



DOCUMENTO DE DISEÑO DE PROYECTO  
AESAs Misiones (Grupo Proactiva)  
Proyecto de Captura y Quema de Biogás

**MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO  
DOCUMENTO DE DISEÑO DE PROYECTO**

**RELLENO SANITARIO FACHINAL  
PROVINCIA DE MISIONES, ARGENTINA**

**VERSIÓN 0**

**FEBRERO 2007**



**MECANISMO PARA UN DESARROLLO LIMPIO  
FORMULARIO DEL DOCUMENTO DEL PROYECTO (DDP-MDL)  
Versión 03 – en vigencia desde el: 28 Julio 2006**

**CONTENIDOS**

- A. Descripción General de la actividad de proyecto
- B. Aplicación de la metodología de línea de base y monitoreo
- C. Duración de la actividad de proyecto / Período de Acreditación
- D. Impactos Ambientales
- E. Comentarios de partes interesadas

**Anexos**

Anexo 1: Información de contacto de los participantes en la actividad de proyecto

Anexo 2: Información sobre financiamiento público

Anexo 3: Información sobre la línea de base

Anexo 4: Plan de Monitoreo



**SECCION A. Descripción General de la actividad del proyecto**

**A.1 Título de la actividad del proyecto:**

>>Proyecto de Captación y Quema de Biogás en el Relleno Sanitario Fachinal de AESA Misiones (Grupo Proactiva) – versión 0, Febrero del 2007

**A.2. Descripción de la actividad del proyecto:**

>> Los **objetivos** a alcanzar mediante este proyecto abarcan la **captura e incineración del biogás generado en el relleno sanitario** de Fachinal, ubicado en **Misiones**, Argentina, desarrollándolo en el **marco de un procedimiento MDL** según el Protocolo de Kyoto y certificando reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. Estos derechos, una vez comercializados, supondrán un retorno de ingresos que servirá para fomentar otros proyectos de Desarrollo Sustentable en la misma Provincia.

El relleno sanitario comenzó su operación en el año 2001 formando parte del sistema del plan de gestión integral de residuos lanzado por la Provincia de Misiones y lleva aproximadamente, hasta el día de la fecha, 375.000 toneladas de residuos dispuestas. Este relleno permite dar una disposición final, segura y controlada a los residuos sólidos urbanos provenientes de 12 Estaciones de Transferencia distribuidas en la zona Centro-Sur de la Provincia, que involucran 21 localidades y una población cercana a los 437.000 habitantes.

La operación del relleno sanitario, se lleva a cabo mediante la disposición, compactación y cobertura de los residuos sólidos en celdas impermeabilizadas. Estas últimas cumplen todos los estándares de diseño necesarios para asegurar una correcta gestión de los residuos, gases y lixiviados generados. El relleno cuenta además con toda la infraestructura, maquinaria y recursos humanos necesarios para poder conseguir resultados óptimos en cuanto al manejo de los residuos y sus derivados.



**Figura 1: Vista del Relleno Sanitario Fachinal.**

El presente proyecto es un **emprendimiento conjunto entre el Gobierno de la Provincia de Misiones**, a través del Ministerio de Ecología, y la firma concesionaria del relleno sanitario, **AESA Misiones SA**, subsidiaria de Proactiva Medio Ambiente, empresa especializada en la gestión integral del agua y los residuos. Proactiva MA, a su vez, es el resultado de la unión de dos grupos mundiales especializados en servicios medioambientales: Fomento de Construcciones y Contratas (FCC, España, [www.fcc.es](http://www.fcc.es) ) y Véolia Environnement (Francia [www.veoliaenvironnement.com/es](http://www.veoliaenvironnement.com/es) ) y cuenta con delegaciones y empresas locales instaladas en diversos países de Latinoamérica: México, Venezuela, Colombia, Brasil, Chile y Argentina.

Proactiva provee servicios de gestión de residuos a 7100 clientes industriales y 90 municipalidades que suman 26 millones de personas. Con el fin de ofrecer soluciones integrales a sus clientes, Proactiva ha desarrollado un know-how avanzado que cubre todo el espectro de las actividades de gestión de residuos: recolección municipal de residuos sólidos, reciclaje de residuos industriales, construcción y operación de rellenos sanitarios, disposición final de residuos, limpieza urbana, recolección y tratamiento de residuos hospitalarios y operación de estaciones de transferencia de residuos.

Estando presente en 6 países de Sudamérica, Proactiva opera 13 rellenos sanitarios que durante el año 2005 trataron un total 5,5 millones de toneladas de residuos. Todos estos rellenos sanitarios están equipados con modernos sistemas que aseguran el correcto tratamiento y disposición final de los residuos sólidos: sistemas de impermeabilización, drenajes de aguas,



recolección y tratamiento de lixiviados, las mejores prácticas para venteo pasivo del biogás y monitoreos de aguas superficiales y subterráneas.

**AESA Misiones asumirá todas las inversiones y costos operativos** necesarios para la ejecución del proyecto, y desarrollarlo dentro del marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio. Los ingresos netos procedentes de la venta de los CERs serán compartidos con la Provincia, de forma que ésta pueda implementar **proyectos de Desarrollo Sustentable** en la Provincia, como por ejemplo: la extensión de la red de cloacas o el incremento del área de calles pavimentadas. La concreción de este proyecto permitirá **contribuir al Desarrollo Sustentable** por medio de una mejora en la gestión ambiental y operativa del relleno sanitario de forma adicional a lo establecido por la legislación vigente, al mismo tiempo que se reducen las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEIs) y el consiguiente efecto de calentamiento global.

La **tecnología** a emplear en la actividad de proyecto incluye la instalación de equipos de extracción y quema de biogás para la destrucción del metano que será recolectado de las áreas de disposición de residuos existentes y futuras del relleno sanitario, en vez de ser liberado a la atmósfera.

El sistema de extracción consistirá en una red de pozos de gas de HDPE conectados a un colector principal. El gas será conducido a la antorcha gracias a una turbina y luego será quemado. La antorcha será de llama oculta y permitirá una combustión completa del metano a alta temperatura.

Este tipo de proyectos conlleva una serie de beneficios a tener en cuenta a la hora de su evaluación como tal, siendo entre otros:

*Beneficios Ambientales:*

Mediante la captación y combustión del biogás, se evita de forma eficaz la emisión de metano a la atmósfera, reduciendo de esta manera, el aporte de gases con un enorme potencial de generación de efecto invernadero y por lo tanto se minimiza la contribución al calentamiento global. Por otro lado, la aplicación de esta técnica permite extraer y canalizar los gases generados en el interior del relleno, aumentando, así, la estabilidad y estanqueidad del mismo.

Además, la quema del biogás capturado no sólo destruye el metano, sino que también destruye compuestos del biogás como compuestos orgánicos volátiles y amoníaco. Esta técnica de gestión reducirá la emisión de gases a la atmósfera, con la consecuente mejora de la calidad del aire en el entorno del área.

*Beneficios Sociales:*

La recuperación y quema del biogás con un sistema de extracción activo, no sólo contribuirá a la mitigación del cambio climático sino que también mejorará la salud y la calidad de vida en el



área vecina. Además de los beneficios ambientales, este proyecto incentivará el desarrollo económico local, gracias a la transferencia tecnológica y a la creación de nuevos empleos locales.

Además, la venta de los CERs logrados por la implementación del proyecto generará un importante ingreso de divisas a la Provincia de Misiones. Los beneficios obtenidos serán compartidos con la Provincia de Misiones con el fin de promocionar nuevos proyectos de Desarrollo Sostenible.

*Transferencia de Tecnología:*

Este proyecto actuará como vector de ingreso tecnológico a la Provincia, permitiendo incorporar y desarrollar especialistas y nuevos proyectos referidos a captura y uso del biogás, difundiendo así este tipo de tecnología. El desarrollo de este proyecto incentivará la concreción de nuevos proyectos enmarcados dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio a nivel Nacional y Provincial.

Teniendo en cuenta los beneficios sociales, económicos, medio ambientales y tecnológicos que la actividad de proyecto puede ofrecer, los participantes del proyecto: AESA Misiones S.A, el Gobierno de la Provincia de Misiones, Proactiva Medio Ambiente y Veolia Propreté están convencidos de la contribución positiva y a largo plazo que el proyecto de MDL generará sobre el desarrollo sostenible de la Provincia de Misiones y más ampliamente, de Argentina.

