



CAPTURA DE CARBONO EN EL VERTEDERO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE ENCARNACIÓN, DEPARTAMENTO DE ITAPÚA, PARAGUAY¹

TERWINDT BENITEZ, Luis Alberto²
ESTIGARRIBIA, Juan Pedro³
GONZALEZ, Jorge Daniel⁴

SUMMARY

This study looks forward to estimate the amount of methane generated in the current Municipal Landfill in Quiteria, Encarnación, Paraguay. This city has a population of 70,000 inhabitants and is located in the southern Department of Itapúa. The proposed activity means the beginning of future actions to be implemented in order to reduce emissions of Greenhouse Gases (GHG) which generate Emission Reduction Credits (RCEs) and local benefits such as job creation during the construction, operation and maintenance, and the possibility of using biogas as a renewable energy in companies. The hypothesis is that there is great potential for generating revenue to the City of Encarnación through proper management of sanitary landfills and implementation of a draft Clean Development Mechanism (CDM), with which the captured carbon will generate Emission Reduction Credits (RCEs) and environmental benefits to the Municipality.

Key words: Greenhouse gases, Municipal Landfill, Methane, Remainders, Organic Matter, Biogas, Carbon Capture, Clean Development Mechanism, Emissions Reduce Credits

RESUMEN

El presente estudio buscó estimar la cantidad de metano generado actualmente en el Vertedero Municipal de Quiteria en Encarnación, Paraguay. Esta ciudad tiene una población de 70.000 habitantes y está localizada en el sur del Departamento de Itapúa. La actividad propuesta significa el inicio de futuras acciones a ser implementadas con el objetivo de reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que generan Créditos por Reducción de Emisiones (RCEs) y beneficios locales tales como la creación de fuentes de trabajo durante la construcción, puesta en funcionamiento y mantenimiento, y la posibilidad de utilizar el biogás como energía renovable en empresas. La hipótesis planteada es que existe gran posibilidad de generar ingresos a la Municipalidad de Encarnación mediante una gestión adecuada del Vertedero Sanitario y la implementación de un proyecto de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), con el cual el carbono capturado generará Créditos por Reducción de Emisiones (RCEs) y beneficios ambientales al Municipio.

Palabras clave: Gases de Efecto Invernadero, Vertedero Sanitario Municipal, Metano, Residuos, Materia Orgánica, Biogás, Captura de Carbono, Mecanismo de Desarrollo Limpio, Créditos por Reducción de Emisiones.

¹ Resumen de la Tesis presentada a la Universidad Nacional de Itapúa para la obtención del título de Máster en Gestión Ambiental. Encarnación, 2007.

² Arquitecto, Máster en Gestión Ambiental, Consultor, E-mail: terwindt@itacom.com.py

³ Ing. Químico, Máster en Gestión Ambiental; Funcionario de la EBY

⁴ Ingeniero Agrónomo, Máster en Economía del Medio Ambiente y Recursos Naturales Universidad de los Andes – Colombia. Candidato a Doctor en Economía Universidad de Alcalá – Madrid, España – Orientador de tesis Maestría en Gestión Ambiental – UNI

1. INTRODUCCIÓN

El calentamiento global es considerado por científicos y gobiernos como una amenaza mayor para la humanidad. Para enfrentar globalmente el problema, con posterioridad a la histórica reunión de Río de Janeiro en 1992, se instituyó el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC). El IPCC ha hecho una serie de propuestas destinadas a reducir las causas y paliar los efectos del mencionado cambio. Una de estas propuestas se refiere a la reducción de las emisiones de los llamados gases de efecto invernadero (GEI).

Los GEI atrapan una cantidad adicional a la normal de radiaciones electromagnéticas (REM) infrarrojas en la atmósfera, produciendo un aumento de la temperatura de ésta. Normalmente la atmósfera recibe 30 % de las REM infrarrojas que se generan cuando las REM de alta energía y baja longitud de onda provenientes del sol chocan con la superficie de la tierra y regresan a la atmósfera. Este fenómeno es responsable del calentamiento normal de la tierra. El exceso de moléculas de GEI, que absorben una cantidad extra de energía, produce el efecto invernadero (RAFA, 2000). Documentos recientes de IPCC (2001) señalan que en los próximos 100 años la temperaturas medias del globo podrían alcanzar incrementos de entre 1,4 y 5,6 °C, superiores a 1 y 3,5 °C, previstos con anterioridad.

