bioresource Technology 1
- Moreno, J.(2008), Compostaje. Mundi Prensa Libros, pp 570. Madrid
- Murray, R. (2000). Estadística. Editorial McGraw-Hill, Segunda Edición. Pp 555. México.
- Quadri, G., Gunther W., Sánchez J., López A., Nyssen A., (2003). La Basura en el Limbo: Desempeño de los Gobiernos Locales y Participación Privada en el Manejo de Residuos. México

- Sakurai K, (2000). Métodos sencillos de análisis de residuos sólidos, CEPIS OPS.

Fuentes electrónicas:

- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y desarrollo. (1992), Agenda 21.
http://www.un.org/esa/dsd/agenda21_spanish/res_agenda21_21.shtml
- INEC: Censo de Población y Vivienda 2010.
<http://www.inec.gob.ec/home/>
- Guía de gestión energética de residuos de Madrid(2006).
<http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadervalue1=filename%3DCapitulo07.pdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1119149982605&ssbinary=true>
- Textos Científicos (2005).
<http://www.textoscientificos.com/polimeros/introduccion>