Este proyecto es un importante ejemplo de colaboración entre los sectores público y privado, que tiene como fin la contribución y promoción directa al Desarrollo Sostenible de la Provincia de Misiones.



**A.3. Participantes del Proyecto:**

>>>A continuación, se nombran y describen los participantes de proyecto. Para obtener información del contacto más detallada, por favor, referirse al Anexo I del presente documento.

Nombre de la Parte involucrada(*) ((anfitrión) indica la parte anfitriona)	Entidad/es Privada y/o publica, participante de proyecto (*) (según corresponda)	Indicar si la parte involucrada desea ser considerada como un participante de proyecto (Si/No)
Argentina (País Anfitrión)	-AESA Misiones (empresa privada)  -Proactiva Medio Ambiente Argentina (empresa privada), como empresa madre de AESA Misiones.	No
	Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y Turismo del Gobierno de la Provincia de Misiones (entidad pública)	
España	Proactiva Medio Ambiente (entidad privada)	No
Francia	Veolia Propreté (entidad privada)	No

(\*) De acuerdo con las modalidades y procedimientos del MDL, al momento de hacer público el PDD en la etapa de validación, una parte involucrada puede o no, haber dado su aprobación. En la etapa de pedido de registro, la aprobación por la parte/s involucrada es necesaria



**A.4. Descripción técnica de la actividad de proyecto:**

**A.4.1. Localización de la actividad de proyecto:**

**A.4.1.1. Parte(s) Anfitriona(s):**

>>Argentina

**A.4.1.2. Región/Estado/Provincia etc.:**

>>Provincia de Misiones

**A.4.1.3. Ciudad/Municipio/Comunidad etc:**

>>Localidad de Fachinal

**A.4.1.4. Detalle de la ubicación física, incluyendo información que permita la identificación única de esta actividad de proyecto (máximo 1 hoja):**

>>>>El Relleno Sanitario Fachinal asociado a la actividad de proyecto se encuentra ubicado en el Municipio de Fachinal, Provincia de Misiones, (Argentina), a 37 kilómetros por ruta de la Capital de la Provincia, Posadas. El ingreso se realiza por medio del denominado Acceso Fachinal sobre la ruta Provincial 205, a 2500 metros de la intersección con la ruta Nacional 105.

El predio donde se ubica el relleno sanitario tiene una superficie disponible de 100 Hectáreas y se encuentra delimitado al norte por la ruta provincial número 205, al oeste por el Arroyo Naranja, al este por una calle pública de 15 metros de ancho y al sur por terrenos colindantes.



**Figura 2 Vista aérea del Relleno Sanitario Fachinal**

Se muestra a continuación un mapa donde se ilustra la ubicación del Relleno Sanitario en el marco de la República Argentina

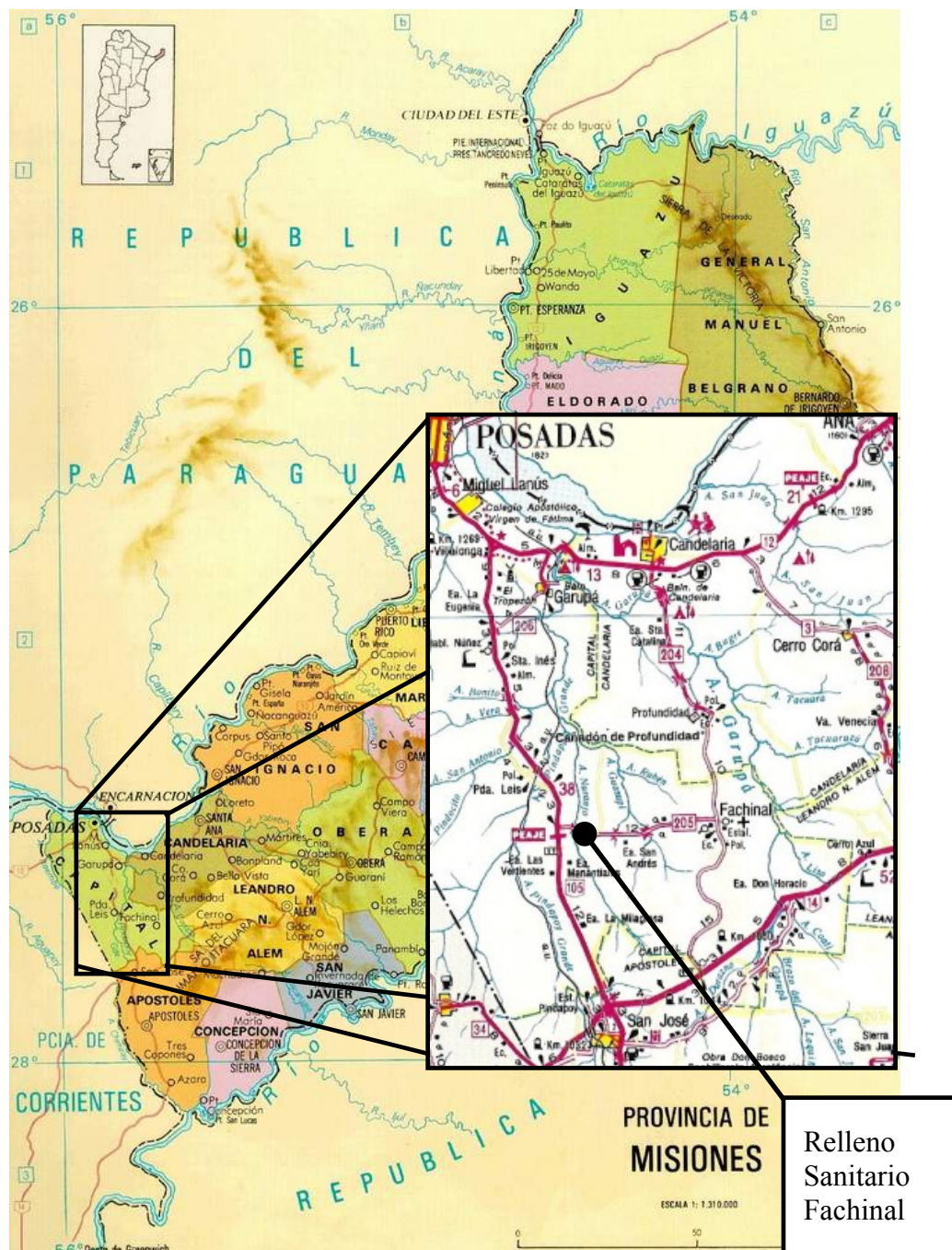


Figura 3: Ubicación del Relleno Sanitario Fachinal.



**A.4.2. Categoría(s) de la actividad de proyecto:**

>>Manejo y disposición de residuos (waste handling and disposal)

**A.4.3. Tecnología a ser empleada por la actividad del proyecto:**

>> El relleno sanitario Fachinal, se constituye como un centro de disposición final segura y controlada, de los residuos sólidos urbanos generados en la zona centro-sur de la Provincia de Misiones. Para lograr la mejor calidad en el servicio, el relleno se divide en sucesivas unidades operativas, denominadas celdas. Cada una de estas celdas tiene 220 metros de largo, 55 de ancho y una altura neta de residuos que oscila entre los 4 y los 11 metros. Con estas características cada celda permite albergar 70.000 toneladas de residuos, aproximadamente.

Las celdas cuentan con un sistema de impermeabilización que evita la migración de los líquidos lixiviados hacia el exterior de las mismas, actuando así como barrera de contención. La impermeabilización de la base y de la parte interna de los taludes, ha ido progresando de acuerdo con las condiciones de contrato. En la actualidad se realiza la impermeabilización de las celdas con una triple barrera de protección, teniendo (desde la parte inferior a la superior):

- Suelo natural arcilloso compactado hasta  $k=10^{-7}$  m/s, en 50 cm.
- Sándwich de geotextil-bentonita de 6 mm de espesor
- Geomembrana de HDPE de 1500  $\mu$ m de espesor

Cobertura final: se realiza agregando una capa de suelo arcilloso compactado de 40 cm de espesor, 20 cm de suelo vegetal propio del lugar y se refuerza con una lámina continua de PE de 800  $\mu$ m de espesor entre las capas de cobertura mencionadas anteriormente.