Los principales GEI de origen antropogénico son: el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), los óxidos de nitrógeno (NO_x) y los fluoroclorocarbonos (FCC). El primero es el más abundante. Es consecuencia de la actividad agrícola, particularmente por el cambio de uso del suelo y la labranza, industrial, transporte, producción de energía, de origen doméstico, incendios forestales, etc. El metano y los óxidos de nitrógeno también están relacionados en proporción importante, a la agricultura (ganado rumiante y uso de fertilizantes nitrogenados) y a la descomposición anaerobia de residuos orgánicos. Los FCC son de origen doméstico e industrial principalmente (refrigeración, transformadores).

Una alternativa para reducir la concentración de GEI en la atmósfera, es emprender acciones que retengan por periodos prolongados (secuestren) el carbono fotosintetizado por masas vegetales, evitando así que reingrese a la atmósfera. Esto sería posible mediante el manejo apropiado de los reservorios terrestres (aéreo y subterráneo)

de carbono. El último es importante porque su tamaño es casi el doble de todo el carbono acumulado en biomasa aérea a nivel global.

El presente estudio buscará estimar la cantidad de metano generado actualmente en el Vertedero Municipal de Quiteria en Encarnación (Paraguay). Esta ciudad tiene una población de 70.000 habitantes y está localizada en el sur del Departamento de Itapúa. La actividad propuesta significará el puntapié inicial para futuras acciones a ser implementadas con el objeto de reducir las emisiones de GEI que generan créditos por reducción de emisiones (RCEs) y beneficios locales tales como la creación de fuentes de trabajo durante la construcción, puesta en funcionamiento y mantenimiento, y la posibilidad de utilizar el biogás como energía renovable en empresas. Además, la replicabilidad de este proyecto en otras ciudades del país aumentará la conciencia ambiental relacionada con el manejo de residuos, las energías renovables y el cambio climático en las comunidades afectadas.

La hipótesis planteada es que existe gran posibilidad de generar ingresos a la municipalidad de Encarnación mediante una gestión adecuada del Vertedero Sanitario y la implementación de un proyecto de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), con lo cual el carbono capturado generara Créditos por Reducción de Emisiones (RCEs) y beneficios Ambientales al Municipio.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo de Investigación y Metodología

Para la realización de la presente investigación se ha optado por un tipo de investigación descriptiva, considerando que las investigaciones de este tipo se proponen solo realizar una "...descripción de los factores o características de la población investigada, buscando caracterizar el problema y proveer bases para otros estudios así como también sugerir asociación de variables como punto de partida para estudios analíticos".

En el análisis de las informaciones obtenidas durante el trabajo de campo, se ha recurrido a metodologías cuantitativas para el ordenamiento, procesamiento, análisis de los mismos y la elaboración de las conclusiones finales.

2.2. Población o universo de estudio

Toda el área con servicio de recolección de residuos según fuentes de la Municipalidad de



Encarnación, facturados hasta el mes de agosto del año 2007, correspondientes a 9.631 usuarios.

2.3. Muestreo y unidades de análisis

El muestreo estratificado proporcional es el método más común para la selección de muestras, pues asegura que cada vivienda de un estrato tenga la misma probabilidad de ser seleccionada.

Para la obtención de informaciones primarias se ha procedido a la selección de una muestra aleatoria estratificada, compuesta por una total de 36 viviendas distribuidas en cuatro estratos, de acuerdo a su nivel socioeconómico, el que está dado por las facturaciones y servicios ofrecidos.

Para la Obtención de la Muestra se ha procedido de la siguiente manera:

1. **Definición de la población:** Todas las viviendas y establecimientos comerciales del distrito bajo estudio, que cuentan con el servicio de recolección de Residuos.
2. División de la población en estratos en las siguientes cuatro zonas o estratos:
 - (a) Zona Alta.
 - (b) Zona Baja o comercial.
 - (c) Zona residencial con facturación de más de 12.500 guaraníes.
 - (d) Zona residencial con facturación inferior a los 12.500 guaraníes.
3. Ubicación de los distintos estratos en el plano de la ciudad.

