

“FACTIBILIDAD DE CARACTERIZACIÓN DEL BIOGÁS EN UN RELLENO SANITARIO”

Maximiliano Martínez Andrade.¹

INTRODUCCIÓN

Los rellenos sanitarios son lugares destinados propiamente para la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, en los cuales, a pesar de su infraestructura e ingeniería concebidas para controlar los impactos ambientales (NOM-083-SEMARNAT-2003), es inevitable la generación de biogás por la descomposición de la basura. El biogás generado en dichos terrenos tiene como principales componentes al metano y al bióxido de carbono, considerados gases de efecto invernadero, objetos del protocolo de Kyoto, que tiene como compromiso internacional hacer frente al cambio climático. Por esta razón, resulta trascendental evaluar la composición del biogás generado en los rellenos sanitarios, mediante proyectos de aprovechamiento del mismo, que permitan su canalización y posterior transformación en energía limpia.

El presente trabajo contempló la evaluación de las emisiones de biogás generadas en el relleno sanitario caso de estudio. Con la información recabada de las emisiones y composición del biogás (metano y bióxido de carbono) es posible evaluar la factibilidad del aprovechamiento que tiene dicho relleno sanitario para canalizar las emisiones de metano hacia la generación de energía eléctrica.

El estudio consistió en un muestreo in-situ realizado en un relleno sanitario del Estado de México, donde se contemplaron para el muestreo 36 pozos de biogás, tanto de venteo como con quemador. Posteriormente, el análisis de las muestras de biogás se llevó a cabo en el laboratorio de gestión ambiental de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA) del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

La fundamentación de los resultados obtenidos se basa en las normas: *Contaminación Atmosférica – Fuentes Fijas – Determinación de la Emisión de Partículas Contenidas en los Gases que fluyen por un conducto – Método Isocinético* (NMX-AA-010-SCFI-2001); *Contaminación Atmosférica – Fuentes Fijas – Determinación de Flujo de Gases en un Conducto por medio de Tubo Pitot* (NMX-AA-009-1993-SCFI); La Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003.

INSTRUMENTOS LEGALES

Para la realización de esta investigación, se recurrió a la normativa mexicana pertinente, de manera que, cada paso en la realización de este estudio quede debidamente documentado y respaldado por la normativa. A continuación, se presenta la descripción de cada una de estas normas.

NMX-AA-010-SCFI-2001 *Contaminación Atmosférica – Fuentes Fijas – Determinación de la Emisión De Partículas Contenidas en los Gases que fluyen por un conducto – Método Isocinético*, publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 18 de abril del 2001. Esta norma

¹ Maximiliano Martínez Andrade. Unidad Profesional Interdisciplinario de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA), Instituto Politécnico Nacional (IPN). Maestría en Administración. E-mail: m_x91@hotmail.com

estable el procedimiento para determinar la emisión y concentración de partículas totales contenidas en los gases que fluyen por un ducto, la cual fue adaptada en los puntos de muestreo.

NMX-AA-009-1993-SCFI *Contaminación Atmosférica – Fuentes Fijas – Determinación de Flujos de Gases en un Conducto por medio de Tubo de Pitot*. De esta norma, se retoma la siguiente nota: cuando se tengan condiciones fuera de las especificaciones en la presente Norma Mexicana, la dependencia que verifique el muestreo, marcará los criterios y modificaciones a que deben someterse los usuarios.

Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, publicada el 20 de octubre de 2004 en el Diario Oficial, en esta se plantean las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Esta Norma Oficial Mexicana es carácter obligatorio para las entidades públicas y privadas que sean responsables de la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial. De esta norma, es importante retomar los puntos 7.11 y 7.11.1.

7.11 Para asegurar la adecuada operación de los sitios de disposición final, se deberá instrumentar un programa que incluya la medición y control de los impactos ambientales, además del programa de monitoreo ambiental de dichos sitios y conservar y mantener los registros correspondientes.

7.11.1 Monitoreo de biogás. Se debe elaborar un programa de monitoreo de biogás que tenga como objetivo, conocer el grado de estabilización de los residuos para proteger la integridad del sitio de disposición final y detectar migraciones fuera del predio. Dicho programa debe especificar los parámetros de composición, explosividad y flujo del biogás, entendido como el gasto volumétrico.

EQUIPO UTILIZADO

Para realizar el muestreo in-situ, se utilizó un analizador portátil de medición de la composición del biogás denominado GA5000 de la marca Geotech-Landtec.