**Figura 4: Instalación de Geomembrana en celda 3.**

Mediante la implementación del proyecto de captura y quema de biogás, se desarrollará una mejora operativa en el sistema de captura de gases derivados del relleno sanitario. La **tecnología** a emplear se basa en un sistema de colección y conducción por aspiración forzada, medición, análisis y quema del biogás extraído.

Inicialmente el proyecto se implementará para la extracción del biogás de tres celdas del relleno actualmente cerradas mediante la cobertura final, estando prevista la incorporación al sistema de las celdas que se vayan cerrando a medida que transcurra la operación del relleno. El **sistema se compone de un conjunto de cuatro subsistemas**:

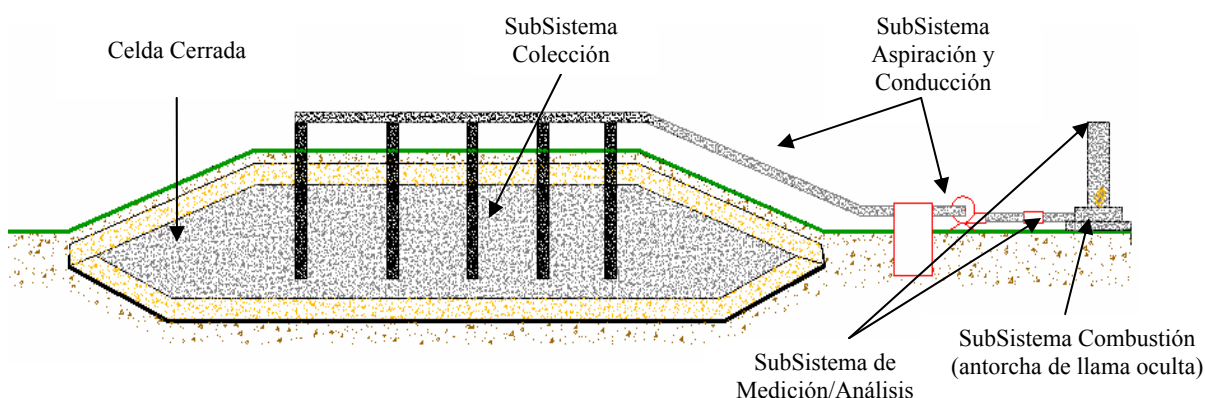
Subsistema de **colección**: consistente en un conjunto de pozos, distribuidos en las celdas cerradas y maduras, mediante los cuales se extrae el biogás del interior del relleno.

Subsistema de **aspiración y conducción**: conformado por una red de cañerías y un equipo de turbinas de aspiración, que permiten el flujo del biogás desde los pozos de colección hasta el

subsistema de quemado. En el circuito se intercalan trampas de condensados para retener el vapor de agua que pudiera estar contenido en el biogás.

Subsistema de **medición/análisis**: instalado entre el subsistema de aspiración/conducción y el de quemado, con el fin de registrar de forma precisa y fehaciente las cantidades de metano que se quemarán. Está constituido por un medidor de flujo fijo y homologado que por medio de la integración automática de las mediciones de Presión y Temperatura que se realizan de forma continua, provee lecturas directas del volumen de biogás que ingresa al subsistema de combustión, expresado en Condiciones Normales de Presión y Temperatura en  $Nm^3$  (CNPT). Además de esto, se cuenta con un analizador de gases continuo que mediante un plan de monitoreo específico, permitirá determinar la proporción de metano, dióxido de carbono y oxígeno presente en el biogás a quemar, y la proporción de metano y oxígeno presente en los gases emitidos por la antorcha. Estas mediciones se realizarán de acuerdo al plan de monitoreo con el fin de determinar la cantidad exacta de metano que circula a través de la antorcha y es quemado.

Subsistema de **combustión**: incluye los equipos que permiten realizar la adecuada combustión del biogás, basándose en una antorcha de llama oculta diseñada específicamente para cumplir con los requisitos exigidos en este proyecto y que asegura, en todo momento, una eficiencia de quemado superior al 97%. La antorcha estará equipada con equipos automáticos de monitoreo y control.



**Figura 5: Diagrama del Sistema de Captura y Quema de biogás.**

Mediante la implementación de estas mejoras en el Relleno Sanitario de Fachinal, AESA Misiones S.A, Proactiva Medio Ambiente y Veolia Propreté, transferirán su know how y experiencia en la instalación y operación de estos sistemas al equipo local. Se han provisto y proveerán, en un futuro, numerosos programas de capacitación para la plantilla local. Se brindará soporte técnico para ayudar a resolver cualquier dificultad existente.

A continuación se puede observar un layout del Relleno Sanitario Fachinal con la ubicación prevista del sistema de aspiración, quemado y medición/análisis:

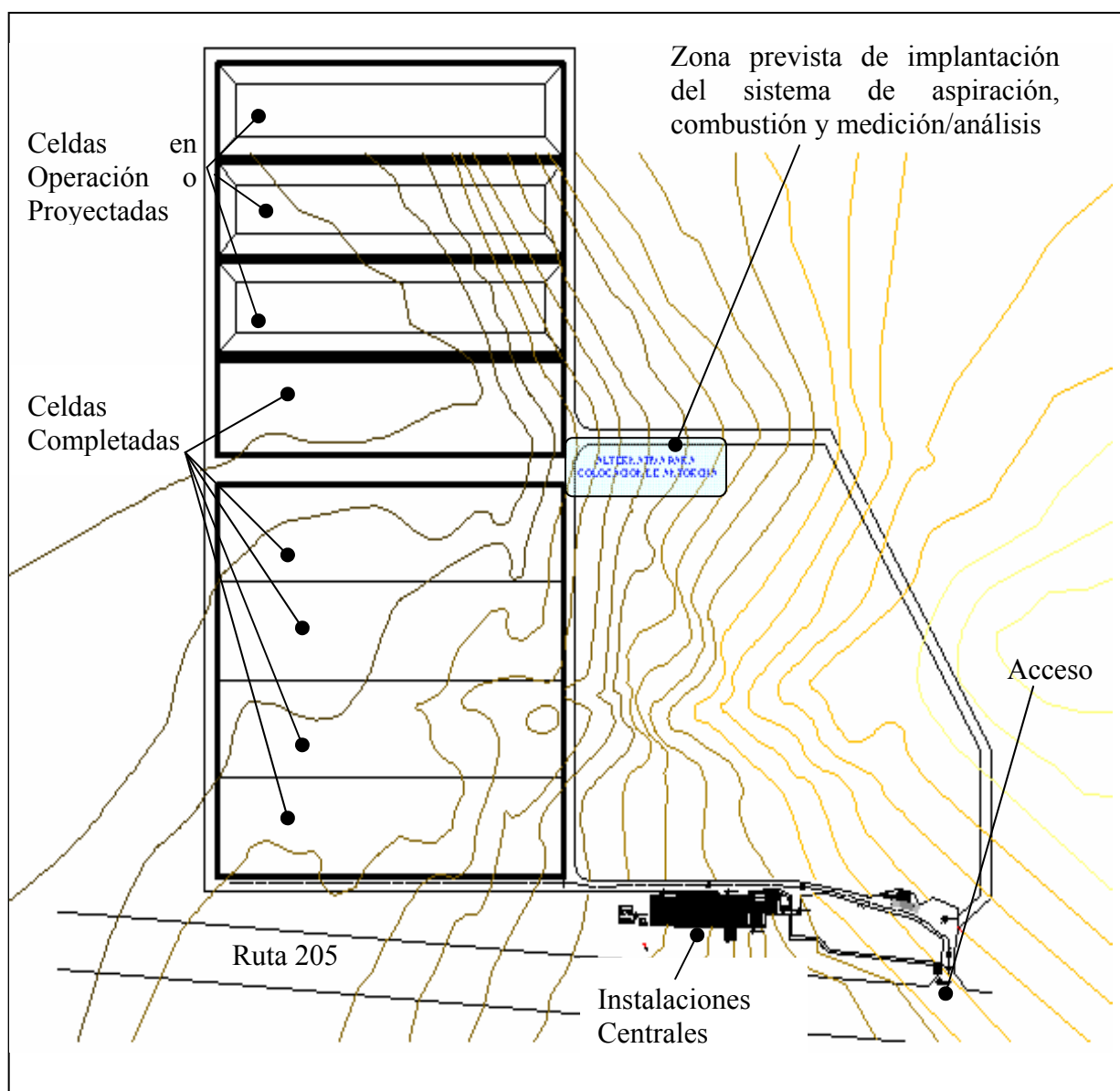


Figura 6: Ubicación del Subsistema de quemado dentro del Relleno Sanitario.