Para los residuos de parques y jardines, además de barrido y limpieza de calle se utilizaron datos oficiales de la Municipalidad de Encarnación (año 2007).

2.4. Procesamiento de la información

2.4.1. Determinación de la Generación Per Cápita (gpc) y el Total Diario de Residuos Sólidos domiciliarios

Luego de la recolección de las muestras se procedió a la determinación de la Generación Per Cápita (gpc) y el Total Diario de Residuos Sólidos Domiciliarios, pesando diariamente el total de bolsas recogidas durante los días que duro el muestreo sin considerarse los datos de los residuos recolectados el primer día de muestreo para el análisis, y se dividieron entre el número total de personas de las unidades muestrales, y finalmente se multiplico por el número de habitantes de la localidad para obtener la

generación diaria total.

2.4.2. Determinación de la Composición Física de los Residuos Sólidos

Se utilizó la muestra de un día; los residuos se colocaron sobre un plástico grande a fin de no agregar tierra a los mismos.

Se rompieron las bolsas y se vertieron los desechos formando un montón.

Con la finalidad de homogenizar la muestra, se trozaron los residuos más voluminosos hasta conseguir un tamaño que resulte manipulable; puede ser 15 cm o menos.

Se dividió el montón en cuatro partes (método de cuarteo) y se escogieron las dos partes opuestas para formar un nuevo montón más pequeño. Se volvió a mezclar la muestra menor y se dividió en cuatro partes nuevamente, luego se escogieron dos opuestas y se formo otra muestra más pequeña. Esta operación se repitió hasta obtener una muestra de 30 kg de basura o menos.

Se separaron los componentes del último montón y se hace la clasificación por:

- papel y cartón
- madera y residuos de plantas
- restos de alimentos
- plásticos
- metales
- vidrio
- pañales
- recipientes de residuos, bolsitas grandes
- otros (caucho, cuero, tierra, etc.).

2.4.3. Determinación de la cantidad total de residuos recolectados

Con los datos obtenidos durante la recolección de las muestras se ha determinado la generación per cápita y multiplicando por la cantidad de usuarios y los datos de estadísticas y censos del año 2002 que determinan que la cantidad promedio de personas en el Municipio de Encarnación es de 4,3 habitantes por vivienda, se determina la cantidad de residuos domiciliarios, recolectados por día.

La cantidad de residuos de parques y jardines se obtuvo de la Municipalidad.

Lo que se lleva en forma informal también.

2.4.4. Establecer el Tamaño de los Almacenes de Carbono



Para la obtención del tamaño de los almacenes de carbono, utilizamos los datos oficiales del Municipio de Encarnación, consistentes en un Plano con la superficie actual del Vertedero y la profundidad promedio del mismo, lo que nos permitió hallar el volumen de Residuos.

Aplicamos una densidad promedio utilizada en ese tipo de vertedero para obtener el peso de residuos.

De la caracterización efectuada anteriormente se obtuvo el % de materia orgánica de los mismos, para finalmente acceder al stock de carbono existente en el Vertedero de Encarnación.

2.4.5. Cuantificación del potencial de generación de metano de los residuos sólidos municipales depositados diariamente en el vertedero municipal.

La cuantificación está dada por el producto de la cantidad de materia orgánica llevada por día al vertedero y su coeficiente de generación de metano.

3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN OBTENIDA

En el presente capítulo se presentan los resultados del trabajo de campo, seguido del análisis de los mismos, dicho análisis se realiza considerando los objetivos específicos formulados al inicio de la investigación, que se han formulado como dimensiones del análisis realizado.

3.1. Determinación de la Generación Per Cápita (gpc) y el Total Diario de Residuos Sólidos domiciliarios

Para la obtención de la Generación Per Cápita se consideró la cantidad de residuos recolectados en los días que duro el muestreo, obteniéndose una generación per cápita de 0,561 Kg. de residuos por habitante por día, de Residuos Domiciliarios, afectados al servicio de recolección de residuos del municipio.