PROCEDIMIENTO

De acuerdo con la normativa mexicana, se procedió a realizar el muestreo en 36 pozos de biogás en el Relleno Sanitario. La ubicación de cada punto de muestreo se identificó conforme a la información (mapas) proporcionada por la empresa, así como su correspondiente localización y validación in-situ. El punto para la toma de muestra dependió de las características del punto específico de emisión tanto de los pozos de venteo como de los quemadores de biogás, en todos los casos se buscó realizar el muestreo de forma hermética, evitando la fuga de biogás alrededor del punto de muestreo. Las dificultades para acondicionar el punto de muestreo se subsanaron utilizando un prototipo, el cual consta de un molinete que al girar genera pulsos que se contabilizan por medio de un contador de display indicando la frecuencia a la que gira el molinete. La frecuencia con la que gira el molinete se multiplica por el diámetro del aspa, obteniéndose así la velocidad.

Las temperaturas ambiente durante los muestreos fueron de 24°C y 27° C, en el primer y segundo muestreo respectivamente. Durante los muestreos de biogás en los 36 pozos del relleno sanitario se procedió a medir la velocidad en los ductos de salida de los pozos, esto se realizó con un

prototipo que se adaptó al G5000, que tiene un flujo en la bomba de 1.5 ft³/min (dato proporcionado en el manual del equipo). El tiempo de muestreo se ubicó en 3 minutos, el tiempo de estabilización de la lectura por el equipo fue de 1 minuto, el margen de error en la lectura del equipo para el metano (CH₄) es +/-0.5, para el bióxido de carbono (CO₂) es de +/-0.1, y para el oxígeno (O₂) es de +/- 0.2. Así mismo, se calculó la velocidad incorporando el diámetro de los tubos, determinándose la emisión de los gases de metano y bióxido de carbono, las cuáles se presentan en Kg/hr., como lo establece la NMX-AA-010-SCFI-2001.

Para familiarizarse con la lectura e interpretación de los resultados del muestreo, se presenta a continuación la tabla 1, con las abreviaturas utilizadas en las estimaciones de las emisiones.

Tabla 1. Abreviaturas

Abreviaturas	Significado
CH₄	Metano
CO₂	Bióxido de carbono
O₂	Oxígeno
PM	Peso Molecular (g/mol)
F	Frecuencia (1/s)
V	Rapidez (m/s)
c	Concentración en % mol
C	Concentración de la muestra
Dp	Diámetro prototipo (m)
DP	Diámetro Pozo (m)
A	Área (m ²)
GV	Gasto Volumétrico (m ³ /min)
E	Emisión (Kg/h)
T	Tiempo (s)
Ft³	Pies cúbicos
min	Minutos
Conversión 1	1ft ³ = 0.0283168m ³
Conversión 2	1m = 100cm
Conversión 3	1min = 60s
Conversión 4	1Kg = 1000g

Fuente: Elaboración propia.

En el mapa de localización de los pozos, se ubicaron 19 pozos con quemador (P.Q) y 20 pozos para venteo (P.V), sin embargo, en la visita se ubicaron un total de 36 pozos a los cuales se pudo tener accesos por medio del apoyo del personal técnico de la empresa, quien realizó las funciones de ubicación y apagado de los pozos con quemador durante el muestreo. Es conveniente señalar que el mapa tiene que actualizarse para identificar los pozos y los accesos por medio de una señalización que agilice el monitoreo de los pozos de biogás en el relleno sanitario.

RESULTADOS

Como parte de los resultados, se caracterizó la composición de biogás en cada uno de los 36 pozos muestreados, obteniéndose los porcentajes de metano (CH₄), bióxido de carbono (CO₂) y