Año		Estimación de las reducciones de emisión anuales en toneladas de CO <sub>2e</sub>
2007	4 meses	6858
2008	12 meses	24020
2009	12 meses	27356
2010	12 meses	30602
2011	12 meses	33776
2012	12 meses	36892
2013	12 meses	39967
2014	12 meses	43015
2015	12 meses	46048
2016	12 meses	49079
2017	8 meses	34747
Reducciones estimadas totales (toneladas de CO <sub>2e</sub> )		372361
Número total de años de acreditación		10 years
Promedio anual de reducciones estimadas durante el período de acreditación (toneladas de CO <sub>2</sub> )		37236

**A.4.5. Financiamiento público de la actividad del proyecto:**

>>Ninguno



**SECCIÓN B. Aplicación de la metodología de línea de base y monitoreo**

**B.1. Título y referencia de la metodología de línea de base y de monitoreo aprobada, aplicada a la actividad del proyecto:**

>>Se empleará la metodología ACM0001 / Versión 05 “Consolidated baseline methodology for landfill gas project activities” junto con la ACM0001 / Versión 05 “Consolidated monitoring methodology for landfill gas project activities”.

De acuerdo con las recomendaciones de esta metodología, se empleará la herramienta “Tool for the demonstration and assessment of additionality” / Versión 02 y la herramienta “Tool to determine project emissions from flaring gases containing methane” / Versión 01.

**B.2 Justificación de la selección de la metodología y por qué es aplicable a la actividad del proyecto:**

>>Esta metodología es aplicable a las actividades de proyecto de captura de biogás, donde el escenario de línea de base es la emisión a la atmósfera del biogás y la actividad de proyecto incluye las siguientes situaciones:

- El biogás es capturado y quemado.
- No hay requerimientos legales o contractuales para la quema del biogás.

Se empleará la metodología de monitoreo aprobada ACM0001 / Versión 05 (“Consolidated monitoring methodology for landfill gas Project activities”) junto con su metodología de línea de base.

Ya que el propósito del proyecto es instalar y operar una unidad de colección y quema de biogás en un relleno sanitario ubicado en Argentina, un país no comprendido en el Anexo 1, quien ha ratificado el Protocolo de Kyoto el día 28 de septiembre del 2001, y donde no hay requerimientos legales ni contractuales que impidan realizar esto, las condiciones para el uso de la metodología ACM0001 / Versión 05 se encuentran cumplidas.

**B.3. Descripción de las Fuentes y los gases incluidos en el ámbito del proyecto:**

>> El biogás, se genera por la descomposición anaeróbica de los residuos sólidos dispuestos. Está compuesto principalmente por dos GEI: Dióxido de carbono “CO<sub>2</sub>” y metano “CH<sub>4</sub>”.



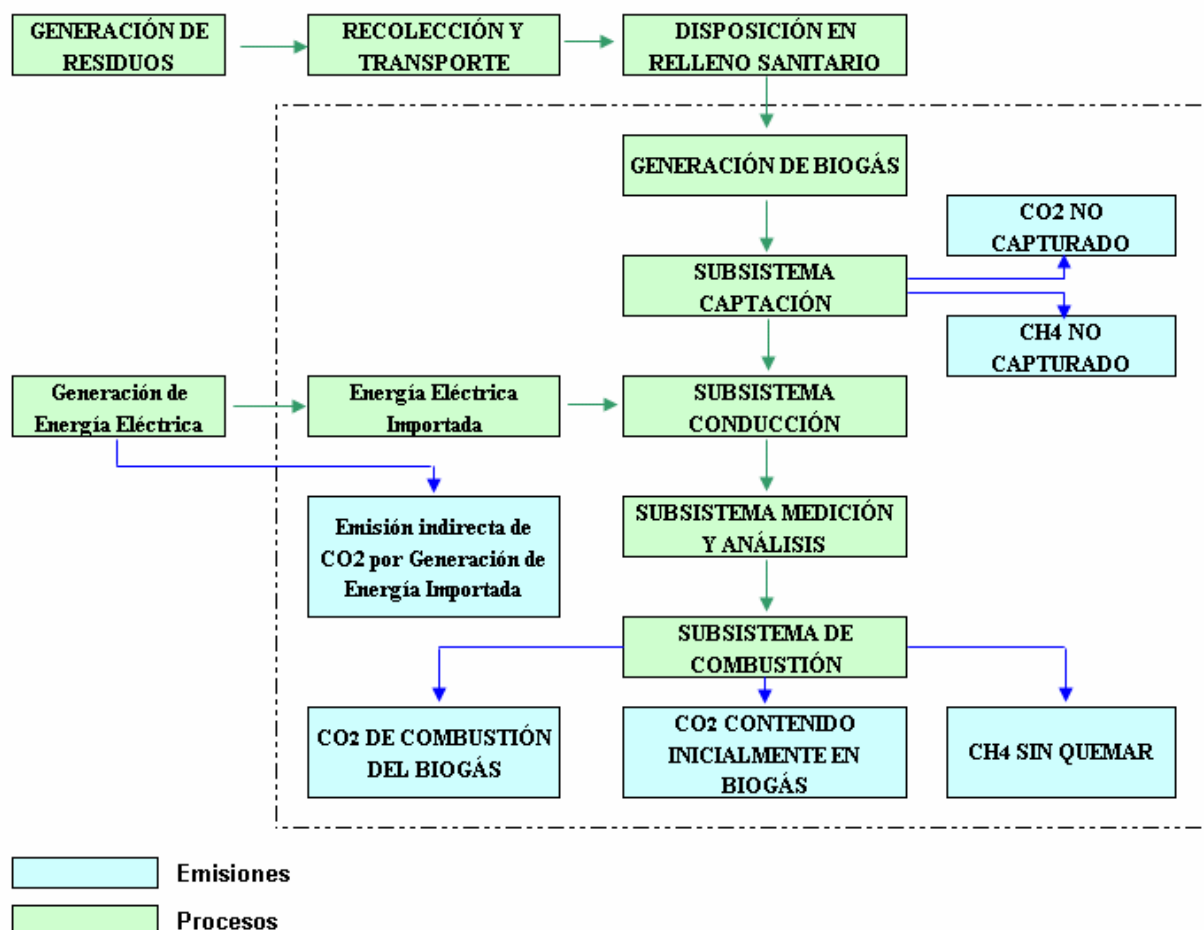
	Fuente	Gas	Incluido?	Justificación / Explicación
Línea de Base	Relleno sanitario	CO <sub>2</sub>	No	Las emisiones de CO <sub>2</sub> son neutrales por convención ya que provienen de la degradación de los residuos orgánicos.
		CH <sub>4</sub>	Yes	
		N <sub>2</sub> O	No	
	Sistema de extracción existente	CO <sub>2</sub>	No	A la fecha no está instalado ningún sistema de extracción activo en el lugar
		CH <sub>4</sub>	No	
		N <sub>2</sub> O	No	
Actividad de Proyecto	Relleno sanitario	CO <sub>2</sub>	No	Las emisiones de CO <sub>2</sub> son neutrales por convención ya que provienen de la degradación de los residuos orgánicos.
		CH <sub>4</sub>	Yes	Emisiones fugitivas remanentes de metano
		N <sub>2</sub> O	No	
	Sistema de extracción (turbina eléctrica)	CO <sub>2</sub>	Yes	Emisiones debidas al consumo eléctrico desplazado de la red
		CH <sub>4</sub>	No	
		N <sub>2</sub> O	No	
	Emisiones de quemado	CO <sub>2</sub>	No	Las emisiones de CO <sub>2</sub> generadas por la fermentación de los residuos no son tenidas en cuenta
		CH <sub>4</sub>	Yes	Metano no quemado, si hubiera
		N <sub>2</sub> O	No	

De acuerdo con la metodología empleada, ACM0001 / Versión 05 el dióxido de carbono generado por la propia descomposición anaeróbica de los residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario y emitido directamente a la atmósfera no será contabilizado en los cálculos, ya que forma parte del ciclo natural del carbono. Esta misma consideración se aplica sobre el dióxido de carbono proveniente de la combustión del metano generado y el contenido inicialmente en el biogás quemado. Si bien estas dos fuentes de gases no son tenidas en cuenta para el cálculo de las reducciones de emisión, se considera que las mismas se encuentran dentro del alcance del proyecto, ya que están involucradas en el desarrollo del mismo, por formar parte del biogás manejado.