Además de la obtención de la generación per cápita de residuos, se ha determinado la densidad de los residuos sólidos domiciliarios afectados al servicio de recolección del municipio.

3.2 Determinación de la Composición Física de los Residuos Sólidos

Para la determinación de la Composición Física de los Residuos Sólidos se ha hallado el porcentaje de materia orgánica y restos de jardín,

que fue del 62,35%, cuyos componentes son de alta biodegradabilidad.

Los papeles y cartones tuvieron un grado de participación de 10,64%, cuyos componentes son de baja biodegradabilidad.

Ambos muy importantes por su potencial de generación de gas metano.

3.3 Cantidad total de Residuos Sólidos Domiciliarios recolectados por día

De los datos obtenidos del Municipio, combinando con los de Estadísticas del año 2.002, obtenemos la cantidad total de personas que cuentan con el servicio de Recolección de Residuos y multiplicando con la generación diaria obtenida anteriormente se logra cuantificar las Residuos Sólidos Domiciliarios recolectados por día.

Aplicando el porcentaje de los componentes hallados anteriormente obtenemos la cantidad de materia orgánica en los mismos y la cantidad de papel, ambos son lo que producen el gas metano.

Tabla 1: Generación Total de Residuos Sólidos Domiciliarios Diarios (Kg.)

Usuarios atendidos	Personas vivienda	Total usuarios	Generación per cápita	Generación total diaria	Materia orgánica	Papel y cartón
9.631	4,3	41.414	0,561	23.233,25	62,35%	10,64%
Cantidad total en kilogramos				23.233,25	14.485,93	2.472,02

Fuente: Municipalidad de Encarnación, DGEEC, y datos obtenidos durante el trabajo de campo, elaborado por los autores

Los datos anteriormente obtenidos son de mucha importancia ya que permitirán determinar el volumen de residuos depositados actualmente con la cobertura del servicio a septiembre del año 2007, de tal forma a tener una proyección para la implementación de futuros proyectos a ser desarrollados en el municipio.

Parques y jardines con barrido de calles

Para la determinación de la Composición Física de los Residuos Sólidos se ha hallado el porcentaje de materia orgánica y restos de jardín, que fue del 62,35%, cuyos componentes son de



alta biodegradabilidad.

Los papeles y cartones tuvieron un grado de participación de 10,64%, cuyos componentes son de baja biodegradabilidad.

Ambos muy importantes por su potencial de generación de gas metano.

3.2.1 Cantidad total de residuos sólidos municipales

La cantidad total de residuos depositados diariamente en el Vertedero Municipal totalizaron 30.955, 92 Kg. por día., la cantidad de materia orgánica en los residuos fue de 19.796,53 Kg. diarios y los papeles tuvieron un peso de 2.684,82 Kg.

La Generación per cápita de R.S.M. resultó en 0,747 Kg/hab/día.

3.3 Establecer el Tamaño de los Almacenes de Carbono

Para determinar los almacenes de carbono primero se debió determinar la cantidad de residuos existentes en el vertedero municipal.

La determinación del mismo está dada por el producto de la superficie del vertedero y su altura, considerando que en este tipo de rellenos normalmente la tierra representa el 25% del volumen del mismo, y los residuos el 75%, se aplica el producto del mismo al volumen total y se obtuvo el equivalente a 16.542.900.000 m³ de residuos existentes en el vertedero de Encarnación.

La densidad de compactación para este tipo de vertedero con las maquinas utilizadas es de 600 kg./ m³, lo cual da un total de 22.057.200 toneladas de residuos existentes actualmente a setiembre del 2007 en el vertedero de Encarnación.

En la tabla siguiente puede observarse la cantidad de Residuos Sólidos Municipales obtenida en el Vertedero de Encarnación. Se debe destacar que el mapa de cobertura de residuos fue elaborado por la Sección Catastro del Municipio y la altura promedio fue un dato suministrado por la Sección Aseo Urbano.

