



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“ESTUDIO DE LA CANTIDAD DE GAS METANO EMANADO AL AMBIENTE  
PRODUCTO DE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LA  
CELDA EMERGENTE DE LA MANCOMUNIDAD PUJILÍ/SAQUISILÍ, EN EL  
SECTOR INCHAPO DEL CANTÓN PUJILÍ”**

Proyecto de investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero en Medio Ambiente

**AUTOR:**

Jonathan León Semblantes

**TUTOR:**

Ing. Mogro Cepeda Yenson Vinicio

**LATACUNGA – ECUADOR  
FEBRERO-2019**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Yo **León Semblantes Jonathan Wladimir**” declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“Estudio de la cantidad de gas metano emanado al ambiente producto de la descomposición de los desechos sólidos en la celda emergente de la Mancomunidad Pujilí/Saquisilí, en el sector Inchapo del cantón Pujilí”**, siendo el Ing. Mogro Cepeda Yenson Vinicio tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales”.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....  
**León Semblantes Jonathan Wladimir**

**Número de C.I.: 050255846-3**

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **LEON SEMBLANTES JONATHAN WLADIMIR**, identificada/o con **C.C. N° 050255846-3**, de estado civil Soltero y con domicilio en el Barrio San Sebastián, Calle Isla Española y Pasaje las Gaviotas, cantón Latacunga, a quien en lo sucesivo se denominará **LA/EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LA/EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado de titulación de Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico

Fecha de inicio. – abril-agosto 2014

Fecha de finalización. - febrero 2019

Aprobación HCA. - febrero 2019

Tutor. - Ing. Mogro Cepeda Yenson Vinicio

**Tema: “Estudio de la cantidad de gas metano emanado al ambiente producto de la descomposición de los desechos sólidos en la celda emergente de la Mancomunidad Pujilí/Saquisilí, en el sector Inchapo del cantón Pujilí”**

**CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga del mes de febrero del 2018.

León Semblantes Jonathan Wladimir

**EL CEDENTE**

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

**EL CESIONARI**

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“Estudio de la cantidad de gas metano emanado al ambiente producto de la descomposición de los desechos sólidos en la celda emergente de la Mancomunidad Pujilí/Saquisilí, en el sector Inchapo del cantón Pujilí”**, de León Semblantes Jonathan Wladimir, de la Facultad de Ingeniería de Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, febrero 2019

**El Tutor**

---

**Ing. Mogro Cepeda Yenson Vinicio**

**CI: 050165751-4**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante, León Semblantes Jonathan Wladimir, con el título de Proyecto de Investigación Estudio de la cantidad de gas metano emanado al ambiente producto de la descomposición de los desechos sólidos en la celda emergente de la Mancomunidad Pujilí/Saquisilí, en el sector Inchapo del cantón Pujilí, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, febrero 2019

Para constancia firman:

---

**Lector 1 (Presidente)**  
**Nombre:** MSc. Patricio Clavijo.  
**CC:** 050144458-2

---

**Lector 2 (Secretario)**  
**Nombre:** Ing. David Landívar  
**CC:** 160055872-8

---

**Lector 3 (Opositor)**  
**Nombre:** Ing. Cristian Lozano

**CC:** 060360931-4

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco profundamente a Dios, por bendecirme y guiarme en cada uno de mis pasos para hacer realidad este sueño anhelado.

A mi madre y hermanos, por ser los promotores de mis sueños, creer en mí y ser mi ejemplo para seguir adelante y ser mi pilar fundamental en mi vida.

A mi tutor de tesis el Ing. Vinicio Mogro y el Ing. José Calvopiña quienes han sido los que me impartieron sus conocimientos para hacer posible la realización de este proyecto de investigación.

A mis familiares y amigos que me incentivaron y me motivaron para seguir adelante con los objetivos de este propósito.

***Autor: León Semblantes Jonathan Wladimir***



## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a Dios por ser el inspirador para lograr mis objetivos y cumplir mis metas.

A mi Madre y Hermanos con mucho cariño, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y mi educación siendo mi apoyo en todo momento, por su motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien pero más que nada, por su comprensión y cariño.

A mis queridas primas quienes llevan un lugar muy especial en mi vida y en mi corazón, por su paciencia y su consejo que me llevaron a cumplir mi sueño.

*Autor: León Semblantes Jonathan Wladimir*

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TITULO:** Estudio de la cantidad de gas metano emanado al ambiente producto de la descomposición de los desechos sólidos en la celda emergente de la Mancomunidad Pujilí/Saquisilí, en el sector Inchapo del Cantón Pujilí

**Autor:** León Semblantes Jonathan Wladimir

**RESUMEN**

La presente investigación tuvo como finalidad identificar la posible contaminación atmosférica generada por la celda emergente de la mancomunidad Pujilí – Saquisilí, para determinar la concentración y emanación de gas metano producido por la descomposición de desechos sólidos. Los procesos de descomposición de los residuos favorecen la emisión de productos contaminantes que pueden ser un riesgo potencial al ambiente y a la salud, realizando mediciones de metano con el equipo PCE-7755, con la normativa de la UE (Unión Europea) por la Directiva 92/42/ CEE mediante el Real Decreto 275/1995, y la caja analizadora de gases a combustión TESTO-350, que evaluó los gases O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, según la normativa internacional (USEPA) agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos donde se rigen los protocolos de monitoreo, y de evaluación establecidos en TULSMA, Libro VI, Anexo 3. Esta investigación se realizó durante diez meses y se dividió en dos partes para cumplir con los objetivos planteados, en la primera parte se realizó un diagnóstico de la área de estudios, que incluyeron entrevistas a los administradores y trabajadores para conocer los problemas ambientales actuales que se evidencian en los monitores en la segunda parte, con la información recopilada en campo se obtuvo los siguientes resultados, como el principal gas de investigación Metano CH<sub>4</sub> con la emanación de tres chimeneas a combustión, con una mínima de 0.4ppm y un máximo de 0.7ppm, obteniendo un promedio de emanación de 0.61ppm, que se encuentran en los límites permisibles según la medición de equipo PCE-7755 con Normativa UE que tiene como mínima 0,5ppm y máximo 1ppm con normativa vigente desde el 24 de Febrero de 1995. La administración de la mancomunidad y sus trabajadores tomarán muy en cuenta los análisis de emanación con el objetivo de mejorar la calidad ambiental del aire del Cantón Pujilí.

**Palabras clave:** Contaminación atmosférica, emanación de gas metano, límites permisibles, calidad ambiental.

## TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

### FACULTY OF AGRICULTURAL AND NATURAL RESOURCES

**THEME:** “Studying of the amount of methane gas emitted to the environment as a result of the decomposition of solid waste in the emergent cell of the Commonwealth from Pujilí - Saquisilí, in the Inchapo sector of the Pujilí Canton.”

**Author:** León Semblantes Jonathan Wladimir

#### ABSTRACT

This research was to identify the possible atmospheric contamination generated by the emergent cell of the Pujilí - Saquisilí Commonwealth, to determine the concentration and emanation of methane gas produced by the decomposition of solid waste. The processes of decomposition of waste favor the emission of products contaminants that can be a potential risk to the environment and health, making measurements of methane with the PCE-7755 equipment, with the regulations of the EU (European Union) by Directive 92/42 / CEE through Royal Decree 275/1995, and the TESTO-350 combustion gas analyzer box, which evaluated the O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> gases, according to the international regulations (USEPA) of the United States Environmental Protection Agency, where the monitoring and evaluation protocols established in TULSMA are governed, Book VI, Annex 3. This investigation was conducted for ten months and was divided into two parts to meet the objectives raised, in the first part a diagnosis of the area of studies was made, which included interviews with administrators and workers to know the current environmental problems that was evidenced in the monitors in the second part, with the information collected in the field was obtained the following results, as the main methane gas CH<sub>4</sub> with the emanation of three combustion chimneys, with a minimum of 0.4ppm and a maximum of 0.7ppm, obtaining an average of 0.61ppm emanation, which are within the permissible limits according to the measurement of PCE-7755 equipment with EU regulations that have a minimum of 0.5ppm and maximum 1ppm with regulations in force since February 24, 1995. The management of the commonwealth and its workers will take into account the emission analysis with the objective of improving the environmental quality of the air of the Pujilí Canton.

**Keywords:** Atmospheric pollution, methane gas emanation, permissible limits, environmental quality.

<b>ÍNDICE</b>	
<b>PORTADA</b> .....	I
<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA</b> .....	II
<b>CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR</b> .....	III
<b>AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	VI
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN</b> .....	VII
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	VIII
<b>DEDICATORIA</b> .....	IX
<b>RESUMEN</b> .....	X
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	XI
<b>Índice de Tablas</b> .....	XV
<b>Índice de Graficos</b> .....	XVI
<b>Índice de Ilustración</b> .....	XVI
<b>Índice de Fotografía</b> .....	XVI
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL</b> .....	17
<b>2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	18
<b>3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO</b> .....	19
<b>4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:</b> .....	19
<b>5. OBJETIVOS:</b> .....	21
<b>5.1. General:</b> .....	21
<b>5.2. Específicos:</b> .....	21
<b>6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.</b> .....	22
<b>7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA</b> .....	23
<b>7.1 Calidad del Aire</b> .....	23
<b>7.1.1 Calidad del Aire en el Ecuador</b> .....	23
<b>7.2.1 Gas metano</b> .....	24
<b>7.2.2 Bacteria archaea</b> .....	25
<b>7.3 Contaminación por gas metano</b> .....	26
<b>7.3.1 Otros Contaminantes</b> .....	27
<b>7.3.2 Contaminación Atmosférica</b> .....	28
<b>7.3.3 Clasificación de los Contaminantes</b> .....	28
<b>7.3.3.1 Según sus Características:</b> .....	29
<b>7.3.3.1.1 Contaminantes Físicos</b> .....	29

7.3.3.1.2	Contaminantes Químicos .....	29
7.3.3.1.3	Contaminantes Biológicos .....	29
7.3.3.2	Según su Origen: .....	29
7.3.3.2.1	Las Emisiones Naturales .....	29
7.3.3.2.2	Las Emisiones Antropogénicas .....	30
7.4.1	Que es el efecto invernadero .....	30
7.5	Riesgos potenciales contra la salud. ....	32
7.6	Puntos permisibles al metano. ....	33
7.6.1	Descripción y uso. ....	33
7.6.2	Determinar la explosión .....	33
7.7	Niveles de concentración del metano. ....	34
7.8	Descripción del Equipo Analizador de Gases de Combustión TESTO 350 .....	35
7.8.1	El Manejo de la Caja Analizadora .....	35
7.8.2	NORMATIVA APLICADA .....	36
7.8.3	TULSMA (Texto unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente). ....	36
7.8.4	Normativa UE Unión Europea. ....	37
7.8.5	Descripción del Equipo Analizador de Gases PCE-7755 .....	37
7.9	Mitigación del gas metano. ....	37
8	PREGUNTA CIENTIFICA .....	38
9	METODOLOGÍAS (TÉCNICAS, MÉTODOS) .....	39
9.2	LUGAR DE ESTUDIO .....	40
9.2.1	LOCALIZACIÓN .....	40
9.3	TIPOS DE INVESTIGACIÓN .....	41
9.3.1	Investigación Descriptiva .....	41
9.3.2	Investigación Bibliográfica .....	41
9.3.3	Investigación de campo .....	41
9.4	TIPOS DE MÉTODOS .....	41
9.4.1	Método descriptivo .....	41
9.4.2	Método deductivo .....	42
9.4.3	Método cuantitativo .....	42
9.5	TIPOS DE TÉCNICAS .....	42
9.5.1	Observación directa .....	42
9.5.2	Entrevista .....	42
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	42

<b>10.1</b>	<b>Análisis de daños que tiene la emanación del gas metano al ambiente .....</b>	<b>42</b>
	<b>Usos industriales.....</b>	<b>43</b>
<b>10.2</b>	<b>PROTOCOLO PARA EL MONITOREO DE GASES .....</b>	<b>44</b>
<b>10.2.1</b>	<b>Monitoreo.....</b>	<b>44</b>
<b>10.2.2</b>	<b>Protocolo de Muestreo.....</b>	<b>45</b>
<b>10.3</b>	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>46</b>
<b>10.3.1</b>	<b>RESULTADO Y ANÁLISIS DE LOS GASES CONTAMINANTES IDENTIFICADOS EN LAS FUENTES FIJAS.....</b>	<b>46</b>
<b>10.4</b>	<b>Propuesta.....</b>	<b>57</b>
<b>10.4.1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>57</b>
<b>10.4.2</b>	<b>Antecedentes .....</b>	<b>57</b>
<b>10.4.3</b>	<b>Justificación .....</b>	<b>58</b>
<b>10.4.4</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>59</b>
<b>10.4.5</b>	<b>Fundamentación .....</b>	<b>59</b>
<b>10.4.6</b>	<b>Programas relacionados con los objetivos.....</b>	<b>60</b>
<b>10.4.7</b>	<b>Bibliografía.....</b>	<b>63</b>
<b>10.4.8</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>65</b>
<b>11.</b>	<b>PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:.....</b>	<b>66</b>
<b>12.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>67</b>
<b>12.1</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>67</b>
<b>12.2</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>68</b>
<b>13.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>69</b>

## Índice de Tablas

Tabla 1 Beneficiarios directos.....	19
Tabla 2 Beneficiarios indirectos.....	19
Tabla 3 Actividades de los objetivos.....	22
Tabla 4 Emisiones de CH <sub>4</sub> .....	25
Tabla 5 Riesgos .....	32
Tabla 6 Puntos permisibles .....	34
Tabla 7 Composición .....	38
Tabla 8 Ubicación .....	40
Tabla 9 Diámetro de las chimeneas en puntos de muestreo.....	45
Tabla 10 Datos de muestreo .....	46
Tabla 11 Comparación de datos con el TULSMA Libro VI, Anexo 3, y normativa europea PCE-7755 en la celda emergente de la Mancomunidad. ....	46
Tabla 12 Análisis diario del monitoreo del (CH <sub>4</sub> ) Día 1 am .....	47
Tabla 13 Análisis diario del monitoreo del (CH <sub>4</sub> ) Día 1 pm.....	48
Tabla 14 Análisis diario del monitoreo del (CH <sub>4</sub> ) promedio. ....	48
Tabla 15 Análisis diario del monitoreo del (CH <sub>4</sub> ) Día 2 am .....	50
Tabla 16 Análisis diario del monitoreo del (CH <sub>4</sub> ) Día 2 pm.....	51
Tabla 17 Análisis diario del monitoreo del (CH <sub>4</sub> ) promedio. ....	51
Tabla 18 Análisis diario del monitoreo del (CH <sub>4</sub> ) Día 3 am .....	53
Tabla 19 Análisis diario del monitoreo del (CH <sub>4</sub> ) Día 3 pm.....	54
Tabla 20 Análisis diario del monitoreo del (CH <sub>4</sub> ) promedio. ....	54
Tabla 21 Presupuesto .....	66
Tabla 22 Promedios analizados.....	81
Tabla 23 Datos Celda Emergente.....	82

## **Índice de Graficos**

Grafico 1 Análisis diario del monitoreo del (CH <sub>4</sub> ) Día 1 am .....	49
Grafico 2 Análisis diario del monitoreo del (CH <sub>4</sub> ) Día 1 pm.....	49
Grafico 3 Análisis diario del monitoreo del (CH <sub>4</sub> ) Día 2 am .....	52
Grafico 4 Análisis diario del monitoreo del (CH <sub>4</sub> ) Día 2 pm.....	52
Grafico 5 Análisis diario del monitoreo del (CH <sub>4</sub> ) Día 3 am .....	55
Grafico 6 Análisis diario del monitoreo del (CH <sub>4</sub> ) Día 3 pm.....	56

## **Índice de Ilustración**

Ilustración 1 Riesgos del metano.....	32
Ilustración 2 Ubicación Celda Emergente Mancomunidad Pujilí - Saquisilí.....	41
Ilustración 3 Salida de estructura y chimeneas.....	44

## **Índice de Fotografía**

Fotografía N° 1 Sondaje eléctrico vertical 1 .....	77
Fotografía N° 2 Sondaje eléctrico vertical 2 .....	77
Fotografía N° 3 Basurero y celda de Pujilí.....	77
Fotografía N° 4 Basurero y celda de Pujilí.....	77
Fotografía N° 5 Lugar de trabajo relleno .....	77
Fotografía N° 6 Lugar de trabajo relleno .....	77
Fotografía N° 7 Grupo de trabajo para investigación.....	78
Fotografía N° 8 Tipos de chimeneas, celda emergente .....	78
Fotografía N° 9 Recolección de datos en las chimeneas de la celda emergente. ....	79
Fotografía N° 10 Medición y base de datos de emanación de gases.....	79
Fotografía N° 11 Control para la propuesta de mitigación.....	80
Fotografía N° 12 Control para la propuesta de mitigación.....	80



# **ESTRUCTURA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PROYECTO DE TITULACIÓN I**

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del Proyecto:**

“Estudio de la cantidad de gas metano emanado al ambiente producto de la descomposición de los desechos sólidos en la celda emergente de la Mancomunidad Pujilí/Saquisilí, en el sector Inchapo del cantón Pujilí”

**Fecha de inicio:** Abril de 2018

**Fecha de finalización:** Febrero 2019

### **Lugar de ejecución:**

El sector Inchapo, Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi.