Si bien el dióxido de carbono derivado de la generación de energía eléctrica que se empleará para el abastecimiento del sistema, será despreciable con respecto al total de las reducciones de toneladas de carbono equivalentes a conseguir mediante la implementación del proyecto (aproximadamente el 0,2% del total), este valor será incluido dentro del alcance del proyecto y contabilizado en los cálculos correspondientes.

Se muestra a continuación un diagrama de flujo donde se indican las diferentes corrientes de gases de efecto invernadero y las tareas involucradas en la operación normal del relleno, una vez

se instale el sistema de captura y quema de biogás. Se ha establecido el límite del alcance del proyecto mediante una línea punteada.



**B.4. Descripción de la manera en que el escenario de línea de base es identificado y descripción del mismo:**

>> El escenario de línea de base se ha definido como la emisión a la atmósfera del biogás producido por la degradación anaeróbica de los residuos dispuestos después de analizar los siguientes ítems:

- Otras alternativas
- Obligaciones Legales y contractuales (existentes o a futuro)
- Práctica actual en el sector de Gestión de Residuos en Argentina
- Práctica actual en el sitio.



## Identificación de escenarios alternativos

### *-Alternativa 1: Práctica actual en el sitio.*

El biogás del relleno sanitario es venteadado a la atmósfera. El biogás no es quemado ni incinerado. El biogás no es recuperado para producir energía interna o externamente.

### *-Alternativa 2: Implementación del sistema de captura y quema de biogás sin los beneficios del MDL.*

La segunda opción es instalar un sistema de colección activo y quema del biogás sin considerar los beneficios del MDL. Esta alternativa es improbable que suceda ya que la instalación del sistema requiere de una importante inversión y no generará ningún beneficio económico. Actualmente no existen incentivos para modificar el método operativo ya que no hay requerimientos legales o contractuales para realizarlo.

### *-Alternativa 3: Producción y venta de electricidad o calor a partir del biogás.*

Esta alternativa consiste en la recuperación de la energía del biogás para producir energía eléctrica o térmica y venderla a potenciales usuarios.

Este escenario alternativo que consiste en la producción de electricidad a partir del biogás, no es una solución plausible por razones asociadas a la falta de madurez de esta tecnología en la Argentina y al insuficiente incentivo económico para desarrollarlo. La práctica común es instalar primero un sistema activo de captura y quema de biogás, con el fin de asegurar que la calidad, la estabilidad y la cantidad del biogás son compatibles con la generación eléctrica<sup>1</sup>.

Además de lo anterior se debe recalcar que dadas las pequeñas dimensiones del Relleno Sanitario Fachinal, el potencial de generación de biogás no será lo suficientemente alto como para sustentar un sistema de aprovechamiento energético, ya que se deberá incurrir de esta forma en una alta inversión relativa requerida por MWh de Energía producida. Esta situación podría empeorar, además, con la existencia de precios muy bajos en el mercado energético argentino y las grandes distancias a recorrer para poder conectar con la red pública de distribución o con potenciales consumidores. Todo esto hace que esta alternativa a nuestro proyecto se convierta en inviable aún con los beneficios derivados del Mecanismo de Desarrollo Limpio.

### *-Alternativa 4: Captura y venta del biogás a usuarios finales.*

Esta alternativa consiste en la inversión en un sistema de colección de biogás y venta a usuarios finales cercanos.

---

<sup>1</sup> Se pueden encontrar conclusiones y comentarios similares en el documento 'The Landfill Gas-to-Energy Initiative for Latin America and the Caribbean', publicado por el Banco Mundial



No se ha identificado ningún usuario final cercano al emplazamiento, consecuentemente esta alternativa no será factible económicamente.

**Consecuentemente, la alternativa 1, referida a la situación actual, es la única alternativa plausible como escenario de línea de base.**

### **Obligaciones legales y contractuales (existentes o a futuro)**

El contrato de concesión actual establece que AESA Misiones deberá hacerse cargo de la gestión de los subproductos derivados de los residuos dispuestos, estando entre ellos los gases resultantes de la descomposición anaeróbica de los mismos. El contrato no especifica ninguna restricción sobre la forma en que deberá realizarse dicha gestión. No se ha dado ningún indicio de que esta situación cambie en un futuro.

### **Práctica actual en el sector de Gestión de Residuos en Argentina**

Actualmente, los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos existentes en el País se pueden clasificar en dos grupos<sup>2</sup>:

- Basurales a Cielo Abierto: Este tipo de sitio de disposición final es el que predomina en el país. La falta de desarrollo de tareas y controles técnicos y ambientales, los convierte en un gran perjuicio para el ambiente y la salud humana. Estos sitios carecen totalmente de sistemas de gestión de los gases generados por la descomposición de los residuos.
- Rellenos Sanitarios: Estos centros se encuentran ubicados en puntos estratégicos y representan la menor proporción del total de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos del país. En estos centros se realizan todas las tareas necesarias para dar una solución final y sanitariamente segura a los residuos depositados. Estos centros suelen contar con métodos pasivos de venteo de gases por medio de los cuales, el biogás generado es conducido y liberado a la atmósfera. Los costos, la simplicidad, la falta de regulación en otro sentido y la experiencia en el manejo de esta técnica de gestión de gases, hacen que se convierta en la práctica más empleada para estos fines en los rellenos sanitarios de Argentina. Existen, sin embargo, algunos proyectos vinculados a la captura y quema del biogás que se encuentran en desarrollo en el país, ubicándose en su gran mayoría en la provincia de Buenos Aires. Todos ellos se caracterizan por estar siendo considerados bajo el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio.

---

<sup>2</sup> Se pueden encontrar Comentarios o conclusiones similares en el documento “Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos” (ENGIRSU) publicado por la SAyDS (septiembre 2005)



Sin los beneficios generados a partir de la venta de los CER's, la situación actual no podría cambiar ya que no se espera un desarrollo comercial del uso del biogás, ni la creación de ninguna ley o reglamentación referida a este tema.