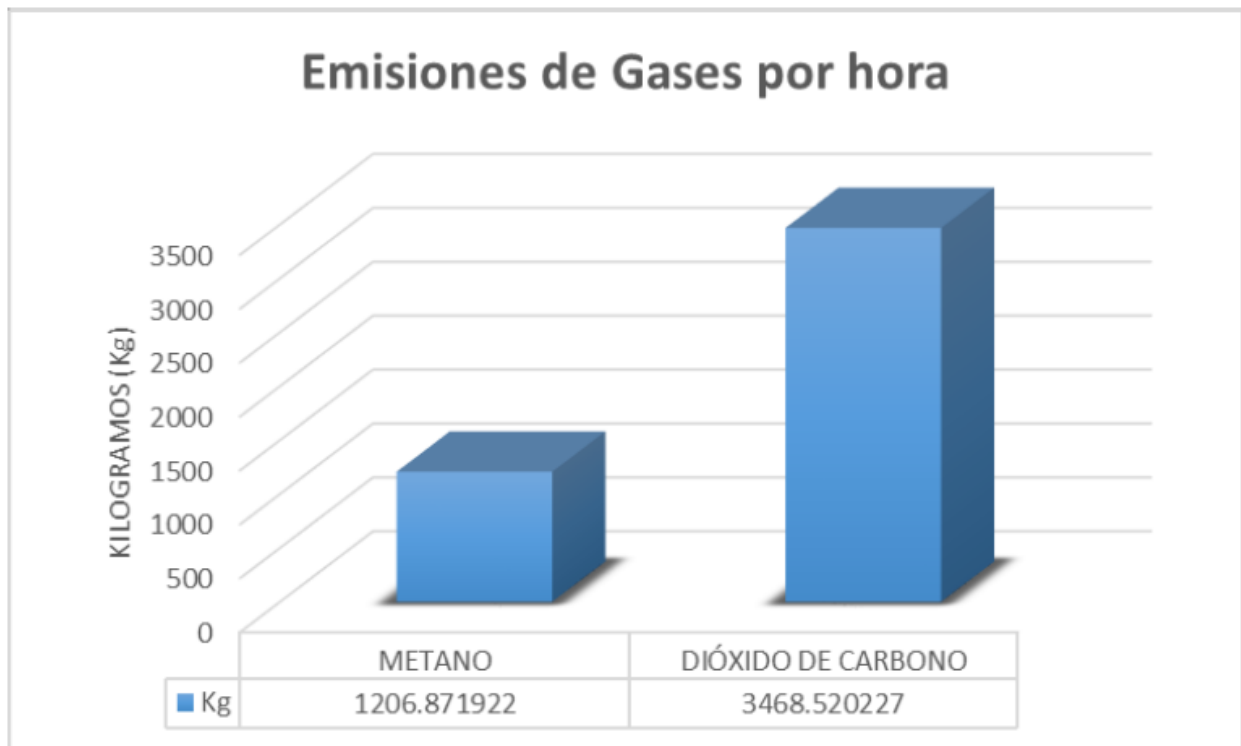
oxígeno (O₂) de las emisiones en cada pozo. Se obtuvo en más de la mitad de los pozos una composición de biogás con 50% o más de metano, 48% en promedio de bióxido de carbono y de 1% en oxígeno.

Las concentraciones de oxígeno en las muestras resultaron muy bajas e incluso por debajo del límite de detección en varios de los pozos muestreados, lo cual indica edades de residuos mayores a los tiempos necesarios para que se consumiera todo el oxígeno del aire atrapado dentro de las celdas.

También, se demuestra la eficiencia de aislamiento (impermeabilidad) de las capas de cubierta que no permiten la infiltración de aire hasta los residuos, manteniendo así condiciones anaerobias para la descomposición de los mismos.

En la figura 1, se muestran las emisiones de metano y bióxido de carbono por hora de los 36