### **Facultad que auspicia**

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

### **Carrera que auspicia:**

Ingeniería de Medio Ambiente.

### **Proyecto de investigación vinculado:**

Estudio en la disposición final de residuos sólidos de la mancomunidad en el Cantón de Pujilí de la Provincia de Cotopaxi.

### **Equipo de Trabajo:**

Autor: Jonathan León

Tutor: Ing. Vinicio Mogro

### **Lectores:**

Ing. MSc. Patricio Clavijo (Lector 1)

Ing. David Landívar (Lector 2)

Ing. Cristian Lozano (Lector 3)

### **Área de Conocimiento:**

Ambiental - Manejo de desechos sólidos, cuantificación del gas metano.

**Línea de investigación:** Gestión de Calidad y Seguridad Laboral.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:** Salud, Seguridad y Ambiente.

## **2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

En el presente proyecto de titulación se estudió la cantidad de gas metano emanado al ambiente derivada en la celda emergente de la Mancomunidad para la Gestión Integral de desechos sólidos de los cantones Pujilí/Saquisilí, para esta investigación se conoce que el metano es uno de los principales gases responsable del efecto invernadero. Su efecto negativo sobre el calentamiento del planeta es 21 veces mayor que el del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Se realizó la investigación en campo para analizar el gas metano, ya que tiene un potencial de calentamiento global de 23.4, esto significa que en una medida de tiempo de 100 años cada Kg de CH<sub>4</sub> calienta la Tierra 23 veces más que la misma masa de CO<sub>2</sub>, sus consecuencias en el ambiente como en la salud de las personas están muy de la mano, ya que en las personas tiene como su principal peligro para la salud son las quemaduras que puede provocar si entra en ignición.

Es altamente inflamable y puede formar mezclas explosivas con el aire. Como método de control este proceso natural se puede aprovechar para producir biogás y minimizar el impacto que da al ambiente y a la salud.

Además, justificamos que uno de los mecanismos que permiten reducción de emisiones es parte de proyectos generadores por el estudio de gas metano, están influenciados con los proyectos de captura de gas metano de rellenos sanitarios.

Además, esta investigación es una alternativa que contribuirá bibliográficamente en futuras investigaciones, sobre la calidad del aire y el cuidado del ambiente.

### 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

**Tabla 1** Beneficiarios directos

<b>BENEFICIARIOS DIRECTOS</b>	
La Mancomunidad de Pujilí/Saquisilí, (Administrativos y Trabajadores)	Administrativos: <b>3</b> Trabajadores de la celda: <b>4</b> Conductor: <b>1</b>

**Fuente:** INEC, 2010, Secretaria de la Facultad CAREN (2018) y Mancomunidad del Municipio de Pujilí.

**Elaborado por:** Jonathan León. 2019

**Tabla 2** Beneficiarios indirectos

<b>BENEFICIARIOS INDIRECTOS</b>	
La Mancomunidad conformada por el Cantón Pujilí y el Cantón Saquisilí.	Habitantes del Cantón Pujilí <b>60.728 Hab.</b> Habitantes del Cantón Saquisilí <b>20.815 Hab.</b>

**Fuente:** INEC, 2010, Secretaria de la Facultad CAREN (2018) y Mancomunidad del Municipio de Pujilí.

**Elaborado por:** Jonathan León. 2019

### 4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

Los sitios de disposición final son el punto más débil de los procesos de manejo de residuos municipales y esto resulta en vectores de contaminación ambiental que afectan directamente las fuentes de agua, la calidad del aire y, en ocasiones, a los asentamientos de población aledaña.

Tradicionalmente, los combustibles fósiles han sido empleados para la generación de energía. Sin embargo, las preocupaciones ambientales y la reducción en las reservas mundiales han aumentado la necesidad de encontrar nuevos recursos energéticos.

Una alternativa a dicha problemática es la generación de energía a través de los residuos sólidos municipales (basura), por estudios de la emanación de gas metano al ambiente.

En la presente investigación se propone analizar la emanación de gas metano, para generar energía con los residuos sólidos, enfocándose más en la utilización de biogás para minimizar los efectos de éste, en el medio ambiente.

A nivel mundial los rellenos representan la tercera fuente más grande de emisiones Antropogénicas de metano, lo que constituye aproximadamente el 13% o más de las emisiones de metano.

En la Provincia de Cotopaxi en el Cantón Pujilí en el sector Inchapo está localizado el relleno sanitario de la mancomunidad para la gestión integral de residuos sólidos de los Cantones Pujilí-Saquisilí, posee una problemática en la salud y seguridad de los moradores, por la emisión del gas metano al ambiente.

Las primeras investigaciones en este campo comenzaron en Estados Unidos al iniciarse la década de los setenta y a partir de los ochenta muchos países iniciaron programas que alentaban la utilización del gas proveniente de los rellenos sanitarios. (Aguilar, Q.2011)

## **5. OBJETIVOS:**

### **5.1.General:**

- Determinar la cantidad de gas metano emanado al ambiente producto de la descomposición de los desechos sólidos en la celda emergente de la Mancomunidad Pujilí/Saquisilí, en el sector Inchapo del cantón Pujilí.

### **5.2.Específicos:**

- Describir los daños que se producen al ambiente por la contaminación de gas metano.
- Analizar los resultados obtenidos por los medidores de gas metano PCE-7755 y TESTO-350
- Proponer una alternativa de mitigación para la emanación de gas metano.

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 3 Actividades de los objetivos

OBJETIVO	ACTIVIDAD	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACION
<b>1Obj. Describir los daños que se producen al ambiente por la contaminación de gas metano.</b>	Medir la emanación de gas metano producida por los desechos sólidos.	Calidad del aire.	GPS Registro fotográfico Medidor PCE-7755.
	Obtener información del gas metano como contaminante.	Contaminantes al ambiente.	Consulta bibliográfica.
<b>2Obj. Analizar los resultados obtenidos por los medidores de gas metano PCE-7755 y TESTO-350</b>	Observación In situ	Condiciones ambientales	Registro fotográfico y datos.
	Recolección de datos de medición del gas metano.	Toma de datos.	Matriz de Excel Indicadores de medición.
<b>3Obj. Proponer una alternativa de mitigación para la emanación de gas metano.</b>	Captura de gas metano para producción de energía.	Producción de biogás La calidad del biogás producido	Artículos Científicos Documentos científicos Trabajos investigativos

Elaborado por: Jonathan León. 2019

## **7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **7.1 Calidad del Aire**

La calidad del aire en la mayoría de las ciudades del mundo que monitorean su contaminación atmosférica no alcanzan los niveles de seguridad señalados por los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), lo que pone a las personas ante un riesgo adicional de enfermedades respiratorias y otros problemas de salud. La base de datos sobre la calidad del aire de la OMS cubre a 1600 ciudades a lo largo de 91 países, y revela que más ciudades en el mundo están monitoreando la calidad del aire, lo cual refleja un reconocimiento creciente de los riesgos para la salud de la contaminación atmosférica (Organización Mundial de la Salud, 2014).

Sólo el 12% de las personas que viven en ciudades que reportan sobre la calidad del aire, residen en ciudades que cumplen con los niveles aceptados por las Directrices de la OMS sobre Calidad del Aire. Cerca de la mitad de la población urbana que está siendo monitoreada está expuesta a contaminación atmosférica que es al menos 2,5 veces más alta que los niveles recomendados por la OMS, lo cual supone un riesgo adicional y a largo plazo para su salud. En América, hay datos disponibles sobre la calidad del aire sólo para 17 de los 35 países de la región, con 623 ciudades de la región representadas en la base de datos de la OMS. Los datos sobre esas ciudades sugieren que cerca del 95% de las personas que viven en países de ingresos bajos o medianos en las Américas están expuestas a contaminación atmosférica que excede los niveles recomendados por la OMS, mientras que en el caso de los países de ingresos altos, un 60% de la población estaría expuesta a una situación similar (Rocha, 2014).

#### **7.1.1 Calidad del Aire en el Ecuador**

El Plan Nacional de Calidad del Aire muestra que la gestión ambiental de la calidad del aire en el país presenta profundas falencias, de acuerdo con estudios oficiales publicados por la SENPLADES en el año 2007, la gestión ambiental presenta problemas tales como: la falta de seguimiento de convenios suscritos, dispersión legislativa, dispersión de jurisdicción y competencias, debilidad institucional y presupuestaria del Ministerio del Ambiente Ecuador. Adicionalmente, los diferentes entes involucrados en la gestión ambiental del aire mantienen información dispersa, escasa y poco confiable (Ministerio del Ambiente, 2010).

El Ministerio del Ambiente hace referencia que, en el Ecuador, la contaminación del aire tiene sus causas en las deficiencias de algunos aspectos relacionados con la planificación territorial de los asentamientos humanos, las industrias, la utilización de tecnologías obsoletas en las actividades productivas y de transporte, mala calidad de los combustibles. En el país se cuenta con pocas investigaciones sobre los efectos de la contaminación del aire en la salud de las personas, estos temas no han sido incluidos en los programas de desarrollo urbano y no se han llevado a cabo estudios epidemiológicos relacionados con la contaminación del aire. La percepción ciudadana está dirigida exclusivamente a los impactos que genera la contaminación sobre la salud, esto repercute en la escasa valoración de los impactos que la contaminación atmosférica genera en el tema del desarrollo social y económico (MAE, 2014).

## **7.2 Estudio de gas metano**

### **7.2.1 Gas metano.**

(Fernández, 2010) Es un hidrocarburo alcano no polar que se presenta en forma de gas a temperaturas y presiones ordinarias. Es incoloro e inoloro y apenas soluble en agua en su fase líquida. Constituye el 97% del gas natural y es muy peligroso, ya que es fácilmente inflamable y explosivo.

En la naturaleza se produce como producto final de la putrefacción anaeróbica de las plantas. Este proceso natural se puede aprovechar para producir biogás. El metano es un gas de efecto invernadero relativamente potente que contribuye al calentamiento global del planeta Tierra. Sucede que, a temperaturas bajas y alta presión, condiciones que existen en los fondos marinos entre 300 y 500 metros de profundidad, la molécula de metano es atrapada por seis moléculas de agua que forman una caja cristalizada, el hidrato de metano.

El oxígeno no fue un componente mayoritario de la atmósfera hasta que los organismos fotosintéticos aparecieron más tarde en la historia de la Tierra. Sin oxígeno el metano podía permanecer en la atmósfera más tiempo y además en otras concentraciones que en las actuales condiciones.

El metano lo produce un grupo de bacterias llamadas archaea o bacterias primitivas. Estas se alimentan de la materia orgánica que le llega desde tierra. Por esta razón encontramos los hidratos de metano cerca de los continentes. Pero, encontramos estos depósitos de metano bajo los “permafrost” o terrenos congelados en Alaska, Canadá y Liberia.



(Fernández, 2010) Se estima que los depósitos de metano sumergido superan el doble de la cantidad total de combustible fósil existente en el planeta. Son depósitos inmensos y concentrados. Una unidad de los hidratos produce 160 unidades de metano, listo para usarse como combustible. En otras palabras, los hidratos de metano pueden suplir la energía necesaria a nuestra civilización por cientos de años. Pero es complicada su extracción.

El metano es un gas de invernadero, aunque se encuentra muy poco en la atmósfera, es 10 veces más efectivo como gas que calienta la atmósfera que el propio CO<sub>2</sub>. La preocupación actual de los especialistas sobre cambio climático es la posibilidad de un escape masivo del metano sumergido. La inyección masiva de este gas a la atmósfera implica un calentamiento intenso y rápido del planeta. Se cree que ya esto ocurrió en el pasado. El Dr. Timothy Bralower, geólogo de la Universidad de Carolina del Norte, descubrió, en la cuenca del Caribe,

**Tabla 4** Emisiones de CH<sub>4</sub>

Origen	Emisiones de CH <sub>4</sub>		
	Masa (Tg/año)	Porcentaje (%/año)	Total (%/año)
<b>Emisiones naturales</b>			
Humedales	225	83	37
Termitas	20	7	3
Océano	15	6	3
Hidratos	10	4	2
<b>Total Natural</b>	270	100	45
<b>Emisiones Antropogénicas</b>			
Energía	110	33	18
<b>Basureros</b>	40	12	7
Tratamiento de desechos	25	8	4
<b>Combustión de Biomasa</b>	40	12	7
Total Antropogénicas	330	100	55

**Elaborado por:** Jonathan León. 2019

**Fuente:** Artículo 2015 Emisiones de gases al ambiente.

## 7.2.2 Bacteria archaea.

Las arqueas son un grupo de microorganismos unicelulares que, al igual que las bacterias, tienen morfología procariota, sin núcleo ni, en general, orgánulos membranosos internos, pero son fundamentalmente diferentes a éstas, de tal manera que conforman su propio dominio y reino.

Las arqueas y bacterias son bastante similares en tamaño y forma, aunque algunas arqueas tienen formas muy inusuales, como las células aplanadas y cuadradas de *Haloquadratum walsbyi*. A pesar de esta semejanza visual con las bacterias, las arqueas poseen genes y varias rutas metabólicas que son más cercanas a las de los eucariotas, en especial en las enzimas implicadas en la transcripción y la traducción. Otros aspectos de la bioquímica de las arqueas son únicos, como los éteres lipídicos de sus membranas celulares.

Las arqueas explotan una variedad de recursos mucho mayores que los eucariotas, desde compuestos orgánicos comunes como los azúcares, hasta el uso de amoníaco, iones de metales o incluso hidrógeno como nutrientes. Las arqueas tolerantes a la sal las haloarqueas utilizan la luz solar como fuente de energía, y otras especies de arqueas fijan carbono; sin embargo, a diferencia de las plantas y las cianobacterias, no se conoce ninguna especie de arquea que sea capaz de ambas cosas. Las arqueas se reproducen asexualmente y se dividen por fisión binaria, fragmentación o gemación; a diferencia de las bacterias y los eucariotas, no se conoce ninguna especie de arquea que forme esporas.

### **7.3 Contaminación por gas metano.**

El metano es uno de los principales gases del efecto invernadero, su efecto negativo sobre el calentamiento del planeta es 23 veces mayor que el del dióxido de carbono.

(Vida Sostenible2016) El metano se produce por fuentes naturales, por ejemplo, los depósitos orgánicos del fondo oceánico y por grandes industrias durante la fabricación de sus productos, o como resultado de su propia actividad como por ejemplo la agricultura, la minería de carbón, la producción de gas natural y los vertederos municipales.

La producción, procesamiento transmisión y distribución del metano a nivel mundial libera hasta 88.000 millones de metros cúbicos de dicho gas. Las empresas deben tomar conciencia y mejorar los métodos de producción para reducir las emisiones de gas metano a la atmósfera.

(Alberto, 2014) Los vertederos son otra fuente de generación de metano, los desperdicios que se generan en las ciudades tienen como fin los vertederos, en donde se desprende el

metano conforme la materia orgánica se va descomponiendo. Una tonelada de basura orgánica produce 40 metros cúbicos de biogás (65% metano y 35% dióxido de carbono) y el mundo produce 5 millones de toneladas de basura al día. Las basuras del mundo producen biogás en cantidad de 44.000 millones de metros cúbicos al año; es el aporte de todos los seres humanos al cambio climático.

Curiosamente, este periodo coincide con un calentamiento abrupto del planeta que provocó la extinción masiva de especies. Dr. Bralower plantea que dichas erupciones volcánicas calentaron las aguas del mar Caribe. Este aumento en la temperatura de mar a su vez liberó el metano atrapado en el fondo marino. Este llegó a la atmósfera, y como gas caliente, aumentó en un abrir y cerrar de ojos geológico, la temperatura global.

La liberación abrupta de metano en los taludes sumergidos de los continentes se asocia con la formación histórica de tsunamis. Al liberarse el metano, los sedimentos marinos se desestabilizan en estos “barrancos” sumergidos provocando la formación de estas enormes olas.