### **Práctica actual en el sitio**

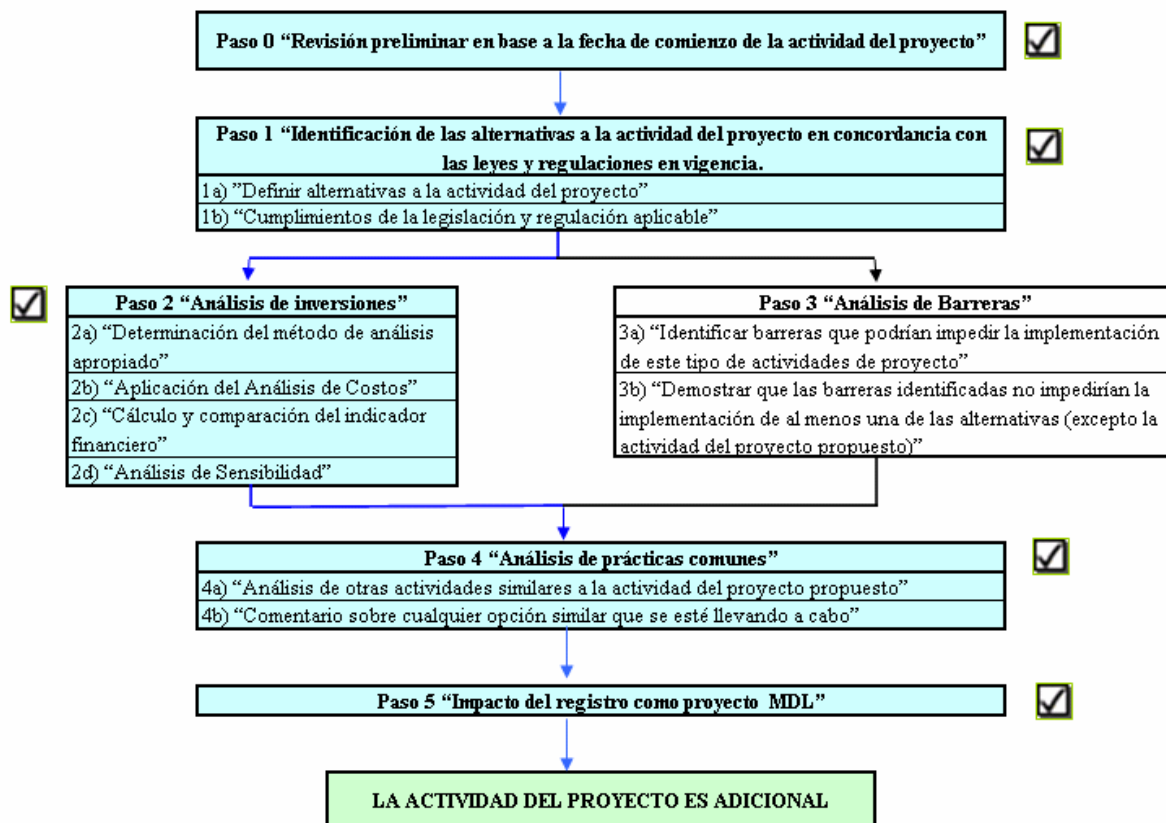
Actualmente hay dos rellenos sanitarios instalados en la provincia de Misiones: el relleno sanitario sur ubicado en la Municipalidad de Fachinal (previsto para la disposición de residuos de aproximadamente 200 ton/día) y el relleno sanitario norte ubicado en la localidad de Aguas Blancas (previsto para la disposición de residuos de aproximadamente 100 ton/día).

Los dos rellenos sanitarios instalados en la provincia de Misiones cuentan, hoy día, con un sistema de control y evacuación de gases mediante sistemas pasivos de venteo. En ninguno de ellos se practica la quema del gas.

<p><b>B.5. Descripción de la manera en que las emisiones antropogénicas de GEI por fuentes se reducen por debajo de aquellas que hubieran ocurrido en la ausencia de la actividad del proyecto MDL registrado (evaluación y demostración de la adicionalidad): &gt;&gt;</b></p>
---

El desarrollo de un sistema de captación y quema de biogás, como el presentado en este proyecto, requiere de una gran inversión inicial sin generar ningún tipo de beneficio económico durante su etapa operativa. La aprobación y registro del proyecto dentro del marco establecido por el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y la consiguiente certificación y venta de las reducciones de emisión alcanzadas, permitirá obtener un incentivo económico que facilitará a los participantes del proyecto el desarrollo e implantación del mismo.

Con el fin de demostrar la adicionalidad del proyecto propuesto, se sigue a continuación con el desarrollo de la metodología recomendada en la ACM0001 / Versión 05, "*Tool for the demonstration and assessment of additionality*" / Versión 02. Esta metodología propone la siguiente estructura de análisis:



Para la demostración de la adicionalidad comenzaremos por el Paso 0 "Revisión preliminar en base a la fecha de comienzo de la actividad del proyecto", siguiendo con el Paso 1 "Identificación de las alternativas a la actividad del proyecto en concordancia con las leyes y regulaciones en vigencia", luego el Paso 2 "Análisis de inversiones". El paso 3 no es necesario ya que esta herramienta establece que el participante de proyecto deberá elegir entre el análisis de inversión o de barreras para la demostración de la adicionalidad. Luego la demostración seguirá con el Paso 4 "Análisis de prácticas comunes" y finalmente el Paso 5 "Impacto del registro como proyecto MDL".

A continuación se desarrolla cada una de las etapas consideradas por esta metodología:

#### **Paso 0 "Revisión preliminar en base a la fecha de comienzo de la actividad del proyecto"**

Este paso no es aplicable a nuestro proyecto, dado el hecho que los participantes del mismo no tienen intenciones de comenzar el período crediticio antes de registrar el proyecto.



**Paso 1** “Identificación de las alternativas a la actividad del proyecto en concordancia con las leyes y regulaciones en vigencia.

**Sub-Paso 1a)** ”Definir alternativas a la actividad del proyecto”

Las cuatro alternativas descritas en la sección B.4 son también aplicables a la demostración de la adicionalidad.

Como fue demostrado en la sección B.4, la alternativa 1 “Situación Actual”, que se refería al venteo pasivo del biogás generado sin captura o quema del mismo, es la única alternativa plausible.

**Sub-Paso 1b)** “Cumplimientos de la legislación y regulación aplicable”

La legislación nacional y provincial no establece ningún requisito legal, con respecto a la captación y quema del biogás generado en los rellenos sanitarios. Tampoco se ha dado ningún indicio de que durante la próxima década se cree alguna regulación vinculada a este tema.

No existen regulaciones referidas a la quema y/o combustión del biogás y tampoco se espera su creación dentro de la próxima década.

**No existe en Argentina ningún requerimiento legal que obligue al operador a implementar cualquier otra alternativa o que las convierta en ilícitas.**

Bajo esta consideración las cuatro alternativas propuestas anteriormente y la actividad del proyecto se encuentran en cumplimiento de la legislación y la reglamentación provincial, nacional y contractual.

**Paso 2** “Análisis de inversiones”

**Sub-Paso 2a)** “Determinación del método de análisis apropiado”

El proyecto no dará ningún rédito económico aparte de los derivados del Mecanismo de Desarrollo Limpio, ya que la tecnología propuesta se implementa exclusivamente con propósitos ambientales. Es por esto que se seleccionará como método de análisis el presentado a continuación (Sub Paso 2b).

**Sub-Paso 2b)** “Aplicación del Análisis de Costos” (opción I)

La metodología de análisis seleccionada para este Sub-paso, corresponde al análisis simple de costos, ya que como se verá posteriormente, el proyecto no produce beneficios económicos adicionales a los vinculados con el registro bajo el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio.



Con el fin de implementar y registrar el proyecto de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), AESA Misiones S.A se hará cargo de invertir el capital necesario para el desarrollo del sistema en su totalidad. La descripción del sistema a emplear, se encuentra en la sección A.4.3 del presente documento. La tabla que se muestra a continuación, resume los valores aproximados relacionados con el proyecto:

INVERSION	
Sistema de colección de gas (para 10 años)	450.000 US\$
Sistema de aspiración, conducción y análisis	500.000 US\$
DESARROLLO	
Desarrollo MDL	200.000 US\$
<b>TOTAL</b>	<b>1.150.000 US\$</b>
OPERACIÓN, MONITOREO Y VERIFICACIÓN ANUAL	
7 % de la inversión	80.500US\$/año

El único beneficio económico que conlleva este proyecto, es el relacionado con el Mecanismo de Desarrollo Limpio que se generará a partir de la venta de las reducciones de emisiones certificadas conseguidas por el proyecto.

El resultado de este análisis indica que la implementación del proyecto no es la opción económicamente más atractiva y que su desarrollo no podría concretarse, de no ser por los beneficios vinculados con el registro del proyecto bajo el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio.

**Sub Paso 2c) “Cálculo y comparación del indicador financiero”**

No aplicable por haber seleccionado la metodología de análisis de costos simple (Opción I).

**Sub Paso 2d) “Análisis de sensibilidad”**

No aplicable por haber seleccionado la metodología de análisis de costos simple (Opción I)

**Paso 3 “Análisis de Barreras”**

No será necesario desarrollar este paso, ya que la herramienta para la demostración de cumplimiento de adicionalidad del proyecto seleccionada, establece que se puede recurrir a la



demostración del cumplimiento de las pautas establecidas en el Paso 2 “Análisis de Inversiones” o las del Paso 3 “Análisis de Barreras”.