Tabla 2: Total de Residuos en el Vertedero de Encarnación

Superficie del vertedero (m ²)	Altura en mts.	Volumen real de residuos 75% (m ³)	Densidad (Kg./m ³)	Peso total de residuos (ton.)
73.524	3,00	165.429	600	99.257,40

Fuente: Municipalidad de Encarnación, elaborado por los autores

Para intentar determinación del stock de carbono en el vertedero Municipal de Encarnación, el procedimiento fue el siguiente; se obtuvo el porcentaje de participación de la materia orgánica de residuos sólidos municipales, de donde multiplicado por la cantidad total de residuos existentes se obtuvo el peso en toneladas de la materia orgánica (restos de alimentos y plantas de jardín), el papel y la materia orgánica de parques.

A continuación puede verse en la tabla siguiente el contenido de materia orgánica presente en el vertedero de Encarnación, del cual una parte ya se ha biodegradado.

Tabla 3: Materia Orgánica Actual en el Vertedero de Encarnación

Cantidad total (ton.)	Materia orgánica 50,90% (ton.)	Materia org. de parques 13,04%	Papel y cartón 8,67%
99.257,40	50.522,02	12.943,16	8.605,62
Cantidad total en toneladas			72.070,80

Fuente: Datos propios obtenidos durante el trabajo de campo

Para la determinación de la cantidad de carbono existente en el Vertedero Municipal, intervienen dos factores a ser tenidos en cuenta, el primero de ellos es la antigüedad de los residuos, el segundo punto consiste en la cantidad vertida diariamente ya que la misma tiene un crecimiento continuo difícil de determinar con este estudio, debido a que la cobertura del servicio se amplía constantemente y la generación de residuos depende de factores socioeconómicos, sin embargo tomando el porcentaje de participación a setiembre del año 2007 de los distintos componentes, se ha podido estimar una cantidad, de las cuales una parte de ya se ha

biodegradado, mientras que otra aun está por comenzar el proceso.

Debido a los factores enunciados anteriormente es difícil determinar el stock actual de carbono existente en el Vertedero Municipal de Encarnación ya que ello amerita estudios mucho más profundos, fuera del alcance de este.

3.2 Cuantificación del potencial de Generación de Metano de los residuos sólidos municipales afectados al servicio de recolección del municipio.

El potencial de generación de metano de los Residuos Sólidos Municipales que son depositados diariamente en el Vertedero Municipal, con la cobertura actual del servicio (septiembre del 2007), se ha calculado en base a la producción de Materia Orgánica de alta y media biodegradabilidad de Residuos Domiciliarios, de Parques y Jardines y de Barrido de Calles, multiplicados por coeficientes de ha calculado un potencial de emisión de 33,28 toneladas..

La situación del Paraguay como país no anexo I, lo hace ideal para la implementación de proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio y analizando los datos obtenidos de 33,28 ton. de CO₂ equivalente (o 9 toneladas de carbono) a un precio variable entre 1 y 30 dólares la tonelada ; estimándose un valor regional de mercado de 10 dólares la tonelada, el resultado es de un ingreso aproximado de 332,8 dólares, por la basura depositada en un día,(o alrededor de 122.000,00 dólares por año) sin mencionar los beneficios socio ambientales por la disminución de emisiones y la creación de fuentes de trabajo. Dado que las condiciones físicas y operativas del futuro Relleno Sanitario Municipal de la ciudad de Encarnación, satisfacen los requerimientos necesarios para llevar a cabo un proyecto de recuperación y uso del biogás, se infiere que la hipótesis de la presente investigación es válida, ya que generaría ingresos al municipio por la captura de carbono.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La generación per cápita de Residuos Sólidos Domiciliarios afectados al servicio de recolección del municipio de Encarnación es de 0,561 kg/hab/día.

La generación per cápita de Residuos Sólidos Municipales afectados al servicio de recolección del municipio de Encarnación es de 0,747

kg/hab/día.

El volumen estimado de Residuos Sólidos Municipales tiene un potencial de generación de metano alto, debido a su concentración elevada de materia orgánica de alta y media biodegradabilidad.

La condición actual del Vertedero Municipal de Encarnación, hace que sea muy difícil determinar la cantidad de metano generado diariamente en el mismo, ya que intervienen varios factores que deben ser considerados, el primero de ellos es la antigüedad de los residuos , ya que ello conlleva que una parte del mismo ya se ha biodegradado, ya sea en condiciones aerobias o anaerobias, el segundo punto consiste en la cantidad vertida diariamente ya que la misma tiene un crecimiento continuo difícil de determinar y el tercero y más importante es que la condición del vertedero con su profundidad actual, no es totalmente anaerobio, condición esta, ideal para la generación de metano. Por ello se encuentra fuera del alcance de este estudio, ya que amerita otros cálculos más profundos de nivel de Doctorado.