A dicho fenómeno se le atribuye la formación de un tsunami en el Golfo de Cádiz arrasando con las ciudades de Lisboa y Cádiz en el siglo XVIII. Pero las andanzas del metano no se quedan aquí.

En el Triángulo de las Bermudas, particularmente hacia el oeste de la zona, se ha informado de la presencia de aguas agitadas formando domos o lentes. Estos se atribuyen a escapes de grandes volúmenes del gas metano.

(Alberto, 2014) Se cree que estos domos de metano son los causantes de la desaparición de barcos en el Triángulo de las Bermudas. Simulaciones realizadas en laboratorios de la Universidad de Monash en Melbourne, Australia confirman la posibilidad de hundimientos de barcos atribuidos al metano.

### **7.3.1 Otros Contaminantes**

La actividad de los asentamientos poblacionales y agroindustrias, son otras de las fuentes de emisión de contaminantes a la atmósfera. Se desprenden partículas y malos olores, adicional a la presencia de vectores sanitarios, desde los botaderos incontrolados de basuras, junto a las quebradas. “El incremento del uso agro-industrial del suelo, conlleva al incremento en el uso de agroquímicos, con la consecuente introducción de parte del volumen aplicado, hacia la atmósfera (Ricaute, 2013).

### **7.3.2 Contaminación Atmosférica**

La contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud. Mediante la disminución de los niveles de contaminación del aire los países pueden reducir la carga de morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cánceres de pulmón y neumopatías crónicas y agudas, entre ellas el asma (OMS, 2004).

En el Texto Unificado de Legislación define a la contaminación del aire como la presencia de sustancias en la atmósfera, que resultan de actividades humanas o de procesos naturales, presentes en concentración suficiente, por un tiempo suficiente y bajo circunstancias tales que interfieren con el confort, la salud o el bienestar de los seres humanos o del ambiente el (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, 2017)

Mientras que la Red Ambiental de Asturias muestra que la contaminación atmosférica se produce por la descarga en el aire, ya sea continua o discontinua, de sustancias, materias o fuentes de energía, procedentes de cualquier fuente susceptible de producir contaminación. (Lidioma, 2018)

Es lo que se conoce como emisiones contaminantes, que pueden ser puntuales, cuando proceden de un foco definido, como chimeneas de industrias o calefacciones, tubos de escape de automóviles, etc., o bien difusas, cuando se generan de forma dispersa en una zona localizada, como en una cantera, durante el trasiego de gráneles (Red Ambiental de Asturias, 2013).

### **7.3.3 Clasificación de los Contaminantes**

En la actualidad se encuentra identificados 3.000 sustancias gaseosas consideradas como contaminantes atmosféricos, la mayoría de ellos orgánicos (es decir, compuestos por cadenas de carbono). Estos compuestos, englobados por el concepto de contaminación atmosférica como aquellos capaces de provocar daños, pueden clasificarse de acuerdo a distintos criterios (Orozco, 2003).

### **7.3.3.1 Según sus Características:**

#### **7.3.3.1.1 Contaminantes Físicos**

Se encuentran estrechamente relacionados con las diferentes formas de energía existentes (calor, ruidos, cambios bruscos de temperatura) de tal suerte que sus repercusiones son visibles solamente a largo plazo ya que son muy difíciles de identificar a simple vista (Centro de Investigación de Medio Ambiente , 2012).

#### **7.3.3.1.2 Contaminantes Químicos**

Es aquella ocasionada por algunos materiales, o más bien dicho, por sustancias de origen químico. Como por ejemplo el azufre, cloro, fósforo. Los cambios que se producen en la composición química de la atmósfera pueden cambiar el clima, producir lluvia ácida o destruir el ozono, fenómenos todos ellos de una gran importancia global. Se entiende la urgencia de conocer bien estos procesos y de tomar las medidas necesarias para que no se produzcan situaciones graves para la vida de la humanidad y de toda la biosfera (Guerrero, Ibarra, & Fausto, 2004).

#### **7.3.3.1.3 Contaminantes Biológicos**

Es provocada por la presencia de organismos microscópicos, como son las bacterias, los hongos, los protozoarios, los virus. Con ello lo que se genera es un desequilibrio ambiental e incluso puede provocar grandes índices de mortalidad en cortos periodos de tiempo (Bravo, H. Sosa, R., 2009).

### **7.3.3.2 Según su Origen:**

#### **7.3.3.2.1 Las Emisiones Naturales**

Se generan por procesos que ocurren en la naturaleza como emisiones volcánicas y marinas, incendios forestales o la actividad de los seres vivos (bacterias desnitrificadoras, digestión de los herbívoros). Este tipo de emisiones suelen determinar los niveles de fondo natural que se registran en la atmósfera, es decir aquellas concentraciones registradas en la atmósfera no directamente influida por ningún foco de contaminación. A estos niveles de fondo se suman las emisiones gaseosas derivadas de la actividad humana (Gallego, et al., 2012).

### **7.3.3.2.2 Las Emisiones Antropogénicas**

Reciben este nombre aquellas emisiones que son generadas por las actividades humanas, principalmente la extracción, distribución y uso de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas); para la obtención de energía en la producción industrial y en la gestión de los residuos (Moreira, 2015).

## **7.4 Cambio climático**

El cambio climático es un cambio en la distribución estadística de los patrones meteorológicos durante un periodo prolongado de tiempo (décadas a millones de años). Puede referirse a un cambio en las condiciones promedio del tiempo o en la variación temporal meteorológica de las condiciones promedio a largo plazo, por ejemplo, más o menos fenómenos meteorológicos extremos. Está causado por factores como procesos bióticos, variaciones en la radiación solar recibida por la Tierra, tectónica de placas y erupciones volcánicas. También se han identificado ciertas actividades humanas como causa principal del cambio climático reciente, a menudo llamado calentamiento global.

Los científicos trabajan activamente para entender el clima pasado y futuro mediante observaciones y modelos teóricos. Se ha recopilado un registro climático, que se extiende profundamente en el pasado de la Tierra y continúa construyéndose, basado en la evidencia geológica a partir de perfiles térmicos de perforaciones.

### **7.4.1 Que es el efecto invernadero**

Se denomina efecto invernadero al fenómeno por el cual determinados gases, que son componentes de la atmósfera planetaria, retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. Afecta a todos los cuerpos planetarios dotados de atmósfera. De acuerdo con la mayoría de la comunidad científica, el efecto invernadero se está viendo acentuado en la Tierra por la emisión de ciertos gases, como el dióxido de carbono y el metano, debido a la actividad humana.

Este fenómeno evita que la energía solar recibida constantemente por la Tierra vuelva inmediatamente al espacio, produciendo a escala mundial un efecto similar al observado en un invernadero.

### **7.4.2 Balance de calor**

La mayor parte de la energía que llega a nuestro planeta procede del Sol. Viene en forma de radiación electromagnética. El flujo de energía solar que llega al exterior de la atmósfera es una cantidad fija, llamada constante solar. Su valor es de alrededor de  $1,4 \cdot 10^3 \text{ W/m}^2$  (1354 Watios por metro cuadrado según unos autores,  $1370 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  según otros), lo que significa que a  $1 \text{ m}^2$  situado en la parte externa de la atmósfera, perpendicular a la línea que une la Tierra al Sol, le llegan algo menos que  $1,4 \cdot 10^3 \text{ J}$  cada segundo.

Para calcular la cantidad media de energía solar que llega a nuestro planeta por metro cuadrado de superficie, hay que multiplicar la anterior por toda el área del círculo de la Tierra y dividirlo por toda la superficie de la Tierra lo que da un valor de  $342 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  que es lo que se suele llamar constante solar media

En un período suficientemente largo el sistema climático debe estar en equilibrio, la radiación solar entrante en la atmósfera está compensada por la radiación saliente. Pues si la radiación entrante fuese mayor que la radiación saliente se produciría un calentamiento y lo contrario produciría un enfriamiento.

Por tanto, en equilibrio, la cantidad de radiación solar entrante en la atmósfera debe ser igual a la radiación solar reflejada saliente más la radiación infrarroja térmica saliente. Toda alteración de este balance de radiación, ya sea por causas naturales u originado por el hombre (antropógeno), es un forzamiento radiactivo y supone un cambio de clima y del tiempo asociado.

Los flujos de energía entrante y saliente interaccionan en el sistema climático ocasionando muchos fenómenos tanto en la atmósfera, como en el océano o en la tierra. Así la radiación entrante solar se puede dispersar en la atmósfera o ser reflejada por las nubes y los aerosoles. La superficie terrestre puede reflejar o absorber la energía solar que le llega. La energía solar de onda corta se transforma en la Tierra en calor.

Esa energía no se disipa, se encuentra como calor sensible o calor latente, se puede almacenar durante algún tiempo, transportarse en varias formas, dando lugar a una gran variedad de tiempo y a fenómenos turbulentos en la atmósfera o en el océano. Finalmente vuelve a ser emitida a la atmósfera como energía radiante de onda larga. Un proceso importante del balance de calor es el efecto albedo, por el que algunos objetos reflejan más energía solar que otros.

Los objetos de colores claros, como las nubes o las superficies nevadas, reflejan más energía, mientras que los objetos oscuros absorben más energía solar que la que reflejan. Otro ejemplo de estos procesos es la energía solar que actúa en los océanos, la mayor parte se consume en la evaporación del agua de mar, luego esta energía es liberada en la atmósfera cuando el vapor de agua se condensa en lluvia.

### 7.5 Riesgos potenciales contra la salud.

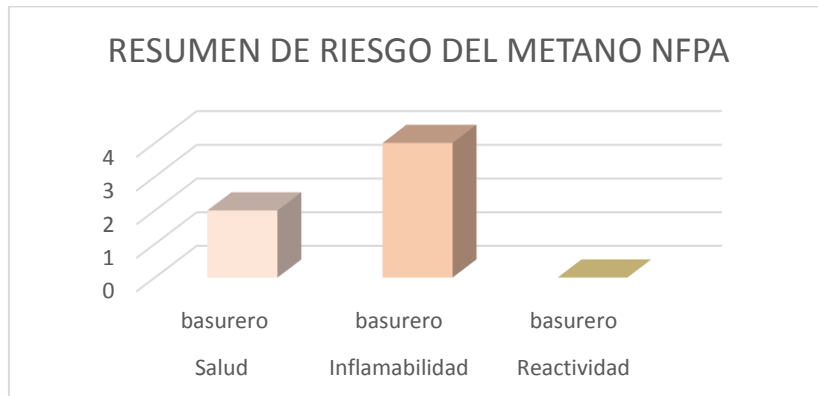
**Tabla 5** Riesgos

RESUMEN DE RIESGO DEL METANO		
EVALUACION	DEPARTAMENTO	NFPA
Salud	basurero	2
Inflamabilidad	basurero	4
Reactividad	basurero	0

**Elaborado por:** Jonathan León. 2019

**Fuente:** Mancomunidad del Municipio de Pujilí.

**Ilustración 1** Riesgos del metano



**Elaborado por:** Jonathan León. 2019

**Fuente:** Mancomunidad del Municipio de Pujilí.

El metano no es tóxico. Su principal peligro para la salud son las quemaduras que puede provocar si entra en ignición. Es altamente inflamable y puede formar mezclas explosivas con el aire. El metano reacciona violentamente con agentes oxidantes, halógenos y algunos compuestos halogenados.

El metano también es asfixiante y puede desplazar al oxígeno en un espacio cerrado. La asfixia puede sobrevenir si la concentración de oxígeno se reduce por debajo del 19,5 % por desplazamiento. Las concentraciones a las cuales se forman las barreras explosivas o inflamables son mucho más pequeñas que las concentraciones en las que el riesgo de asfixia es significativo.



Si hay estructuras construidas sobre o cerca de vertederos, el metano desprendido puede penetrar en el interior de los edificios y exponer a los ocupantes a niveles significativos de metano. Algunos edificios tienen sistemas por debajo de sus cimientos para capturar este gas y expulsarlo del edificio. Un ejemplo de este tipo de sistema se encuentra en el edificio Dakin, en Brisbane, California.

## **7.6 Puntos permisibles al metano.**

### **7.6.1 Descripción y uso.**

El metano es un gas incoloro e inodoro o un líquido bajo presión. Se utiliza como fuente de luz y combustión, y es el principal del gas natural. También se utiliza en la elaboración de muchas sustancias químicas, como acetileno y metanol.

El metano disminuya la cantidad de oxígeno disponible, mida de forma periódica el contenido de oxígeno para verificar que se mantenga en al menos 19.5% por volumen.

El Artículo 26 establece el porcentaje mínimo de oxígeno 19% y El VPL de los gases contaminantes en los rellenos sanitarios -1985-.

### **7.6.2 Determinar la explosión**

Es importante leer la etiqueta del producto y la hoja de datos de seguridad del material del fabricante para aprender cuales son los componentes químicos del producto y obtener información importante sobre las medidas de seguridad y los efectos sobre la salud de la mezcla.

**Tabla 6** Puntos permisibles

<b>PUNTOS DE ALARMA Y VALORES PERMISIBLES</b>			
<b>GAS</b>	<b>FORMULA QUIMICA</b>	<b>ALARMA BAJA</b>	<b>ALARMA ALTA</b>
<b>Dióxido de carbono</b>	CO <sub>2</sub>	0.5% Vol.	1% Vol.
<b>Monóxido de carbono</b>	CO	25 ppm	50 ppm
<b>sulfuro de hidrogeno</b>	H <sub>2</sub> S	1 ppm	5 ppm
<b>Oxígeno</b>	O <sub>2</sub>	19,5% Vol.	23,5% Vol.
<b>Metano</b>	CH <sub>4</sub>	0,5 ppm	1 ppm
<b>Dióxido de nitrógeno</b>	NO <sub>2</sub>	3 ppm	6 ppm

**Elaborado por:** Jonathan León. 2019

**Fuente:** Normativa Unión Europea (Metano).

- El metano puede afectar por inhalación
- El contacto en la piel con el metano licuado o en emanación puede ser causante de lesiones por quemaduras.
- Los niveles muy altos de pueden disminuir la cantidad de oxígeno en el aire y causa asfixia, con síntomas de dolor de cabeza mareo, debilidad, náuseas, vómitos perdida de coordinación y perdida del conocimiento.
- El metano es un gas inflamable que presenta alto riesgo de incendio.

### **7.7 Niveles de concentración del metano.**

Los niveles de metano, que es el segundo gas en importancia de incremento de efecto invernadero atmosférico, tras el dióxido de carbono, son los más elevados de los últimos 650.000 años, según datos recogidos desde 1984 hasta 2009 en el Observatorio Atmosférico de Izaña, en Tenerife. Así lo explica el físico Ángel Gómez, del Centro de Investigación Atmosférica de Izaña, de la Agencia Estatal de Meteorología (Aemet).

Además, según las medidas de metano, CH<sub>4</sub>, realizadas en Izaña entre julio de 1984 y marzo de 2011, la tasa de crecimiento de este gas pasó de aproximadamente de 13 partículas de CH<sub>4</sub> por año y por cada mil millones de moléculas de aire seco entre 1985 y 1991, a prácticamente cero entre 1999 y 2006. (Gomez, 08 de abril del 2011)

El nivel de metano volvió a aumentar a partir de 2006, produciéndose un incremento neto hasta 2008 de 15 partículas de metano por cada mil millones de aire seco, seguido de un aumento de 3 moléculas por cada mil millones de aire seco al año en 2009 y 2010.

Más emisiones

La fracción de metano en la atmósfera era de 715 moléculas por cada mil millones de aire seco antes de la revolución industrial y en la actualidad es superior a las 1.800, indica Ángel Gómez.

Se cree que la estabilidad entre 1999 y 2006 se debió a la aproximación a una concentración atmosférica estable de equilibrio asociada al balance entre unas fuentes y sumideros de metano constantes en el tiempo y la destrucción de este gas en la atmósfera.

## **7.8 Descripción del Equipo Analizador de Gases de Combustión TESTO 350**

El analizador de combustión testo 350 cumple con las más altas exigencias de la medición industrial de emisiones tales como:

- Manejo sencillo
- Tecnología de medición precisa
- Diseño robusto convincente en la práctica diaria.

Es un instrumento de soporte para el control y la monitorización de los valores límites oficiales de las emisiones medioambientales y para los test de funcionamiento de instrumentos fijos de medición de emisiones (Manual Testo 350, 2015).