Figura 1. Emisiones de gases por hora

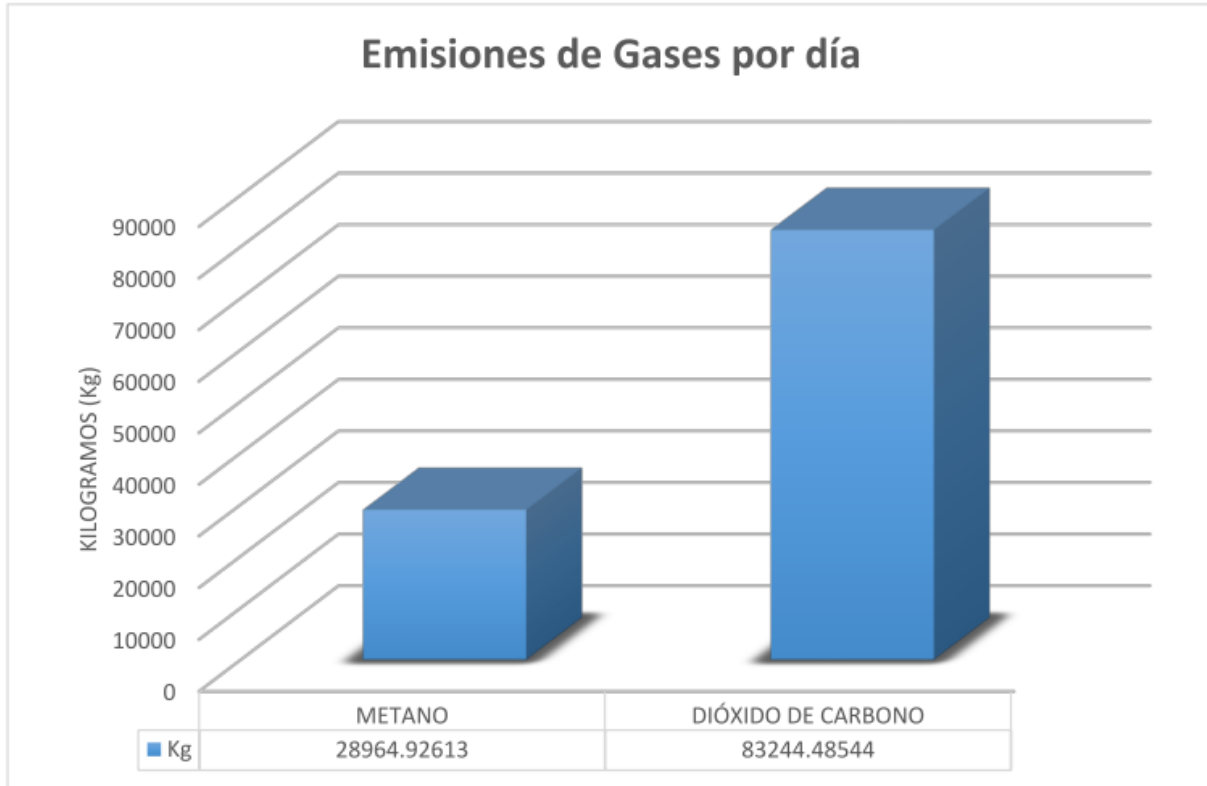


Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos insitu

pozos muestreados. Los resultados de la investigación arrojan que el relleno tiene la capacidad de emitir 1,206.871922 Kg/hr de metano en sus 36 pozos, y 3,468.520222 Kg/hr de dióxido de carbono.

En la figura 2, se observan las capacidades de emisión de metano y dióxido de carbono por día en el relleno, ubicándose en 28,964.92613 y 83,2444.48533 kilogramos diarios, respectivamente.

Figura 2. Emisiones de gases por día



Fuente: Elaboración propia

El metano y el bióxido de carbono son gases de efecto invernadero cuyo impacto al medio ambiente es muy diferente, el efecto del metano es 23 veces mayor al del bióxido de carbono, de acuerdo con el Tercer Reporte de Evaluación, elaborado por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático, organismo internacional establecido por la Organización de las Naciones Unidas para evaluar los riesgos del cambio climático inducido por la actividad humana.

Es primordial destacar el potencial de aprovechamiento por día que tiene el relleno sanitario para canalizar el gas metano y transformarlo en energía limpia, y así disminuir el impacto negativo del mismo en el medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

Cambridge. (1998). "Climatic Change". Reino Unido: Cambridge.

Espinosa, M, C, López, M, Pellón, A, Mayarí, R, & Fernández, A. (2007, Diciembre 11). "La fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos como fuente potencial de producción de biogás". CENIC Ciencias Biológicas, Vol. 38, pp.33-38.

Godoy, E. (2011). "Ambiente: El mundo apunta al metano". Octubre 11, 2016, de Noticias en Español Sitio web: <http://www.ipsnews.net/>

INEGI. (2005). "Estadísticas ambientales-Residuos". Instituto Nacional de "Estadística, Geografía e Informática", de INEGI Sitio web: www.inegi.gob.mx

Sánchez, M, E. (2005). "Comenzaran muestreos en el tiradero". Octubre 11, 2016 de Agencia Reforma Sitio web: <http://www.elnorte.com>

Secretaria de Comercio y Fomento Industrial Norma Mexicana. (1976). "NMX- AA-035-1976". México: Dirección General de Normas.

Secretaria de Economía. (2001). "NMX-AA-010-SCFI-2001". México: Dirección General de Normas.

Solórzano, G. (2000.). "Metodología para la determinación de la emisión de gases invernadero de sitios de disposición final de residuos sólidos municipales." Porto Alegre, Brasil. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental.

Solórzano, G. (2003, Enero-Marzo). "Aportación de gases de efecto invernadero por el manejo de residuos sólidos en México: el caso del metano". Gaceta ecológica, 66, pp.7-15.