La relación entre los rellenos sanitarios y los créditos de carbono está basada en el hecho de que los proyectos de captación y uso del biogás producido en los rellenos, a través de su quema y transformación en CO₂, son menos onerosos que diversas otras opciones de reducción de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). En consecuencia, es de esperar que estos proyectos, a ser implementados en rellenos sanitarios, despierten el interés de las principales corporaciones internacionales, como forma de obtener los Créditos por Reducción de Emisiones (CRE) a un precio más accesible.

Por el volumen de residuos recolectados por día ya es factible la elaboración de un Proyecto de Captura de Carbono mediante la Implementación del denominado Mecanismo de Desarrollo Limpio, dado que se sobrepasa 15 ton/día, valor mínimo requerido para lograr la obtención de **Créditos por Reducción de Emisiones**, a más de lo existente actualmente en el Vertedero.

Los ingresos por los CRE, aunque no se perciban de forma inmediata a la transformación de un basural en un relleno sanitario, podrán servir, a mediano plazo, como verdadera ayuda financiera para las municipalidades, de modo que garanticen la correcta operación de las instalaciones de destino final de los residuos sólidos urbanos. Se resuelve así, definitivamente y a bajo costo, el deber constitucional y moral de las municipalidades de eliminar de forma



correcta los residuos producidos en las aglomeraciones urbanas y ofrecer condiciones adecuadas de saneamiento básico a los habitantes de la ciudad que administran.

Dicho proyecto solo podrá ser llevado a la práctica con la implementación de un nuevo Vertedero Sanitario Municipal, que deberá operar con un relleno sanitario, con dimensiones estandarizadas, tratamiento de lixiviados, y sistema de captura de gases.

Actualmente el Municipio se encuentra negociando el total traslado del Vertedero viejo a uno nuevo con las características ideales para la puesta en marcha del proyecto propuesto.

Este trabajo propone la implementación de dicho Proyecto de Captura y uso del gas metano en el nuevo Vertedero Sanitario Municipal, ya que considera que el Volumen de Residuos satisface los requerimientos necesarios para llevar a cabo un proyecto de recuperación y uso del biogás e introducir al País en el negocio de la Captura y Venta de Certificados de Reducción de Emisiones.

De llevarse a cabo el proyecto se demostraría que la hipótesis es válida ya que generaría ingresos al Municipio por la Captura de Carbono.

BIBLIOGRAFÍA

- COSTA LEITE, Luiz Edmundo, PENIDO MONTEIRO, José Henrique, *Rellenos sanitarios y créditos de carbono: Oportunidades para ayudar a resolver el problema ambiental*, (www.web-resol.org).
- ABANADES, Juan Carlos y otros. (2005) (en línea). *La Captación y Almacenamiento de Dióxido de Carbono*. hppt: www.ipcc.org (05 de diciembre de 2006).
- GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO POR INVITACIÓN DE LA CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO *Informe especial del IPCC. La captación y el almacenamiento de dióxido de carbono. Resumen para responsables de políticas*. Editores: Bert Metz, Ogunlade Davidson, Heleen de Coninck, Manuela Loos, Leo Meyer, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático ISBN 92-9169-319-7 © 2005.
- MORERA-RUBIO-PEIDRO. (1999), *La realidad de un vertedero "controlado": El ejemplo del vertedero de la Font Santa*, Universitat d'Alacant.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, (2001) *Análisis Sectorial de Residuos Sólidos de Paraguay*.
- CONTECSA, (2006) *Estudio de Impacto Ambiental del Relleno Sanitario Municipal de Encarnación*.
- SAKURAI, Kunitoshi, (2000) *"Método sencillo de análisis de residuos sólidos"*, HDT 17 CEPIS-OPS.
- PINEDA, E.B. y Otros, (1.994), *Metodología de la Investigación*, Serie PALTEX, Washington.