### **7.8.1 El Manejo de la Caja Analizadora**

Se lleva a cabo con la unidad de control (independiente o en conexión directa a un PC vía USB o Bluetooth 2.0). La unidad de control se puede separar de la caja analizadora, por lo que la transferencia de datos entre ambos elementos se puede hacer, aunque el punto de medición esté separado del punto de ajuste, prestación especialmente útil si se trabaja con quemadores industriales. Diseño resistente adaptado a los estándares industriales, un instrumento tecnológicamente avanzado no sería útil si no fuera económicamente eficiente. La selección del tipo de aplicación en la medición comporta la protección independiente de los sensores en caso de concentraciones de gas extremadamente altas y la programación automática de los tiempos de medición y limpieza de la caja analizadora, permiten acelerar los trabajos rutinarios del día a día (Manual del Testo 350, 2008).

Las posibilidades de configuración del analizador son múltiples, el testo 350 más básico consiste en:

- Unidad de control
- Una caja analizadora
- Una sonda de toma de muestras de gas
- Impresora

### **7.8.2 NORMATIVA APLICADA**

El desarrollo del proyecto se regirá a la Constitución política del Ecuador donde ampara la protección del medio ambiente, en el cual se tiene el derecho de vivir en una ambiente sano y equilibrado además de la obligatoriedad de regular, mitigar y recuperar los recursos naturales de nuestro país según la Ley de prevención y Control Ambiental vigente.

### **7.8.3 TULSMA (Texto unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente).**

La presente norma tiene como objetivo principal el preservar o conservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. Para cumplir con este objetivo, esta norma establece los límites permisibles de emisiones al aire desde diferentes actividades. (Lidioma, 2018)

La norma provee los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las emisiones al aire que se verifiquen desde procesos de combustión en fuentes fijas. Se provee también de herramientas de gestión destinadas a promover el cumplimiento con los valores de calidad de aire ambiente establecidos en la normativa pertinente

Para el desarrollo del proyecto se tomó en cuenta los siguientes anexos:

- Registro Oficial – Edición Especial N°387 del TULSMA del 4 de noviembre del 2015 que se encuentra vigente.
- La presente norma técnica es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.
- Dentro de la normativa establecida se tomará en consideración los literales:
- Valores máximos permisibles de concentraciones de emisión

- Los gases de combustión de todas las fuentes, incluidas las fuentes de combustión abierta, deben ser evacuados por una chimenea correctamente dimensionada, que debe cumplir con los requisitos indicados en esta norma para el monitoreo de emisiones. (Guerrero, Ibarra, & Fausto, 2004)

#### **7.8.4 Normativa UE Unión Europea.**

La normativa europea establecida mediante La Directiva 92/42/CEE fue transpuesta a la legislación española mediante el Real Decreto 275/1995 de 24 de febrero, siendo este documento al cual remite el RITE. La clasificación de las calderas según esta Directiva se establece por el rendimiento de generación al 100% y al 30% de la carga, pero supeditado al comportamiento de la caldera y chimeneas en emanación frente a las temperaturas de retorno a la misma. Únicamente se aplica a calderas y chimeneas de combustibles líquidos o gaseosos. Incluye límites diferentes para las distintas categorías de chimeneas y para emanación de gases.

Los contaminantes limitados son CO, NO<sub>x</sub>, HC (Metano) y partículas. También se requiere la determinación, en la nueva emisión de CO<sub>2</sub>, ya que se han determinado metas de reducción a 120 gr/Km para 2012.

#### **7.8.5 Descripción del Equipo Analizador de Gases PCE-7755**

Medidor de gas portátil económico con el que puede comprobar la calidad del aire. El medidor de gas tiene una pantalla dual con 3 parámetros simultáneos para CH<sub>4</sub>, temperatura y humedad, y con iluminación de fondo para condiciones de poca luminosidad. El medidor de gas tiene un diseño con NDIR (infrarrojo no dispersivo) sensor de tecnología de ondas. Se recomienda una calibración manual, además es fácil de calibrar al aire libre alrededor de 380 - 420 ppm, este trabajando con la Normativa UE que en los límites de metano nos enseña que va desde los 0.5ppm mínimo a 1ppm máximo.

#### **7.9 Mitigación del gas metano.**

(Vida Sostenible2016) El hallazgo de una nueva gama de materiales con capacidad para captar y retener metano ofrece la esperanza de disponer de un modo eficaz de evitar que este gas con un efecto invernadero.

La preocupación sobre el metano está aumentando, debido a las fugas asociadas a la extracción de petróleo y gas de yacimientos no convencionales, la cual está en plena expansión comercial, y a la posibilidad de que se liberen grandes cantidades de metano

en el Ártico a medida que la capa de hielo se derrita y el material descompuesto que estaba aprisionado libere metano a la atmósfera. Poner en práctica medidas contundentes para evitar que aumente la cantidad de metano en la atmósfera es fundamental para evitar que la Tierra alcance niveles peligrosos de calentamiento global.

**Tabla 7** Composición

Compuesto	Siglas	Cantidad
<b>Metano</b>	CH <sub>4</sub>	40-80 %
<b>Dióxido de Carbono</b>	CO <sub>2</sub>	18-44 %
<b>Hidrogeno</b>	H	4%
<b>Sulfuro de hidrogeno</b>	H <sub>2</sub> S	4%
<b>Nitrógeno</b>	N	4%

*Fuente: (Hernández, 2015)*

**Elaborado por:** Jonathan León. 2019

## 8 PREGUNTA CIENTIFICA

¿El metano es el principal contaminante de la emanación de gases al ambiente que produce las chimeneas de la celda emergente Pujilí – Saquisilí?

Como sabemos mediante una investigación bibliográfica el metano es uno de los principales componentes en la contaminación de los desechos sólidos, el metano un gas que produce el efecto invernadero, su efecto negativo sobre el calentamiento del planeta es 23 veces mayor que el del dióxido de carbono.

En el proceso de nuestra investigación de la emanación de gas metano al ambiente producto de la descomposición de desechos sólidos en la celda emergente de la mancomunidad, Pujilí – Saquisilí, podemos decir que, mediante la medición que se ha realizado el metano está en los límites permisibles de su emanación apegándonos a la normativa UE Unión Europea La Directiva 92/42/CEE fue transpuesta a la legislación española mediante el Real Decreto 275/1995 de 24 de febrero, con el equipo PCE-7755 proporcionándonos con la información de 0,5ppm como mínimos y 1ppm máximo teniendo como resultados de nuestra investigación un máximo de 0,7ppm de emanación de gas metano. Se planteó una investigación adicional al planteamiento de nuestro problema como es la medición de gases emanados en las chimeneas de la celda emergente con el equipo TESTO-350, dándonos los siguientes porcentajes en el incremento de

ingreso de oxígeno a la estructura de la chimenea y una emanación elevada en el proceso de dióxido de carbono, provocando así una contaminación a un desnivel,

Pero es muy difícil calcular la cantidad de gas que hay y cuánto puede durar su combustión porque habría que analizar varios factores, entre ellos cuánto tiempo lleva en descomposición", expresó el especialista. (Bravo, H. Sosa, R., 2009)

La contaminación del aire es actualmente uno de los más graves problemas que enfrentan las ciudades de los países en desarrollo, teniendo impactos negativos sobre la salud pública cuando las concentraciones de los contaminantes alcanzan niveles significativos, así como en la infraestructura. En el pasado la quema o incineración fue considerada el método más efectivo para deshacerse de materiales de desecho; hoy en día debido a la producción masiva de químicos y plásticos, la quema o incineración de desechos, lo convierte en un método de eliminación complejo, costoso y altamente contaminante.

## **9 METODOLOGÍAS (TÉCNICAS, MÉTODOS)**

En la investigación se utilizará la siguiente metodología para el cumplimiento de los objetivos planteados.

La metodología de monitoreo está basado en la cantidad de recolección de desechos sólidos que tenga la celda emergente y sea incinerado por la chimenea de quemado. Aquí tomaremos en cuenta que las chimeneas son prendidas 3 veces a la semana que son los días (Lunes Miércoles y Viernes) en los horarios establecidos de 6am a 6pm con control, los datos que tomaremos en las muestras y en los puntos serán dos por día a media mañana y a media tarde por el incremento en el ingreso de desechos sólidos a la celda, esta toma de datos se lo realizará por el lapsus de una semana.

El plan de monitoreo debe proveer de medidas continuas de la cantidad y emanación de gas quemado. Las principales variables que necesitan ser monitoreadas son la cantidad de residuos que se reciben en el relleno sanitario y la cantidad de metano quemado. Estas variables se monitorean como sigue:

**Residuos recibidos:** La cantidad de residuos recibidos en el relleno sanitario es monitoreado directamente empleando una balanza de pesaje.

**Metano recolectado y quemado:** La cantidad de metano quemado será determinado por:

- La cantidad de gas de relleno recolectado
- Porcentaje de gas de relleno que es metano (% , usando un analizador continuo)

- Horas de quemado (horas, empleando un cronómetro)

Esta metodología de monitoreo provee medidas directas y continuas de la cantidad actual de desechos quemado y de metano contenido en la chimenea de quemado empleando un equipo como el testo 350 que es un analizador continuo de gases.

El analizador continuo de gases es importante debido a que el contenido de metano del gas de relleno capturado varía por más del 20% durante un día debido a las condiciones de la red de trabajo de captura

La metodología de monitoreo es usado mayormente en rellenos sanitarios con gas para una planta de energía donde es necesario tener un control estricto del combustible para la planta de energía.

## 9.2 LUGAR DE ESTUDIO

### 9.2.1 LOCALIZACIÓN

Los terrenos que sirven para la operación del sistema de tratamiento de los desechos sólidos son parte de la mancomunidad, se encuentran en el Cantón Pujilí Parroquia Pujilí, a 3,2 Km del centro de la ciudad de Pujilí y a 1,2 Km del actual botadero de basura de este cantón, en las siguientes coordenadas:

- 78° 39' 39" de Longitud Occidental
- 00° 57' 45" de Latitud Sur

**Tabla 8** Ubicación

<b>COORDENADAS:</b>	Este: 768957      Norte: 9890893
<b>ALTITUD:</b>	2880 msnm
<b>FECHA DE INICIO DE FUNCIONAMIENTO:</b>	04 de abril del 2013
<b>DATOS DEL PROMOTOR:</b>	Ing. José Calvopiña Administrador 0984659548
<b>ACTIVIDAD DE LA INDUSTRIA MONITOREADA:</b>	Desechos Solidos

**Fuente:** Mancomunidad del Municipio de Pujilí.

**Elaborado por:** Jonathan León. 2019



Ilustración 2 Ubicación Celda Emergente Mancomunidad Pujilí - Saquisilí



**Fuente:** Mancomunidad del Municipio de Pujilí.

**Elaborado por:** Jonathan León. 2019

### **9.3 TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

#### **9.3.1 Investigación Descriptiva**

La investigación descriptiva se considera principalmente para conseguir y obtener la información del lugar de estudio y la labor que desempeña las chimeneas en la celda emergente de la mancomunidad, si se lo considera como algo positivo o negativo en el desempeño de la emanación del gas metano.

#### **9.3.2 Investigación Bibliográfica**

Facilito la recolección de la información que aporta con ideas esenciales para la fundamentación del presente trabajo como: los diferentes modelos de medición de gas metano, características, funciones, composición etc.

#### **9.3.3 Investigación de campo**

Durante el estudio se propuso indagar el diagnóstico del lugar estudio, la misma que ayudará a obtener datos necesarios para la determinación de las afectaciones y usos, esta información será recolectada con la visita in situ.

### **9.4 TIPOS DE MÉTODOS**

#### **9.4.1 Método descriptivo**

Este método permite la caracterización de manera cuantitativa en la contaminación provocada por el gas metano al ambiente.

#### **9.4.2 Método deductivo**

Este método ayudo en la investigación del presente proyecto, iniciando desde la identificación del área de estudio para la obtención de resultados que determinará el funcionamiento del lugar afectado en sus límites de exposición.

#### **9.4.3 Método cuantitativo**

Este método permite obtener datos de emanación del gas metano, que produce la celda emergente.

### **9.5 TIPOS DE TÉCNICAS**

#### **9.5.1 Observación directa**

Esta técnica ayuda en la observación real del problema y la identificación del área de estudio, y sus ventajas, así como sus desventajas en el manejo de los desechos solididad para la celda emergente, ya que este es el principal punto para la descomposición y así se produce la emanación de sus gases al ambiente.

#### **9.5.2 Entrevista**

Mediante la entrevista a los administradores de la mancomunidad, se dio a conocer las falencias en las chimeneas, así como en el desempeño de la emanación del gas metano, dándose a conocer también varios efectos que está provocando este tipo de chimeneas, así como la facilidad en la quema en la emanación del gas permite disminuir considerablemente la contaminación al sector.

## **10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **10.1 Análisis de daños que tiene la emanación del gas metano al ambiente**

#### **Reacción,**

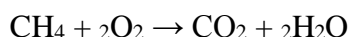
Las principales reacciones del metano son: combustión, reformación con vapor para dar gas de síntesis, y halogenación. En general, las reacciones del metano son difíciles de controlar. Por ejemplo, la oxidación parcial para llegar a metanol es difícil de conseguir; la reacción normalmente prosigue hasta dar dióxido de carbono y agua.

#### **Combustión**

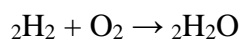
En la combustión del metano hay involucrados una serie de pasos:

Se cree que el metano reacciona en primer lugar con el oxígeno para formar formaldehído (HCHO o H<sub>2</sub>CO). Acto seguido el formaldehído se descompone en el radical formil, que

a continuación da dióxido de carbono e hidrógeno. Este proceso es conocido en su conjunto como pirólisis oxidativa.



Siguiendo la pirolisis oxidativa, el H<sub>2</sub> se oxida formando H<sub>2</sub>O, desprendiendo calor. Este proceso es muy rápido, siendo su duración habitual inferior a un milisegundo.



Finalmente, el CO se oxida, formando CO<sub>2</sub> y liberando más calor. Este proceso generalmente es más lento que el resto de pasos, y requiere unos cuantos milisegundos para producirse.

### **Usos industriales.**

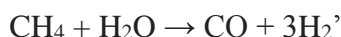
El metano es utilizado en procesos químicos industriales y puede ser transportado como líquido refrigerado (gas natural licuado, o GNL). Mientras que las fugas de un contenedor refrigerado son inicialmente más pesadas que el aire debido a la alta densidad del gas frío, a temperatura ambiente el gas es más ligero que el aire. Los gasoductos transportan grandes cantidades de gas natural, del que el metano es el principal componente.

El metano tiene aplicación en la industria química como materia prima para la elaboración de múltiples productos sintéticos. En los últimos años ha sido aplicado con buenos resultados, como fuente energética alternativa en pequeña escala, generándolo a partir de residuos orgánicos agrícolas. Este biogás está compuesto aproximadamente por 55 a 70% de metano, 30 a 45% de dióxido de carbono y 1 a 3% de otros gases, y su poder calorífico oscila en las 5.500 Kcal/m<sup>3</sup>

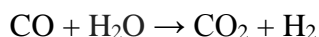
Combustible. El metano es importante para la generación eléctrica ya que se emplea como combustible en las turbinas de gas o en generadores de vapor. En muchas ciudades, el metano se transporta en tuberías hasta las casas para ser empleado como combustible para la calefacción y para cocinar. En este contexto se le llama gas natural.

En la industria química, el metano es la materia prima elegida para la producción de hidrógeno, metanol, ácido acético, anhídrido acético. Cuando se emplea para producir cualquiera de estos productos químicos, el metano se transforma primero en gas de síntesis, una mezcla de monóxido de carbono e hidrógeno, mediante reformación por

vapor. En este proceso, el metano y el vapor de agua reaccionan con la ayuda de un catalizador de níquel a altas temperaturas (700 -1.100 °C).

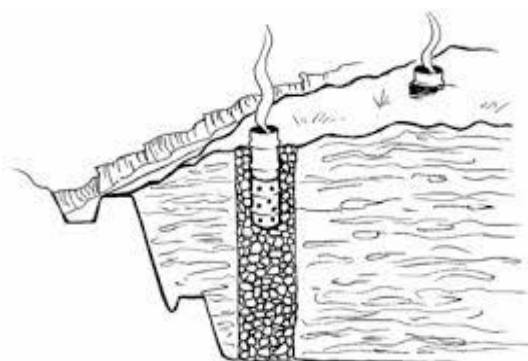


La proporción de monóxido de carbono frente al hidrógeno puede ser ajustada mediante la reacción de desplazamiento de gas de agua al valor deseado.



Otros productos químicos menos importantes derivados del metano incluyen el acetileno obtenido haciendo pasar metano a través de un arco eléctrico, y los cloro metano, producidos por medio de la reacción del metano con cloro en forma de gas. Sin embargo, el uso de estos productos está disminuyendo, el acetileno está siendo reemplazado por sustitutos más económicos y los cloro metanos debido a motivos de salud y medioambientales.