El proyecto aquí evaluado, ya ha demostrado cumplir con los requerimientos establecidos en el Paso 2 “Análisis de Inversiones”.

#### **Paso 4** “Análisis de prácticas comunes”

##### **Sub-Paso 4a)** “Análisis de otras actividades similares a la actividad del proyecto propuesto”

La generación y emisión de biogás en los rellenos sanitarios es una actividad muy particular que no se puede comparar con otra de diferente rubro. Las características específicas de estos tipos de proyectos, son:

- Se produce una gran cantidad de gases de efecto invernadero
- Las emisiones se caracterizan por no estar concentradas en un punto específico, sino que las mismas se realizan desde una extensa superficie.
- Las emisiones no están vinculadas directamente con la actividad económica del lugar, de hecho, si esta actividad cesara por completo, las emisiones se seguirían generando ya que la degradación de la materia orgánica continúa por largos períodos de tiempo.

Como consecuencia de lo anteriormente citado, se concluye que no existe una actividad de proyecto comparable con la captura y destrucción del biogás generado en un relleno sanitario.

##### **Sub-Paso 4 b)** “Comentario sobre cualquier opción similar que se esté llevando a cabo”

Como fue dicho anteriormente, ni la legislación nacional ni la provincial, ni los requerimientos contractuales establecen restricciones u obligaciones con respecto a la gestión del biogás generado en los rellenos sanitarios. Es por este motivo que la evacuación de los gases a la atmósfera mediante sistemas de venteo se consolida como la práctica mas utilizada. Existen, sin embargo, algunos proyectos vinculados a la captura y quema del biogás que se encuentran en desarrollo en el país, ubicándose en su gran mayoría en la provincia de Buenos Aires. Todos ellos se caracterizan por haber sido sometidos al proceso del Mecanismo de Desarrollo Limpio.

#### **Paso 5** “Impacto del registro como proyecto MDL”

El registro de la actividad de proyecto permitirá el financiamiento de la implementación del sistema de colección y quema de biogás para reducir emisiones de GEI. Como se demostró anteriormente, el proyecto no generará ningún ingreso económico. Consecuentemente, la venta de los CER’s permitirá financiar la implementación de la actividad de proyecto. El proyecto será un precursor en su categoría a nivel provincial y promoverá, gracias al flujo de ingresos generados, el desarrollo de nuevos proyectos de desarrollo sustentable.



**B.6. Reducción de Emisiones:**

**B.6.1. Explicación de la elección de la metodología:**

>>>> Como fue mencionado anteriormente, la Metodología Aprobada y Consolidada ACM0001 / Versión 05 ha sido desarrollada con el fin de establecer un mecanismo de calculo de las reducciones de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEIs) logradas con respecto a la línea de base de un proyecto de estas características, donde el escenario de base (escenario previsto en el caso de que el proyecto no se desarrollara) sea la emisión parcial o total del mismo a la atmósfera. El proyecto no producirá electricidad para propósitos comerciales ni para uso interno. Consecuentemente, sólo se demandarán las reducciones de emisión debidas a la destrucción del metano. Los siguientes párrafos describen como se aplica la metodología ACM0001 / Versión 05 y sus ecuaciones a la actividad de proyecto.

Es en esta metodología que se define la ecuación a emplear para la estimación de las reducciones de emisión como:

$$ER_y = (MD_{project,y} - MD_{reg,y}) * GWP_{CH4} + EL_y * CEF_{electricity,y} - ET_y * CEF_{thermal,y}$$

donde:

$ER_y$	Reducciones de emisión estimadas para el año “y” en toneladas de Dióxido de Carbono equivalentes [tCO <sub>2eq</sub> ].
$MD_{project,y}$	Cantidad de Metano estimado a destruirse durante el año “y” en toneladas de Metano [tCH <sub>4</sub> ]
$MD_{reg,y}$	Cantidad de Metano que se hubiera destruido durante el año “y”, en ausencia del proyecto, en toneladas de Metano [tCH <sub>4</sub> ]
$GWP_{CH4}$	Potencial de Calentamiento Global del Metano = 21 [tCO <sub>2e</sub> /tCH <sub>4</sub> ]
$EL_y$	Valor neto de la electricidad importada/exportada durante el año “y” en MegaWatt hora [MWh].
$CEF_{electricity,y}$	Emisión de CO <sub>2</sub> producida por la generación de la energía eléctrica consumida por el sistema en [tCO <sub>2</sub> /MWh]. Estimado mediante la metodología AMS.I.D, sección 9-b
$ET_y$	Emisiones de CO <sub>2</sub> correspondientes al año “y” por el incremento del consumo de combustibles fósiles durante el proyecto, con respecto a la línea de base en [TJ]
$CEF_{thermal,y}$	Emisión de CO <sub>2</sub> ocasionada por cada unidad de energía térmica o mecánica producida mediante el consumo de combustibles fósiles en [tCO <sub>2e</sub> /TJ]



### Consideraciones generales:

1) El valor de las reducciones que se hubieran conseguido en ausencia del proyecto ( $MD_{reg,y}$ ), se pueden estimar mediante la siguiente ecuación, definida en ACM0001 / Versión 05:

$$MD_{reg,y} = MD_{project,y} * AF$$

En esta ecuación “AF” representa el Factor de Ajuste y dado que, según lo explicado en el apartado B.4, la línea de base seleccionada para el presente proyecto, consiste en una situación donde se produce la emisión de la totalidad del biogás generado por medio de un sistema pasivo de venteo, el valor que se deberá asignar al factor “AF” es cero. Se concluye de esta forma, que la reducción de emisiones que se hubieran conseguido en ausencia del proyecto ( $MD_{reg,y}$ ) es nula.

2) Siguiendo los lineamientos establecidos en la metodología de cálculo de la línea de base seleccionada, la destrucción del metano conseguida durante un año “y” ( $MD_{project,y}$ ) se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$MD_{project,y} = MD_{flared,y} = (LFG_{flare,y} * W_{CH_4,y} * D_{CH_4}) - (PE_{flare,y} / GWP_{CH_4})$$

Donde:

$LFG_{flare,y}$	Cantidad de biogás entrante al subsistema de combustión durante el año considerado “y” en metros cúbicos normales [ $Nm^3$ ]
$MD_{flare,y}$	Cantidad de metano destruido por la combustión en el año y en $tCH_4$
$W_{CH_4,y}$	Composición promedio del Metano en el biogás (fracción) en el año “y”
$D_{CH_4}$	Densidad del Metano expresado en [ $tCH_4/Nm^3 CH_4$ ]
$GWP_{CH_4}$	Potencial de calentamiento global del metano
$PE_{flare,y}$	Emisiones del proyecto debidas al metano no quemado en el Subsistema de combustión en [ $tCO_{2eq}$ ] determinado mediante la herramienta “ <i>tool to determine Project emissions from flaring gases containing methane</i> ” en el año “y”



3) Teniendo en cuenta que el balance de electricidad del proyecto es negativo, ya que se importa energía eléctrica para hacer funcionar el soplador de aire y las turbinas que aspiran el biogás, el valor de  $EL_y$  será igual a la cantidad de electricidad importada para el funcionamiento del sistema.

$$EL_y = -EL_{IMP}$$

4) Considerando que el proyecto no involucra quema de combustibles fósiles para la obtención de energía térmica o mecánica, su valor ( $ET_y$ ) se establece igual a cero.