**Ilustración 3** Salida de estructura y chimeneas



**Elaborado por:** Jonathan León. 2019

## **10.2 PROTOCOLO PARA EL MONITOREO DE GASES**

### **10.2.1 Monitoreo**

Para el monitoreo de gases en fuentes fijas se aplicó la normativa técnica y administrativa establecida en el ANEXO 3 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS establecida el 4 de noviembre del 2015 - Edición Especial N°387- Registro Oficial.

El equipo PCE-7755 bajo la normativa europea establecida mediante la Directiva 70/156/CEE del Consejo, de 6 de febrero de 1970 incluye límites diferentes para las distintas categorías de chimeneas y para emanación de gases, la cual trabaja con 400ppm.

## 10.2.2 Protocolo de Muestreo

La Agencia de Protección del Medio Ambiente (USEPA) se cataloga como una agencia reguladora decretada por el Congreso de EE.UU. Esta se encarga de autorizar, escribir normas y reglamentos que explican los detalles técnicos, operacionales y legales necesarios para implementar las leyes ambientales. Los reglamentos son requisitos obligatorios que se pueden aplicar a individuos, negocios, gobiernos estatales y locales, instituciones sin fines de lucro.

### Métodos a utilizar:

**Método 1:** Selección del sitio de muestreo

**Método 2:** La ubicación de los puertos de muestreo, distancia de puntos de muestreo.

**Método 5:** Tiempo de muestreo

- a) Celda emergente de la mancomunidad Pujilí – Saquisilí
- Para el número de puertos de muestreo en la celda emergente de la mancomunidad cuenta con dos chimeneas en función de quemadores, con un diámetro de 1,10m tomando en consideración dentro del TULSMA libro VI Anexo 3 se debe tener dos (2) puertos para aquellas chimeneas o conductos de diámetro menores 3,0 metros, esta chimenea consta en la estructura de arena y llantas R18 para impedir la fuga del gas a estudiar.

**Tabla 9** Diámetro de las chimeneas en puntos de muestreo

<b>Numeración del punto de muestreo</b>	<b>Chimenea (m)</b>	<b>Estructura (m)</b>	<b>Altura (m)</b>
<b>1</b>	12	18	2.30
<b>2</b>	10	15	1.20
<b>3</b>	14	18	2.08

**Fuente:** Mancomunidad Municipio Pujilí, Normativas legales.

**Elaborado por:** Jonathan León. 2019

Tabla 10 Datos de muestreo

Mancomunidad Pujilí - Saquisilí (Celda emergente)					
PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD	Dato 1	Dato 2	Dato 3	PROMEDIO TOTAL
TH	°C	27,3	24,5	23,4	25,06
O <sub>2</sub>	%	20,97	22,55	23,33	22,28
CO <sub>2</sub>	%	4,61	6,02	3,69	4,77
CH <sub>4</sub>	ppm	0,675	0,587	0,763	0,67

Fuente: Mancomunidad Municipio Pujilí, Normativas legales.

Elaborado por: Jonathan León. 2019

### 10.3ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Situación actual

- **Mancomunidad Pujilí - Saquisilí (Celda Emergente)**

Mediante la situación actual podemos decir que, el relleno sanitario en su del canto Pujilí se encuentra en las mejores condiciones para su funcionamiento y proporcionar su mejor desempeño en la composición de los desechos sólidos.

#### 10.3.1 RESULTADO Y ANÁLISIS DE LOS GASES CONTAMINANTES IDENTIFICADOS EN LAS FUENTES FIJAS.

En la tabla se presentan los resultados de las emisiones de los gases monitoreados y su comparación con la normativa ambiental de la celda emergente de la mancomunidad Pujilí Saquisilí.

**Tabla 11** Comparación de datos con el TULSMA Libro VI, Anexo 3, y normativa europea PCE-7755 en la celda emergente de la Mancomunidad.

MANCOMUNIDAD PUJILI SAQUISILI					
GASES	UNIDADES	PROMEDIO DATOS MEDIDOS	NORMATIVA ACTUAL REGISTRO N° 387 DEL TULSMA	NORMATIVA EUROPEA EQUIPO PCE-7755	CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA
TH	°C	23,34	-	18-56	CUMPLE
O <sub>2</sub>	%	20,82	-	-	NO APLICA
CO <sub>2</sub>	%	4,70	-	-	CUMPLE
CH <sub>4</sub>	ppm	0,613	-	0.5-1.5	CUMPLE

Fuente: Mancomunidad Municipio Pujilí, Normativas legales.

Elaborado por: Jonathan León 2019

### Interpretación:

Cumpliendo con el desarrollado el monitoreo de gases en fuentes fijas, teniendo como característica que la chimenea es de vapor del año fuente fija existente: entrar en funcionamiento con la autorización del Libro VI, Anexo 3 del TULSMA emitido en el 2003. Se obtuvo como resultado en la celda emergente lo siguientes datos: 20,82 % de O<sub>2</sub> (Oxígeno) no aplica por su exceso y 4,70% de CO<sub>2</sub> cumple en su formación, en la temperatura de nuestro análisis tenemos un dato de 23.34 °C y en la producción de Metano CH<sub>4</sub> con un promedio de 0,613 ppm cumplen en los límites permisibles de acuerdo a la normativa CE de la Unión Europea.

Los mismos que fueron comparados con los valores de la TABLA 2 LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONCENTRACIÓN DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES AL AIRE PARA CALDERAS Y CHIMENEAS. De tal manera demostrando que los valores de las concentraciones de los gases se encuentran dentro de los límites máximos permisibles.

**Análisis:** en la celda emergente de la mancomunidad Pujilí Saquisilí, el Oxígeno en la normativa ambiental actual no aplica, mientras que en la Normativa derogada TULSMA del 2013 no obedece con los límites máximos permisibles.

### Variación diaria del monitoreo del Metano (CH<sub>4</sub>) de la celda emergente de la mancomunidad Pujilí - Saquisilí

En el presente grafico se muestra la variación, del máximo, la media y el minino de los valores de concentración del óxido de nitrógeno obtenidos durante cinco días de monitoreo.

Tabla 12 Análisis diario del monitoreo del (CH<sub>4</sub>) Día 1 am

#### Mancomunidad Pujilí - Saquisilí (Celda emergente)

PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD	Dato 1	Dato 2	Dato 3	PROMEDIO TOTAL
TH	°C	27,3	24,5	23,4	25,06
O <sub>2</sub>	%	20,97	22,55	23,33	22,28
CO <sub>2</sub>	%	4,61	6,02	3,69	4,77
CH <sub>4</sub>	ppm	0,675	0,587	0,763	0,67

Elaborado por: Jonathan León 2019

Fuente: Datos de investigación en chimeneas celda emergente

**Tabla 13** Análisis diario del monitoreo del (CH<sub>4</sub>) Día uno pm

**Mancomunidad Pujilí - Saquisilí (Celda emergente)**

PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD	Dato	Dato	Dato	PROMEDIO TOTAL
TH	°C	21,2	27,5	20,4	23,03
O <sub>2</sub>	%	19,2	24,55	22,24	21,99
CO <sub>2</sub>	%	3,56	6,55	4,45	4,85
CH <sub>4</sub>	ppm	0,333	0,589	0,671	0,53

**Elaborado por:** Jonathan León 2019

**Fuente:** Datos de investigación en chimeneas celda emergente

**Tabla 14** Análisis diario del monitoreo del (CH<sub>4</sub>) promedio.

PROMEDIO	
CH <sub>4</sub>	0,60
0,675	
0,531	

**Elaborado por:** Jonathan León 2019

**Fuente:** Datos de investigación en chimeneas celda emergente

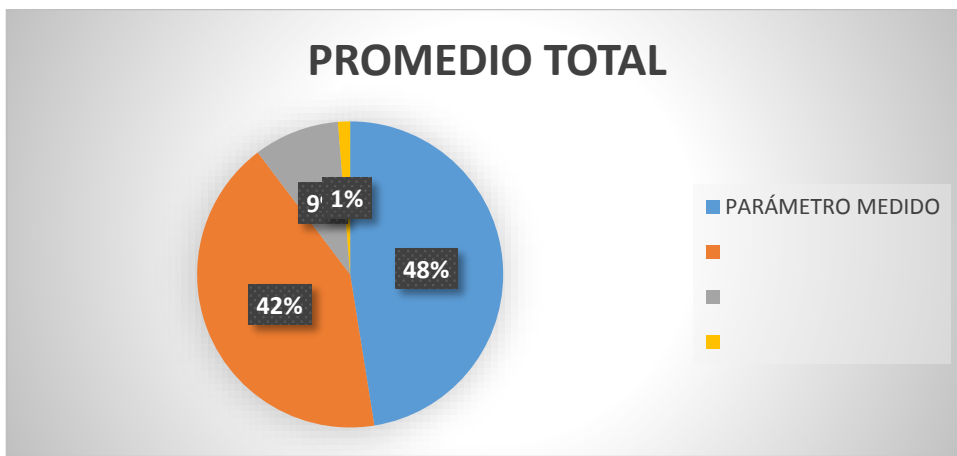
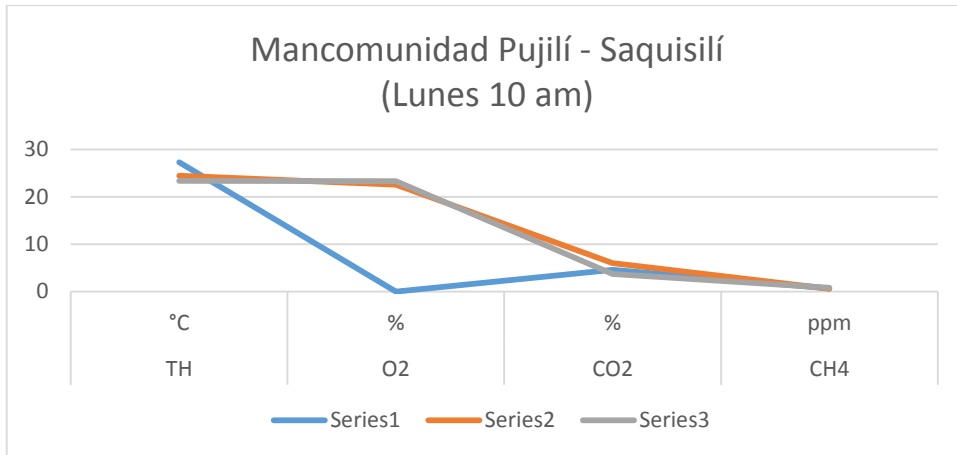
**Interpretación de la tabla:**

Cumpliendo con el desarrollado el monitoreo de gas metano en fuentes fijas, teniendo como característica que la chimenea es de vapor del año 2014 en la celda emergente de fuentes fija existente: entrar en funcionamiento con la autorización del Libro VI, Anexo 3 del TULSMA emitido en el 2003 y la normativa CE para metano en ppm de 0,5-1,5ppm Se obtuvo como resultado en el caldero y chimenea el siguiente valor: en el metano CH<sub>4</sub> como promedio de 0,603ppm. El mismo que fue comparado con los valores: de la normativa UE de los gases respectivamente expuestos en TABLA 6 LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONCENTRACIÓN DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES AL AIRE PARA CALDERAS Y CHIMENEAS DE EMANACION DE GAS METANO de tal manera queda demostrando que los valores de las concentraciones del gas se encuentran dentro de los límites máximos permisibles.

**Análisis:** En la Administración de la Mancomunidad en su chimenea el parámetro Metano CH<sub>4</sub> da como resultado: 0,531ppm, presentando una fuga por su estructura y esta permite el ingreso de oxígeno al ambiente de los gases en emanación.



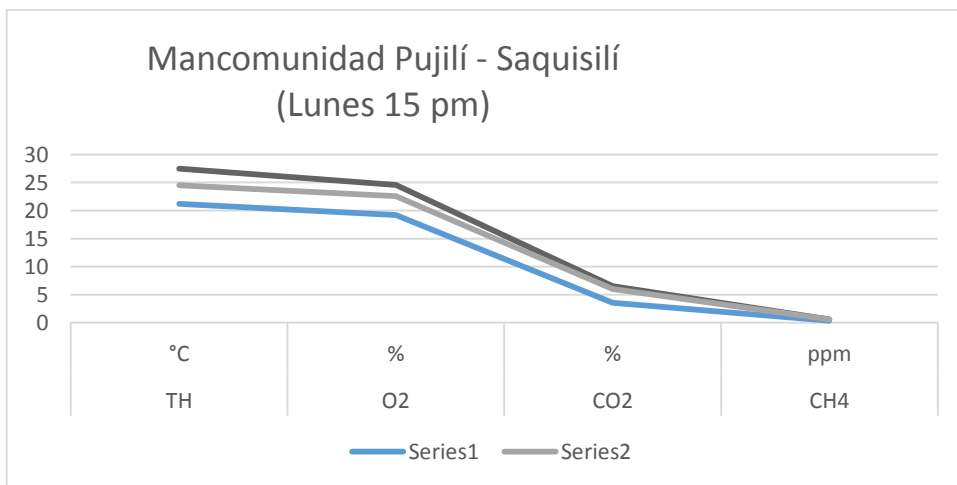
**Grafico 1** Análisis diario del monitoreo del (CH<sub>4</sub>) Día 1 am

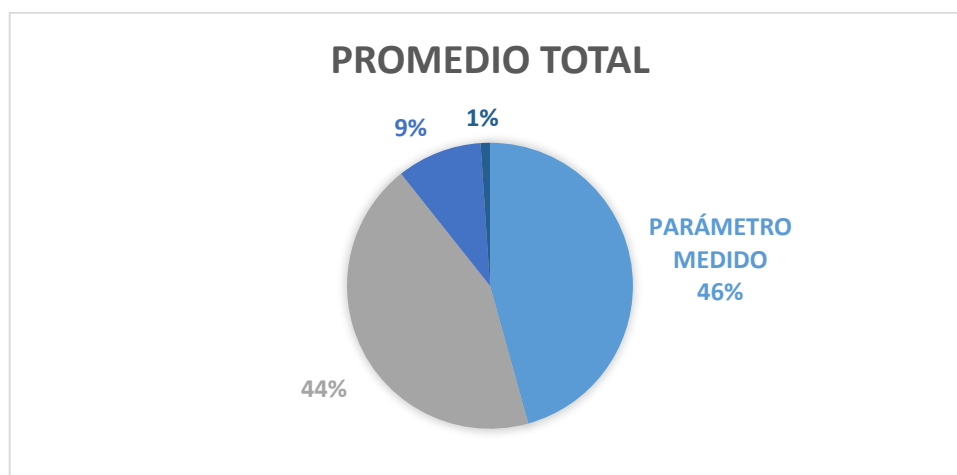


**Elaborado por:** Jonathan León 2019

**Fuente:** Datos de investigación en chimeneas celda emergente

**Grafico 2** Análisis diario del monitoreo del (CH<sub>4</sub>) Día 1 pm





**Elaborado por:** Jonathan León 2019

**Fuente:** Datos de investigación en chimeneas celda emergente

**Interpretación del gráfico:**

En el gráfico se puede establecer los datos de mediciones que se realizaron de un día de trabajo en la celda emergente, el cual tiene 3 puntos de muestreo de datos en la variación de tiempo de dos diferentes horarios en para la emanación del gas metano, se puede ver que conserva el propósito del límite de emanación de este gas en un porcentaje de 0,6 ppm con una máxima de 1ppm.

**Variación diaria del monitoreo del Metano (CH<sub>4</sub>) de la celda emergente de la mancomunidad Pujilí - Saquisilí**

**Tabla 15** Análisis diario del monitoreo del (CH<sub>4</sub>) Día 2 am

**Mancomunidad Pujilí - Saquisilí (Celda emergente)**

PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD	Dato 1	Dato 2	Dato 3	PROMEDIO TOTAL
TH	°C	22,23	21,25	19,45	20,97
O <sub>2</sub>	%	19,34	22,37	25,43	20,85
CO <sub>2</sub>	%	6,45	5,33	4,32	5,36
CH <sub>4</sub>	ppm	0,723	0,864	0,234	0,60

**Elaborado por:** Jonathan León 2019

**Fuente:** Datos de investigación en chimeneas celda emergente

**Tabla 16** Análisis diario del monitoreo del (CH<sub>4</sub>) Día 2 pm

**Mancomunidad Pujilí - Saquisilí (Celda emergente)**

PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD	Dato 1	Dato 2	Dato 3	PROMEDIO TOTAL
TH	°C	20,5	22,1	20,1	20,9
O <sub>2</sub>	%	19,3	18,34	17,3	18,31
CO <sub>2</sub>	%	4,61	3,45	3,89	3,98
CH <sub>4</sub>	ppm	0,453	0,354	0,534	0,44

**Elaborado por:** Jonathan León 2019

**Fuente:** Datos de investigación en chimeneas celda emergente

**Tabla 17** Análisis diario del monitoreo del (CH<sub>4</sub>) promedio.

PROMEDIO	
CH <sub>4</sub>	0,52
0,607	
0,447	

**Elaborado por:** Jonathan León 2019

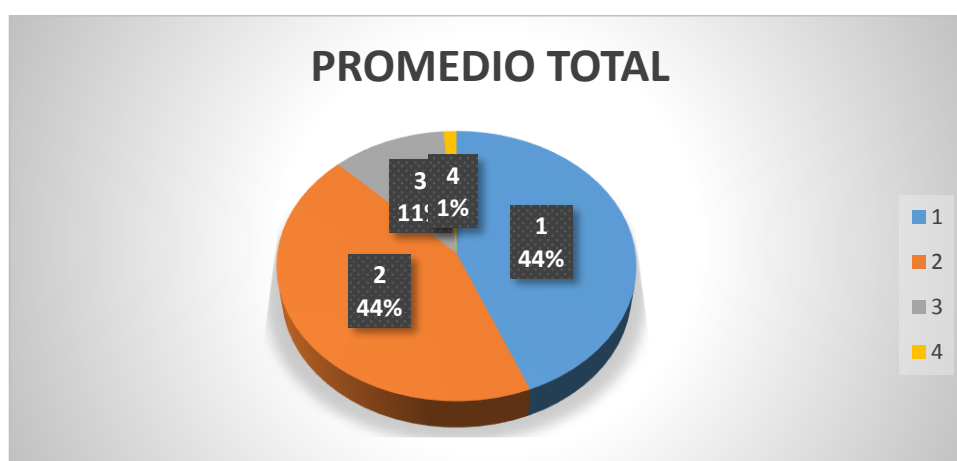
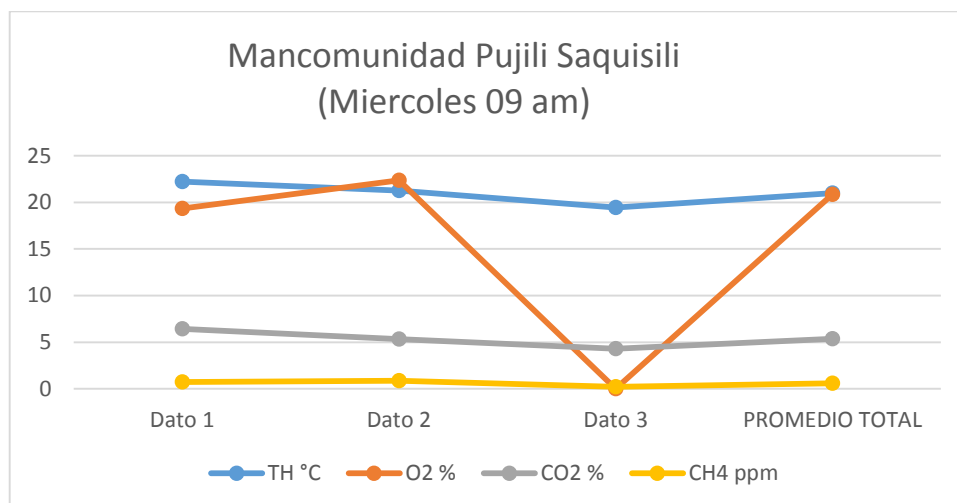
**Fuente:** Datos de investigación en chimeneas celda emergente

**Interpretación de la tabla:**

Cumpliendo con el desarrollado el monitoreo de gas metano en fuentes fijas, teniendo como característica que la chimenea es de vapor del año 2014 en la celda emergente de fuentes fija existente: entrar en funcionamiento con la autorización del Libro VI, Anexo 3 del TULSMA emitido en el 2003 y la normativa CE para metano en ppm de 0,5-1,5ppm Se obtuvo como resultado en el caldero y chimenea el siguiente valor: en el metano CH<sub>4</sub> como promedio de 0,527 ppm. El mismo que fue comparado con los valores: de la normativa UE de los gases respectivamente expuestos en TABLA 6 LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONCENTRACIÓN DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES AL AIRE PARA CALDERAS Y CHIMENEAS DE EMANACION DE GAS METANO de tal manera queda demostrando que los valores de las concentraciones del gas se encuentran dentro de los límites máximos permisibles.

**Análisis:** En la Administración de la Mancomunidad en su chimenea el parámetro Metano CH<sub>4</sub> da como resultado: 0,447 ppm. Obtiene como dato que la ubicación de esta chimenea tiene fugas por el incremento de la fuerza del viento.

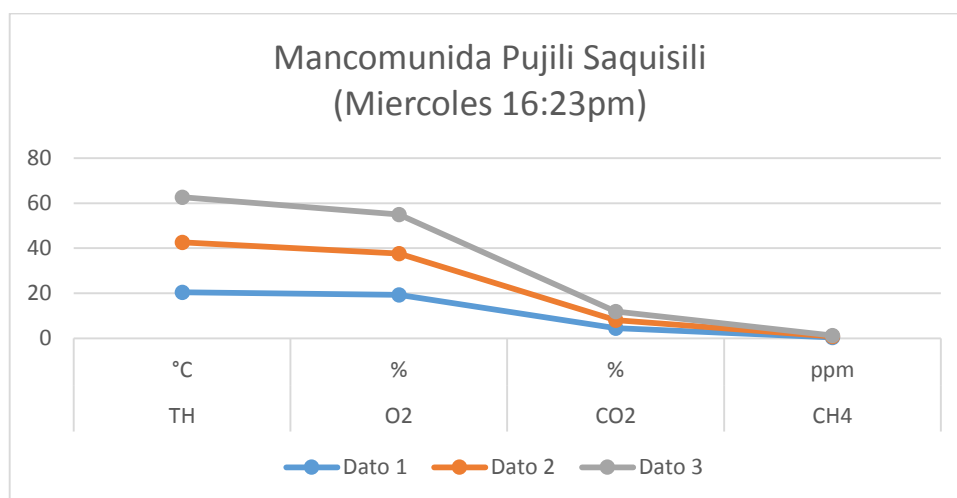
**Grafico 3** Análisis diario del monitoreo del (CH<sub>4</sub>) Día 2 am

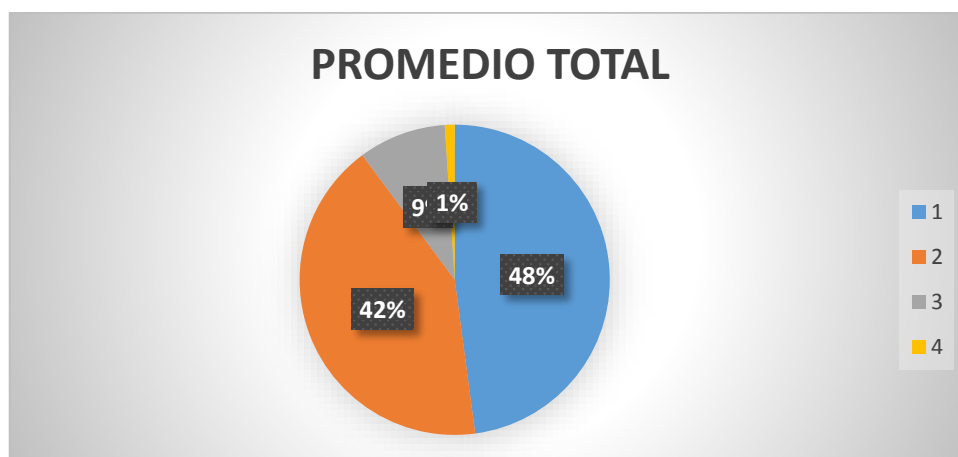


Elaborado por: Jonathan León 2019

Fuente: Datos de investigación en chimeneas celda emergente

**Grafico 4** Análisis diario del monitoreo del (CH<sub>4</sub>) Día 2 pm





Elaborado por: Jonathan León 2019

Fuente: Datos de investigación en chimeneas celda emergente

**Interpretación del gráfico:**

En el gráfico se puede establecer los datos de mediciones que se realizaron de un día de trabajo en la celda emergente, el cual tiene 3 puntos de muestreo de datos en la variación de tiempo de dos diferentes horarios en para la emanación del gas metano, se puede ver que conserva el propósito del límite de emanación de este gas en un porcentaje de 0,5ppm este dato producido como un mínimo en el rango permitido de contaminación tanto al ambiente como a la salud, con una máxima de 1ppm.

**Variación diaria del monitoreo del Metano (CH<sub>4</sub>) de la celda emergente de la mancomunidad Pujilí - Saquisilí**

Tabla 18 Análisis diario del monitoreo del (CH<sub>4</sub>) Día 3 am

**Mancomunidad Pujilí - Saquisilí (Celda emergente)**

PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD	Dato 1	Dato 2	Dato 3	PROMEDIO TOTAL
TH	°C	18,96	17,56	19,32	18,61
O <sub>2</sub>	%	19,18	18,1	17,5	18,26
CO <sub>2</sub>	%	4,65	4,67	5,3	4,87
CH <sub>4</sub>	ppm	0,763	0,587	0,663	0,67

Elaborado por: Jonathan León 2019

Fuente: Datos de investigación en chimeneas celda emergente

**Tabla 19** Análisis diario del monitoreo del (CH<sub>4</sub>) Día 3 pm

**Mancomunidad Pujilí - Saquisilí (Celda emergente)**

PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD	Dato 1	Dato 2	Dato 3	PROMEDIO TOTAL
TH	°C	25,4	24,3	25,4	25,03
O <sub>2</sub>	%	20,3	29,8	19,4	23,16
CO <sub>2</sub>	%	3,24	4,35	5,64	4,41
CH <sub>4</sub>	ppm	0,874	0,634	0,743	0,75

**Elaborado por:** Jonathan León 2019

**Fuente:** Datos de investigación en chimeneas celda emergente

**Tabla 20** Análisis diario del monitoreo del (CH<sub>4</sub>) promedio.

PROMEDIO	
CH <sub>4</sub>	0,71
0,671	
0,75	

**Elaborado por:** Jonathan León 2019

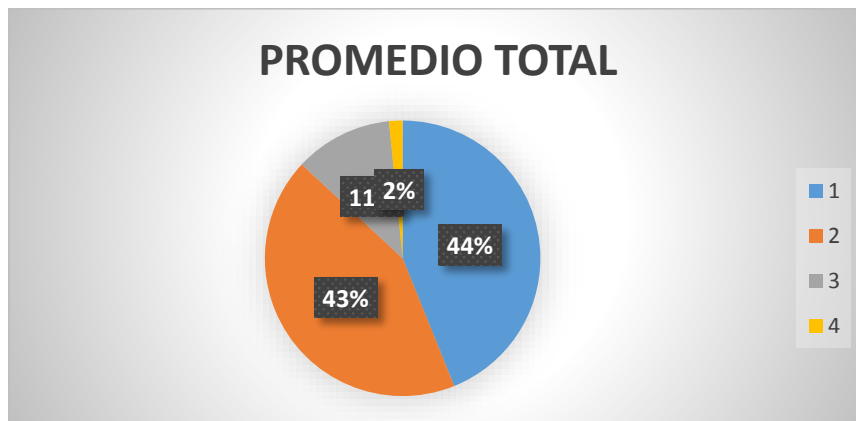
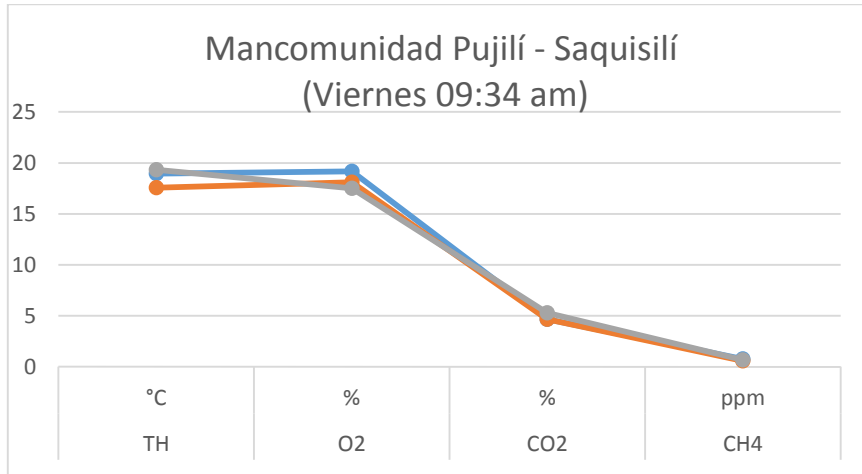
**Fuente:** Datos de investigación en chimeneas celda emergente

**Interpretación de la tabla:**

Cumpliendo con el desarrollado el monitoreo de gas metano en fuentes fijas, teniendo como característica que la chimenea es de vapor del año 2014 en la celda emergente de fuentes fija existente: entrar en funcionamiento con la autorización del Libro VI, Anexo 3 del TULSMA emitido en el 2003 y la normativa CE para metano en ppm de 0,5-1,5ppm Se obtuvo como resultado en el caldero y chimenea el siguiente valor: en el metano CH<sub>4</sub> como promedio de 0,710 ppm. El mismos que fue comparado con los valores: de la normativa UE de los gases respectivamente expuestos en TABLA 6 LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONCENTRACIÓN DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES AL AIRE PARA CALDERAS Y CHIMENEAS DE EMANACION DE GAS METANO de tal manera queda demostrando que los valores de las concentraciones del gas se encuentran dentro de los límites máximos permisibles.

**Análisis:** En la Administración de la Mancomunidad en su chimenea el parámetro Metano CH<sub>4</sub> da como resultado: 0,750 ppm, obtiene un dato real tanto por su ubicación y por la temperatura del ambiente que se presentó en el día de la muestra.

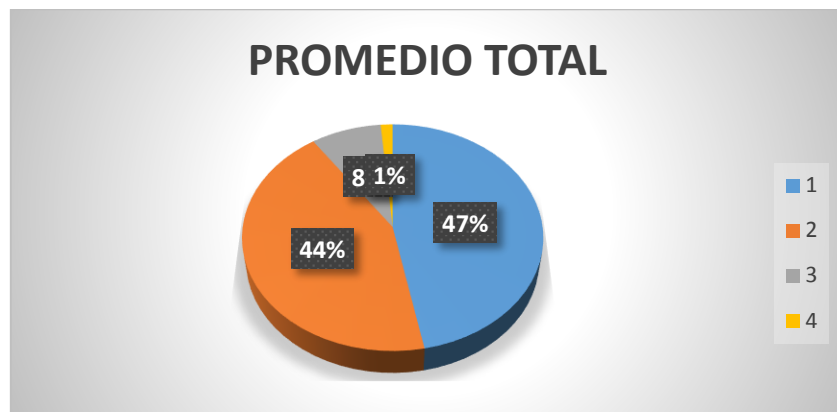
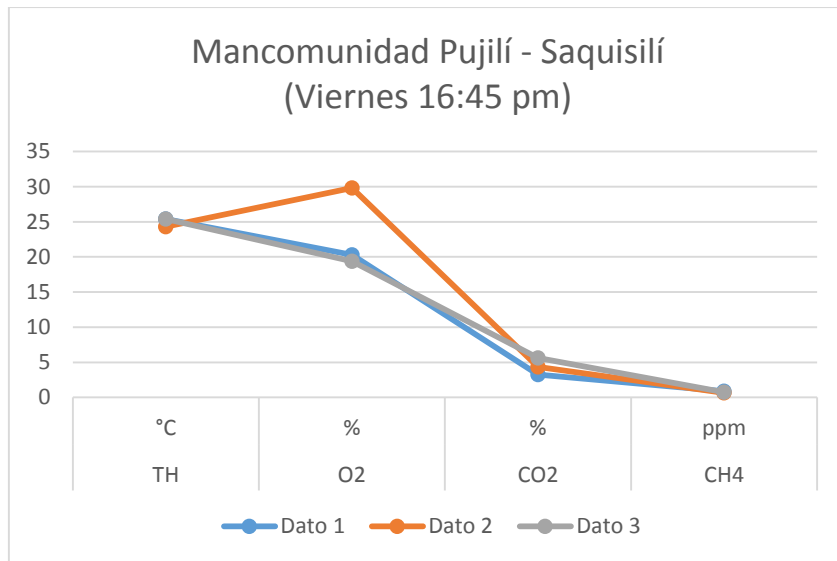
**Grafico 5** Análisis diario del monitoreo del (CH<sub>4</sub>) Día tres am



**Elaborado por:** Jonathan León 2019

**Fuente:** Datos de investigación en chimeneas celda emergente

**Grafico 6** Análisis diario del monitoreo del (CH<sub>4</sub>) Día 3 pm



**Elaborado por:** Jonathan León 2019

**Fuente:** Datos de investigación en chimeneas celda emergente

**Interpretación del gráfico:**

En el gráfico se puede establecer los datos de mediciones que se realizaron de un día de trabajo en la celda emergente, el cual tiene 3 puntos de muestreo de datos en la variación de tiempo de dos diferentes horarios en para la emanación del gas metano, se puede ver que conserva el propósito del límite de emanación de este gas en un porcentaje de 0,7 uno de los datos más alto pese a que está en los rangos permitidos se lo debe tomar muy en cuenta un mejor control por el incremento de entrada de oxígeno a la chimenea ppm, ya que presenta una emanación de meta fuerte a las demás chimeneas, con una máxima de 1ppm.



## **10.4 Propuesta**

### **Propuesta de mitigación de la emanación de gas metano**

#### **10.4.1 Introducción.**

La generación de electricidad a partir de biogás de sitios de disposición final de RSU presenta desde el punto de vista ambiental un doble aporte a la mitigación de la generación de gases de efecto invernadero (GEI): una a través de la captura de metano y la segunda por la sustitución de combustibles fósiles para la generación de electricidad.

Además del impacto positivo a nivel global, la combustión del biogás tiene impactos positivos para el ambiente local por la disminución de las emisiones de otros gases contaminantes. Los componentes del GRS tienen características propias las cuales pueden presentar serios peligros para la vida y salud humana, así como para el suelo, el aire, y el agua. La combustión del GRS puede reducir los componentes tóxicos y sus efectos negativos sobre el ambiente y las personas. (Centro de Investigación de Medio Ambiente , 2012).

Composición del GRS. Los RSU típicos contienen restos de residuos domiciliarios y comerciales que incluyen pinturas, solventes, pesticidas, adhesivos, artículos de limpieza, etc., los cuales, a su vez, contienen numerosos compuestos orgánicos. Durante el proceso de descomposición anaeróbica de los RSU, se genera el GRS cuya composición primaria está constituida por metano y dióxido de carbono, cantidades pequeñas de nitrógeno, oxígeno, e hidrógeno, sulfuro de hidrógeno, menos del 1 % de compuestos orgánicos no metálicos, la mayoría de los trabajadores deben estar expuestos repetidamente sin efectos adversos (En. Energy, 2003).

#### **10.4.2 Antecedentes**

Las primeras menciones sobre biogás se remontan al año 1600 identificados por varios científicos como un gas proveniente de la descomposición de la materia orgánica.

En el año 1890 se construye el primer biodigestor a escala real en la India y ya en 1896 en Exeter, Inglaterra, las lámparas de alumbrado público eran alimentadas por el gas recolectado de los digestores que fermentaban los lodos cloacales de la ciudad. (Davila, 2009).

Tras las guerras mundiales comienzan a difundirse en Europa las llamadas fábricas productoras de biogás cuyo producto se empleaba en tractores y automóviles de la época.

En todo el mundo se difunden los denominados tanques Imhoff para el tratamiento de aguas cloacales colectivas. El gas producido se utilizó para el funcionamiento de las propias plantas, en vehículos municipales y en algunas ciudades se lo llegó a inyectar en la red de gas comunal.

Durante los años de la segunda guerra mundial comienza la difusión de los biodigestores a nivel rural tanto en Europa como en China e India, que se transforman en líderes en la materia.

Esta difusión se ve interrumpida por el fácil acceso a los combustibles fósiles y recién en la crisis energética de la década de los 70 se reinicia con gran ímpetu la investigación y extensión en todo el mundo incluyendo la mayoría de los países latinoamericanos.

Los últimos 20 años han sido fructíferos en cuanto a descubrimientos sobre el funcionamiento del proceso microbiológico y bioquímico gracias al nuevo material de laboratorio que permitió el estudio de los microorganismos que actúan en condiciones anaeróbicas (ausencia de oxígeno).

En un espacio de 26.26 hectáreas ubicadas en el sector Chugchilan empezara la construcción, que estará al servicio de los dos cantones, estudios realizados indicaron que el relleno sanitario durará 30 años, pero dándole un mejor cuidado serviría para varios años más. Es por eso que hacen un llamado a la ciudadanía que contribuya con el reciclaje, para aportar a la reutilización de los desechos.

La unión de los dos alcaldes de Pujilí y Saquisilí, han podido iniciar ya con el proceso de contratación pública que estará bajo el marco legal, se estipula 8 meses para que se termine con el relleno sanitario, temporalmente se abrirá un nuevo cubeto, ya que el que se usaba habría cumplido con sus 2 años de vida útil.

### **Justificación**

El manejo de los desechos sólidos tanto externo como interno a la celda emergente está en manos de la Administración de la Mancomunidad de Pujilí y Saquisilí, se los puede dar a conocer que tiene un manejo responsable con los desechos sólidos, pero si tendríamos una afectación directa al medio ambiente como a la salud en la emanación de todos los gases producidos en las chimeneas del relleno, así justificaremos que la propuesta de un generados de energía por medio del biogás, es uno de los mejores en

minimizar la emanación de los gases, y con esto lograríamos un mejor desempeño en el aspecto social, económico y ambiental.

### **10.4.3 Objetivos**

#### **Objetivo General**

- Proponer una alternativa de mitigación para la emanación de gases en la celda emergente de la Mancomunidad Pujilí – Saquisilí.

#### **Objetivos Específicos**

- Establecer mediciones constantes en la emanación de gases al ambiente por medio de las chimeneas.
- Mejorar las instalaciones que proporciona los datos de emanación de gases al ambiente.
- Capacitar a los miembros de la mancomunidad Pujilí - Saquisilí con el manejo y aprovechamiento de la emanación de gases.

#### **Metas**

- Elaborar un plan de acción que tenga como fin la producción de energía, para la Mancomunidad con la mejor utilización de los desechos sólidos ingresados en la celda emergente, y así dar un uso mejorado a la emanación de los gases por su descomposición.
- Conocer como es el funcionamiento de la captura del gas metano en si para la producción de un biogás y sus funcionamientos por medio de la descomposición de sus desechos.
- Incorporar un mejoramiento en la utilización de los equipos de protección personal (EPP) tanto de los trabajadores de la celda emergente como de los administradores y demás funcionarios.
- Minimizar los posibles impactos que está causando por la emanación de gases al ambiente, dentro de la celda emergente y sus alrededores.

### **10.4.4 Fundamentación**

Estudio de la cantidad de gas metano emanado al ambiente producto de la descomposición de los desechos sólidos en la celda emergente de la Mancomunidad Pujilí/Saquisilí, en el sector Inchapo del cantón Pujilí.

## Ventajas

- Se reduce la emisión de metano a la atmósfera, que es también un gas de efecto invernadero.
- Establece centros descentralizados de producción de energía.
- Reduce la producción de malos olores de la materia orgánica en descomposición.

## Desventajas

- El sistema de almacenamiento es completo y de alto valor.
- El sistema de producción plantea altos costes.
- Provoca emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

## Instrucciones

- El presente plan deberá ser ejecutado bajo la dirección de la entidad gubernamental como es el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Pujilí debido que toda propuesta tiene tema con la población de este cantón.
- Esta propuesta será aplicada por la administración de la mancomunidad de Pujilí y Saquisilí el mismo que son catalogados como funcionarios de manejo de desechos sólidos.
- Deberá ser utilizado para un mejor desempeño en las chimeneas y en la emanación de gases que produce la misma, tanto como un ente de control y fortalecimiento en el aspecto de conocimiento.

### **10.4.5 Programas relacionados con los objetivos de la propuesta.**

#### **Programa para control de emisiones de fuentes fijas.**

**Objetivo 1.** Establecer mediciones constantes en la emanación de gases al ambiente por medio de las chimeneas.

#### **Metas**

- Conocimiento e información acerca de la emanación de los gases en la celda emergente de la Mancomunidad.
- Controlar los niveles de emanación que provoca la celda emergente por medio del equipo PCE-7755 que es un medidor de gas.
- Controlar la fuga de gases que este provocando las chimeneas de la celda emergente, para precautelar la salud y al ambiente.

## **Actividades**

- Adquisición de equipos de medición de gases a chimenea, como por ejemplo el PCE-7755 por el municipio del Cantón Pujilí.
- Mejorar el equipo de protección personas (EPP), para trabajadores y administradores de la Mancomunidad.
- Realizar las mediciones para controlar la emanación de gases al ambiente, mediante un control constante de dos mediciones diarias en horarios establecidos por el capacitador e incorporando la colaboración del Laboratorio de Gases de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Realizar una base de datos de la emanación de gases, para el conocimiento de la administración de la mancomunidad Pujilí – Saquisilí.

## **Programa de infraestructura y ubicación de la emanación de gases de fuentes fijas (chimeneas).**

**Objetivo 2.** Mejorar las instalaciones que nos proporciona los datos de emanación de gases al ambiente.

## **Metas**

- Tener una base de datos correctamente de la emanación de gases, que nos proporciona las chimeneas de la celda emergente.
- Disminuir el ingreso de oxígeno, con las mezclas de la emanación de gases al ambiente por su peligrosidad en el componente de combustión, por medio de cortinas rompe vientos naturales, con la colaboración del Vivero Forestal de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Precautelar la seguridad tanto de los trabajadores como de los moradores del sector Inchapo del Cantón Pujilí, en la emanación de gases al ambiente.

## **Actividades**

- Mantenimiento a las chimeneas de la celda emergente, para precautelar la salud de sus trabajadores.
- Mejorar la ubicación de las chimeneas que se encuentran en la celda emergente, tanto por su contacto con el oxígeno y por la captura de los gases.

- Construcción de una infraestructura para la recolección de los gases emanados al ambiente producto de la descomposición de desechos sólidos, precautelando la integridad física de las personas.
- Regularizar el ingreso de los desechos sólidos a la celda emergente, con una base de datos para el control de emanación de contaminantes.

### **Programa de capacitación acerca de uso y aprovechamiento de la captura de gases.**

**Objetivo 3.** Capacitar a los miembros de la mancomunidad Pujilí - Saquisilí con el manejo y aprovechamiento de la emanación de gases.

#### **Metas**

- Mejorar el conocimiento tanto de trabajadores como administrativos de la mancomunidad Pujilí - Saquisilí.
- Conocer más sobre el aprovechamiento y uso en la recolección de desechos sólidos de la celda emergente para su reutilización.
- Ingresos económicos con la producción de energía, mediante la captura del gas de la celda emergente de la Mancomunidad.

#### **Actividades**

- Capacitación a los trabajadores y administradores de los equipos para la captura de gases, por medio de charlas y prácticas de monitoreo ambientales.
- Capacitación en el aprovechamiento que se le puede dar a la captura de la emanación de gases al ambiente de la celda emergente
- Con el mejoramiento de la base de datos obtenidos se hará una regularización en la cantidad de emanaciones al ambiente de los gases.
- Producción de energía mediante la captura de gases producto de las chimeneas de la celda emergente.

#### **Conclusiones**

- La propuesta tiene como prioridad disminuir la emanación de gases al ambiente producto de la descomposición final de los desechos sólidos en la celda emergente.
- El control de la emanación de gases al ambiente es el mayor aprovechamiento que se le puede dar al conocimiento del ser humano, como a la vida de nuestro planeta.
- Los resultados del monitoreo en las chimeneas de la Mancomunidad Pujilí – Saquisilí nos da como resultado en medición del gas metano (CH<sub>4</sub>) 0.61ppm en

promedio con el equipo PCE-7755 que consta dentro de los límites permisibles que es de 0.5ppm mínimo y 1ppm máximo según la Normativa de la Unión Europea UE.

- Los resultados del monitoreo en las chimeneas de la mancomunidad Pujilí – Saquisilí con el equipo TESTO-350 fueron: CO<sub>2</sub> con un promedio de medición de 4.7% de emanación y O<sub>2</sub> con promedio de medición de 20.8% en Tabla 2 límites máximos permisibles de concentración de emisión de contaminantes al aire para calderas y chimeneas. De tal manera queda demostrado que los valores de las concentraciones de los gases CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>, se encuentra dentro de los límites máximos permisibles.

### **Recomendaciones**

- Adquisición de equipos para el control de la emanación de gases de la celda emergente, así como equipos de protección personal para precautelando la vida y la salud de los trabajadores y administrativos de la Mancomunidad Pujilí – Saquisilí.
- Verificar el tipo de mantenimientos que recibe la celda emergente de la Mancomunidad Pujilí - Saquisilí, en el medio ambiente como en la salud de sus trabajadores.
- Aprovechar la captura de gases con la producción de energía para así disminuir el consumo energético que tiene el Cantón.
- Realizar capacitaciones y charlas a los trabajadores y administradores para el aprovechamiento de la producción de energía por la emanación de la celda emergente por medio de la captura de gases.

### **10.4.6 Bibliografía**

Alberto, R. (2014). emanacion de gas metano. *disposicion final*, 23.

Centro de Investigacion de Medio Ambiente . (21 de Febrero de 2012). *Calidad del aire de Cantabria Consejeria de Medio Ambiente Ordenacion del territorio y urbanismo Gobierno de Cantabria*. Obtenido de Calidad del aire de Cantabria Consejeria de Medio Ambiente Ordenacion del territorio y urbanismo Gobierno de Cantabria: <https://www.airecantabria.com/CIAcontaminantes.php>

Davila, I. J. (2009). Biogas Relleno Sanitario. *Methane to markets*, 22.

Fernandes. (2010). contaminacion pro metano. *Fundacion Vida Sostenible*.

Fonseca K, Ilbay M. (2017). Congreso Internacional de Investigacion Cientifica-UTC. *Congreso Internacional de Investigacion Cientifica-UTC* (pág. 1). LATAACUNGA: UTC.

Gomez, A. (08 de abril del 2011). *los niveles de metano en el aire*. el dia ec.

Lidioma, P. (2018). *determiacion y emanacion de gases*. Latacunga: Universidad tecnica de cotopaxi.

Rocha, L. (05 de 06 de 2014). *Medio Ambiente: una ciudad con buenos aires, pero no tanto. La OMS coloca a la Capital entre las mejores de América latina*. Recuperado el 01 de 06 de 2017, de <http://www.estrucplan.com.ar/noticias/imprimirss.asp?IDNoticia=10720>

Celdas de Combustible”<http://es.wikipedia.org/wiki/piladecombustible>

Celdas de Combustible”[Http://www.geocities.com/patodonald2000/fuelcell/Fuel Cell Energy](Http://www.geocities.com/patodonald2000/fuelcell/Fuel_Cell_Energy)”<Http://www.fce.com/>

Manual de usuario modelo centroamericano de biogás, versión 1.0 Programa Landfill



#### 10.4.7 Anexos



Fotografía 1:  
Celda Emergente.



Fotografía 2:  
Infraestructura para la captura de gases.



Fotografía 3:  
Acumulación de desechos sólidos.



Fotografía 4:  
Equipos de Monitoreo.



Fotografía 5:  
Control de Chimenea.

## 11. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:

Tabla 21 Presupuesto

RECURSOS	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO			
	Cantidad	Unidad	V. Unitario	V. Total
<b>EQUIPOS</b>				
GPS(uso)	3	Días	25	75
Computadora (uso)	150	Horas	1	150
Cámara Fotográfica (uso)	6	Días	20	120
Medidor testo.350	3	Días	20	60
Medidor PCE-7755	3	Días	55	165
Cámara De Combustión	1	Días	25	25
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
Mascarillas	10		0.20	2
Mandil (uso)	1		20.00	20
Gafas de protección	3		5.00	15
Zapato tipo industrial	1		20.00	20
Casco	1		15.00	15
Chaleco reflectivo	1		5.00	5
<b>MATERIALES DE OFICINA</b>				
Papel boom	3	Paquetes	3.60	10,8
Fichas de campo	30		0.20	6
Impresiones	300	Hojas	0.10	30
Anillado	6		3.00	18
<b>OTROS RECURSOS</b>				
Transporte, Salida de campo	15		5.00	75
Alimentación	18		3.50	60
<b>TOTAL</b>				<b>871,8</b>
<b>IMPREVISTOS 10%</b>				<b>87,18</b>
<b>TOTAL</b>				<b>958,98</b>

Elaborado por: Jonathan León 2019

## 12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 12.1 Conclusiones

- Los monitoreos se llevaron acorde a lo establecido en la normativa ambiental vigente TULSMA LIBRO VI ANEXO 3, Normativas UE y su aplicación de metodologías para la obtención de los datos de concentración de los gases contaminantes en fuentes fijas de combustión.
- Influyo mucho la ubicación de las chimeneas en la celda emergente de la Mancomunidad por la variación de resultados y su exposición con el viento, así como su infraestructura para la emanación de gas metano al ambiente.
- Los resultados del monitoreo en las chimeneas de la Mancomunidad Pujilí – Saquisilí nos da como resultado en medición del gas metano ( $\text{CH}_4$ ) 0.61ppm en promedio con el equipo PCE-7755 que consta dentro de los límites permisibles que es de 0.5ppm mínimo y 1ppm máximo según la Normativa de la Unión Europea UE.
- Los resultados del monitoreo en las chimeneas de la mancomunidad Pujilí – Saquisilí con el equipo TESTO-350 fueron:  $\text{CO}_2$  con un promedio de medición de 4.7% de emanación y  $\text{O}_2$  con promedio de medición de 20.8% en Tabla 2 límites máximos permisibles de concentración de emisión de contaminantes al aire para calderas y chimeneas. De tal manera queda demostrado que los valores de las concentraciones de los gases  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$ , se encuentra dentro de los límites máximos permisibles.

## 12.2 Recomendaciones

- La Mancomunidad Pujilí – Saquisilí debe tomar más en cuenta el tipo de monitoreos que se realizó en la celda emergente, para tener un mejor control con la emanación de gases al ambiente y a la salud de sus trabajadores
- Mejorar la estructura y la ubicación de las chimeneas, por el ingreso de oxígeno a la infraestructura de la emanación de los gases, para obtener una base de datos reales del contenido de emanación.
- Obtener mejor conocimiento en el ámbito de la generación de energía por medio del biogás, en la emanación de gases de la celda emergente
- Adquisición de equipos para el control de la emanación de gases de la celda emergente, así como equipos de protección personal para precautelando la vida y la salud de los trabajadores y administrativos de la Mancomunidad Pujilí – Saquisilí.
- Realizar mantenimientos adecuados a las chimeneas para mantenerlos en buenas condiciones, para evitar daños a la salud, como una concentración excesiva de los gases contaminantes en el mismo.

### **13. BIBLIOGRAFÍA.**

- Alberto, R. (2014). emanacion de gas metano. disposicion final, 23.
- Fernandes. (2010). contaminacion pro metano. Fundacion Vida Sostenible.
- Quezada, R, Varela, E., and Rosa, M. A., . (2012). “Remediación natural para completar la depuración del cromo (VI) en efluentes de curtiembres.” Universidad Tecnologica Nacional.
- Córdova, P. (17 de 01 de 2013). Lección de Ciencia Naturales. Recuperado el 13 de 05 de 2017, de <https://sites.google.com/site/lecciondecianaturales/el-calentamiento-global/contaminacion-en-las-regiones-de-ecuador>
- Dinesen, C. (2010). Efectos del dióxido de carbono en la contaminación del aire. Recuperado el 04 de 05 de 2017, de [http://www.ehowenespanol.com/efectos-del-dioxido-carbono-contaminacion-del-aire-lista\\_444306](http://www.ehowenespanol.com/efectos-del-dioxido-carbono-contaminacion-del-aire-lista_444306)
- Cazares Lusiana. (2012). Física y Química. Madrid: Editex, S.A.
- CENTRO DE INFORMACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE, C. (199). Técnicas para calcular emisiones de categorías de fuentes únicas en su género en Mexicali. Mexicali: US EPA3. Obtenido de Técnicas para camcular emisiones de categorías de fuentes únicas en su género en MEXICALI.
- Centro de Investigacion de Medio Ambiente . (21 de Febrero de 2012). Calidad del aire de Cantabria Consejeria de Medio Ambiente Ordenacion del territorio y urbanismo Gobierno de Cantabria. Obtenido de Calidad del aire de Cantabria Consejeria de Medio Ambiente Ordenacion del territorio y urbanismo Gobierno de Cantabria: <https://www.airecantabria.com/CIAcontaminantes.php>
- Fabiani, N. et al. (1999). Evolution of air pollution and impact of control programs in three Megacities of Latin America. En N. M.-G. Fabiani, Evolution of air pollution and impact of control programs in three Megacities of Latin America. (págs. 203-215). Mexico.
- Gallego, A. et al., . (2012). Contaminación Atmosférica: De la Universidad Nacional de Educacion a Distancia Madrid 2012. Madrid: Edición digital. Obtenido de Gallego, A., Gonzales I., Sanchez, B., Fernandez, P.,Garcinuño, R., Bravo,J.,

- Pradana., J. (2004) Contaminación Atmosférica: Edición digital: noviembre de 2012 de la Universidad Nacional de Educacion a Distancia Madrid 2012.
- Gallego, et al. (2012). contaminación atmosférica. Madrid: Edicion Digital.
- Geographic, N. (5 de Diciembre de 2013). La contaminación del aire -medio - ambiente. Obtenido de La contaminación del aire -medio - ambiente: <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/la-contaminacion-del-aire>
- Guerrero, D. d., Ibarra, A., & Fausto, I. (2004). Ciencia. España: Complutensa.
- Hernández, M. (21 de Abril de 2010). Plan Nacional de la Calidad del Aire . Obtenido de Plan Nacional de la Calidad del Aire : <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/libro-calidad-aire-1-final.pdf>
- Keller, E., Blodgett, R. (2007). Riesgos Naturales: Procesos de la Tierra como Riesgos, desastres y catástrofes. Madrid: Pearson Educación, S.A.
- Lobo, P. C., Jaguaribe, E. F., Rodrigues, J., y da Rocha, F. A. A. (2007). Economics of alternative sugar cane milling options. *Applied Thermal Engineering* 27, 1405–1413.
- Mbohwa, C. (2003). Bagasse energy cogeneration potencial in the Zimabwean sugar industry. *Renewable Energy* 28, 191–204
- Prasertsan, S., y Sajjakulnukit, B. (2006). Biomass and biogas energy in Thailand: Potential, opportunity and barriers. *Renewable Energy* 31, 599–610
- Restuti, D., y Michaelowa, A. (2007). The economic potential of bagasse cogeneration as CDM projects in Indonesia. *Energy Policy* 35, 3952–3966
- Ing.Químvol.(2008).[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S166527382008000100005&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S166527382008000100005&script=sci_arttext&tlng=en)
- Arvizu Fernández, José Luis. “Energía a partir de la basura” en: *Boletín IIE*, Vol. 21, Núm. 6, 1997, p. 273-280.
- Arvizu Fernández, José Luis. *Los Principales Países Emisores, Emisiones Históricas*, libro sobre cambio climático, por publicar.

Arvizu Fernández, José Luis; Romero T., Hipólito y Jorge M. Huacuz Evaluación Energética del Relleno Sanitario de Metepec, México, reporteIIE/01/14/12447/I006/F/DC, julio 2003.

Semarnat/INE. “Segundo Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero 1994-1998”, Tercera Comunicación, México, octubre 2000.

Enrique Rusler (2007). <http://europa.sim.ucm.es/compludoc/AA?articuloId=592549>

Alternativa de utilización de biogás en rellenos sanitarios en Colombia

Andino, Lennin. Cáceres, Marcio. “Celdas de Combustible” Seminario de

Investigación (IE-900), I periodo 2007

Ávila, Karina. Maradiaga, Nubia. Escoto, Joel. “Alternativas de Generación,

Sistemas de Potencia en base a Celdas de Combustible” Seminario de Investigación (IE-900), I periodo 2007

Celdas de Combustible”<http://es.wikipedia.org/wiki/piladecombustible>

Celdas de Combustible”[Http://www.geocities.com/patodonald2000/fuelcell/Fuel Cell Energy](Http://www.geocities.com/patodonald2000/fuelcell/Fuel_Cell_Energy)”<Http://www.fce.com/>

Manual de usuario modelo centroamericano de biogás, versión 1.0 Programa Landfill Methane Outreach Agencia para la Protección del

Ambiente (U.S. EPA) Washington, DC. Manejo de los residuos sólidos en Honduras”. Informe de la evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales en América

Latina y el Caribe (OPS, 2005). Ortiz, Roberto. Mejía, Osman. Sabillón, Jairo. “Proyecto de Biomasa para Generación”, de Energía Eléctrica Aplicado a la Ciudad Universitaria” Seminario de Investigación (IE-900), II periodo 2007.

Martínez, E., & Díaz de Mera, M. (2004). Contaminación Atmosférica. Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla- La Mancha.

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. (2007). SOX (ÓXIDOS DE AZUFRE). Obtenido de <http://www.prtr-es.es/SOx-oxidos-de-azufre,15598,11,2007.html>

Ministerio del Ambiente . (2010). Plan Nacional de Calidad del Aire. Recuperado el 14 de 05 de 2017, de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/libro-calidad-aire-1-final.pdf>

Ministerio del Ambiente. (13 de Febrero de 2014). Inventario Preliminar de las Emisiones de Contaminantes del Aire, de los cantones Ambato,Riobamba, Santo Domingo de los Colorados,Latacunga, Ibarra, Manta, Portoviejo, Esmeraldas y Milagro. Obtenido de Inventario Preliminar de las Emisiones de Contaminantes del Aire, de los cantones Ambato,Riobamba, Santo Domingo de los Colorados,Latacunga, Ibarra, Manta, Portoviejo, Esmeraldas y Milagro: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/Libro-Resumen-Inventario-13-02-2014-prensa.pdf>

Moreira, A. (11 de 03 de 2015). Ecured Conocimiento con todos y para todos . Obtenido de Ecured Conocimiento con todos y para todos : [https://www.ecured.cu/Contaminantes\\_antropog%C3%A9nicos](https://www.ecured.cu/Contaminantes_antropog%C3%A9nicos)



## 14. ANEXOS

### Anexo 1. Aval de traducción



CENTRO DE IDIOMAS


### *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el Señor Egresado de la Carrera de INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE de la FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES, **LEÓN SEMBLANTES JONATHAN WLADIMIR** cuyo título versa “ESTUDIO DE LA CANTIDAD DE GAS METANO EMANADO AL AMBIENTE PRODUCTO DE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LA CELDA EMERGENTE DE LA MANCOMUNIDAD PUJILÍ - SAQUISILÍ, EN EL SECTOR INCHAPO DEL CANTÓN PUJILÍ, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, Febrero del 2019

Atentamente,



Lic. Cevallos Galarza Bolívar Maximiliano  
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS  
C.C. 0910821669



## Anexo 2. Hoja de Vida del Tutor



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE

### DATOS PERSONALES

**APellidos:** MOGRO CEPEDA

**Nombres:** YENSON VINICIO

**Estado Civil:** CASADO

**Cedula de Ciudadanía:** 0501657514

**Número de Cargas Familiares:** Dos

**Lugar y Fecha de Nacimiento:** Latacunga 22 de febrero de 1968

**Dirección Domiciliaria:** Urbanización San Gregorio Calle los Arupos casa N° 2

**Teléfono Convencional:** 2818520    **Teléfono Celular:** 0987061018

**Email Institucional:** inicio.mogro@utc.edu.ec

**Tipo de Discapacidad:** NINGUNA

**# de Carnet Conadis:**



### ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TÍTULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP O SENESCYT
<b>TERCER</b>	Ing. Civil	29-04-2004	1005-04-499276
<b>CUARTO</b>	Diplomado En Didáctica de la Educación Superior	2016-05-31	1020-2016-1683494
<b>CUARTO</b>	Maestría En Gestión de la Producción	29-10-2007	10020-07-668518

### HISTORIAL PROFESIONAL

**Unidad Administrativa o Académica en la que labora:** CAREN

**Área del Conocimiento en la cual se desempeña:** CIENCIAS

**Fecha de Ingreso a la UTC:** abril - Septiembre 2001

**FIRMA**

### **Anexo 3. Hoja de Vida Autor**

#### **HOJA DE VIDA**

##### **Datos Personales**

Nombres: Jonathan Wladimir

Apellidos: León Semblantes

Fecha de Nacimiento: 24 de Julio de 1995

Lugar de Nacimiento: Latacunga

Documento de Identidad: N° 050255846-3

Correo Electrónico: jotaleons95@gmail.com

Lugar de Residencia: Latacunga

Teléfono: 0996042124



##### **ESTUDIOS REALIZADOS:**

**Estudios Primarios:** Unidad Educativa Simón Bolívar

**Estudios Secundarios:** Unidad Educativa Particular Mixta San José “La Salle”

Especialidad: Químico Biólogo.

**Universitarios:** Universidad Técnica de Cotopaxi.

Carrera Ingeniería En Medio Ambiente.

Ciudad: Latacunga.

Semestre: Decimo

### **EXPERIENCIA LABORAL**

Institución: Departamento del ambiente del Canto Saquisilí

Cargo: Capacitador en el manejo de desechos solidos

Actividad: recopilación de datos y capacitaciones a barrios, plazas y mercados.

### **REFERENCIAS PERSONALES**

Ing. José Calvopiña

**Cargo actual:** Administrador de la mancomunidad Pujilí - Saquisilí

Pujilí-Cotopaxi

**Teléfono:** 0984659548

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Cargo: Asistente del Laboratorio de Calidad de Aire.

Actividad: Manejo de Equipos e Instrumentos del Laboratorio.

### **REFERENCIAS PERSONALES**

Ing. MSc. Oscar Rene Daza Guerra

**Cargo actual:** Coordinador de la Unidad de Calidad de Aire de la Universidad técnica de Cotopaxi.

Latacunga-Cotopaxi

**Teléfono:** 0982438543

#### Anexo 4. Fotografías del Trabajo de Campo

- Primera visita de reconocimiento lugar de investigación



**Fotografía N° 1** Sondaje eléctrico vertical 1



**Fotografía N° 2** Sondaje eléctrico vertical 2



**Fotografía N° 3**  
Basurero y celda de Pujilí



**Fotografía N° 4**  
Basurero y celda de Pujilí



**Fotografía N° 5**  
Lugar de trabajo relleno



**Fotografía N° 6**  
Lugar de trabajo relleno





**Fotografía N° 7**  
Grupo de trabajo para investigación.



**Fotografía N° 8**  
Tipos de chimeneas, celda emergente



**Fotografía N° 9**  
Recolección de datos en las chimeneas de la celda emergente.



**Fotografía N° 10**  
Medición y base de datos de emanación de gases





**Fotografía N° 11**  
Control para la propuesta de mitigación.



**Fotografía N° 12**  
Control para la propuesta de mitigación.



**Anexo 5.** Base de Datos de la celda emergente de la Mancomunidad Pujilí – Saquisilí.

**Tabla 22** Promedios analizados

PROMEDIOS ANALIZADOS.							
TH	Promedio	O <sub>2</sub>	Promedio	CO <sub>2</sub>	Promedio	CH <sub>4</sub>	Promedio
1	25,06	1	22,28	1	4,77	1	0,675
2	23,03	2	21,99	2	4,85	2	0,531
3	29,97	3	20,85	3	5,36	3	0,607
4	18,31	4	18,31	4	3,98	4	0,447
5	18,67	5	18,26	5	4,87	5	0,671
6	25,03	6	23,26	6	4,41	6	0,75
total	23,345	total	20,825	Total	4,70666667	total	0,6135

PROMEDIO		PROMEDIO		PROMEDIO	
CH <sub>4</sub>		CH <sub>4</sub>		CH <sub>4</sub>	
<b>0,675</b>	0,603	0,607	0,527	0,671	0,7105
<b>0,531</b>		0,447		0,75	

## Anexo 6. Características de las fuentes fijas de las zonas en estudio

**Tabla 23** Datos Celda Emergente

<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
Lunes a viernes	Lunes a Domingos	Todos los días	Ciertos días
		<b>X</b>	
<b>PRODUCCIÓN</b>			
CONTINUA		DISCONTINUA	
<b>X</b>			
Número de horas que funciona el caldero		DE 6 AM A 6 PM	
Horario de funcionamiento del caldero a la semana		Horas	12 horas
		Días	8 días
<b>DATOS DEL CALDERO</b>			
Equipo		CHIMENEA	
Año de fabricación		Ecuador 2013	
<b>MATERIA PRIMA</b>			
Combustible		LLAMA	
<b>DATOS DE LA CHIMENEAS</b>			
Numero de chimeneas		3	
Tipo de chimenea		Circular	Altura del puerto de muestreo. - 2,30m Diámetro .- 0.50m

**Fuente:** Ing. José Calvopiña Mancomunidad Municipio Pujilí

**Elaborado por:** Jonathan León 2019