Teniendo en cuenta las consideraciones desarrolladas, se puede determinar la fórmula aplicable para la estimación ex-ante de las reducciones de emisiones logradas en cada año de proyecto, mediante la introducción de las mismas en la fórmula propuesta por la metodología de cálculo seleccionada, quedando entonces:

$$ER_y = (LFG_{flare,y} * w_{CH_4,y} * D_{CH_4}) * [(1 - AF) * GWP_{CH_4}] - PE_{flare,y} - EL_{IMP} * CEF_{electricity,y}$$

Durante la operación del proyecto  $PE_{flare,y}$  será calculado de acuerdo con la herramienta “tool to determine Project emissions from flaring gases containing methane”.

$$PE_{flare,y} = \sum_{h=1}^{8760} TM_{RG,h} \times (1 - \eta_{flare,h}) \times \left( \frac{GWP_{CH_4}}{1000} \right)$$

Donde:

Variable	Unidad SI-	Descripción
$PE_{flare,y}$	tCO <sub>2e</sub>	Emisiones de Proyecto de la combustión de la corriente de gas residual en el año "y"
$TM_{RG,h}$	kg/h	Flujo másico de metano en el gas residual en la hora "h"
$GWP_{CH_4}$	tCO <sub>2e</sub> /tCH <sub>4</sub>	Potencial de calentamiento Global

$\eta_{flare,h}$  es la eficiencia horaria de la antorcha. Dado que la actividad del proyecto usará una antorcha de llama oculta con monitoreo continuo, la eficiencia de la antorcha se calculará como:

- 0% si la temperatura del gas exhausto de la antorcha ( $T_{flare}$ ) está por debajo de 500°C por más de 20 minutos durante la hora h.
- Determinada como se expresa a continuación, en los casos donde la temperatura del gas exhausto de la antorcha esté por encima de 500°C por más de 40 minutos durante la hora h.

$$\eta_{flare,h} = 1 - \frac{TM_{FG,h}}{TM_{RG,h}}$$



Donde:

Variable	Unidad SI-	Descripción
$\eta_{flare,h}$	-	Eficiencia de quemado en la hora "h"
$TM_{FG,h}$	kg/h	Flujo másico de metano en el gas exhausto promediado en el periodo de tiempo t (hora, dos meses o un año)"
$TM_{RG,h}$	kg/h	Flujo másico de metano en el gas residual en la hora "h"

En caso de que el sistema de monitoreo continuo no esté disponible por mantenimiento o falla, se emplearán los siguientes métodos:

- 0% si la temperatura del gas exhausto de la antorcha ( $T_{flare}$ ) está por debajo de 500°C por más de 20 minutos durante la hora h.
- 50% si la temperatura del gas exhausto de la antorcha ( $T_{flare}$ ) está por encima de 500°C por más de 40 minutos durante la hora h, pero las especificaciones de operación adecuada dadas por el fabricante no se cumplen en algún momento durante la hora h.
- 90% si la temperatura en el gas exhausto de la antorcha ( $T_{flare}$ ) está por encima de 500°C por más de 40 minutos durante la hora h y las especificaciones de operación adecuada dadas por el fabricante se cumplen continuamente durante la hora h.

$TM_{FG,h}$  y  $TM_{RG,h}$  se calcularán aplicando las siguientes ecuaciones:

$$TM_{FG,h} = \frac{TV_{FG,h} \times fv_{CH4,FG,h}}{1000000}$$

$$TM_{RG,h} = FV_{RG,h} \times fv_{CH4,RG,h} \times \rho_{CH4,n}$$

Variable	Unidad SI-	Descripción
$TM_{FG,h}$	kg/h	Flujo másico del metano en el gas exhausto de la antorcha en base seca y condiciones normales en la hora "h"
$TV_{n,FG,h}$	m <sup>3</sup> /h gas exhausto	Flujo volumétrico del gas exhausto en condiciones normales y base seca en la hora "h"
$fv_{CH4,FG,,h}$	mg/m <sup>3</sup>	Concentración del metano en el gas exhausto de la antorcha en base seca y condiciones normales en la hora "h"
$TM_{RG,h}$	kg/h	Flujo másico de metano en el gas residual en la hora "h"
$FV_{RG,h}$	m <sup>3</sup> /h	Flujo volumétrico del gas residual en base seca y condiciones normales en la hora "h"
$fv_{CH4,RG,,h}$	-	Fracción volumétrica del metano en el gas residual en base seca en la hora "h" (NB: esto corresponde a $fv_{i,RG,h}$ donde i se refiere a metano)
$\rho_{CH4,n}$	kg/m <sup>3</sup>	Densidad del metano en condiciones normales (0,761)



Considerando que la fracción másica de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno en el gas residual ( $fm_{j,h}$ ) se puede calcular como:

$$fm_{ij,h} = \frac{\sum_i fv_{i,h} \times AM_j \times NA_{j,i}}{MM_{RG,h}}$$

Donde:

Variable	Unidad SI-	Descripción
$fm_{j,h}$	-	Fracción másica del elemento j en el gas residual en la hora h.
$fv_{i,h}$	-	Fracción volumétrica del componente "i" en el biogás en la hora "h"
$AM_j$	kg/kmol	Masa atómica del elemento "j"
$NA_{i,j}$	-	Número de átomos del elemento "j" en el compuesto "i"
$MM_i$	kg/kmol	Masa Molecular del componente "i"
<b>j</b>	Los elementos carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno	
<b>i</b>	Los compuestos CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub>	

$TV_{n,FG,h}$  se calcula como

$$TV_{n,FG,h} = V_{n,FG,h} \times FM_{RG,h}$$

Donde:

Variable	Unidad SI-	Descripción
$TV_{n,FG,h}$	m <sup>3</sup> /h	Flujo volumétrico del gas exhausto en base seca y condiciones normales en la hora "h"
$V_{n,FG,h}$	m <sup>3</sup> /kg gas residual	Volumen del gas exhausto de la antorcha base seca y condiciones normales, por kg de gas residual en la hora "h"
$FM_{RG,h}$	Kg gas residual/h	Flujo másico del gas residual en la "h"

$$V_{nFG,h} = V_{n,CO_2,h} + V_{n,O_2,h} + V_{n,N_2,h}$$

Donde:

Variable	Unidad SI-	Descripción
$V_{n,FG,h}$	m <sup>3</sup> /kg gas residual	Volumen del gas exhausto de la antorcha base seca y condiciones normales, por kg de gas residual en la hora "h"
$V_{n,CO_2,h}$	m <sup>3</sup> /kg gas residual	Cantidad de volumen de CO <sub>2</sub> libre, en el gas exhausto en base seca y condiciones normales por kg de gas residual en la hora "h"
$V_{n,N_2,h}$	m <sup>3</sup> /kg gas residual	Cantidad de volumen de N <sub>2</sub> libre, en el gas exhausto en base seca y condiciones normales por kg de gas residual en la hora "h"
$V_{n,O_2,h}$	m <sup>3</sup> /kg gas residual	Cantidad de volumen de O <sub>2</sub> libre, en el gas exhausto en base seca y condiciones normales por kg de gas residual en la hora "h"



$$V_{n,O_2,h} = n_{O_2,h} \times MV_n$$

Variable	Unidad SI-	Descripción
$V_{n,O_2,h}$	m <sup>3</sup> /kg gas residual	Cantidad de volumen de O <sub>2</sub> libre, en el gas exhausto en base seca y condiciones normales por kg de gas residual en la hora "h"
$n_{O_2,h}$	kmol/kg gas residual	Cantidad de moles de O <sub>2</sub> en el gas exhausto por kg de gas residual quemado en la hora "h"
$MV_n$	m <sup>3</sup> /kmol	Volumen de un mol de cualquier gas ideal en CNPT (22,4 L/mol)

$$V_{n,N_2,h} = MV_n \times \left\{ \frac{fm_{N,h}}{200AM_N} + \left[ \left( \frac{1 - MF_{O_2}}{MF_{O_2}} \right) \times (F_h + n_{O_2,h}) \right] \right\}$$

Variable	Unidad SI-	Descripción
$V_{n,N_2,h}$	m <sup>3</sup> /kg gas residual	Cantidad de volumen de N <sub>2</sub> libre, en el gas exhausto en base seca y condiciones normales por kg de gas residual en la hora "h"
$MV_n$	m <sup>3</sup> /kmol	Volumen de un mol de cualquier gas ideal en CNPT (22,4 L/mol)
$fm_{N,h}$	-	Fracción másica del nitrógeno en el gas residual en la hora "h"
$AM_N$	kg/kmol	Masa atómica del Nitrógeno
$MF_{O_2}$	-	Fracción volumétrica de O <sub>2</sub> en el aire
$F_h$	Kmol/kg gas residual	Cantidad estequiométrica de moles de O <sub>2</sub> requeridos para una oxidación completa de un kg de gas residual en la hora h.
$n_{O_2,h}$	Kmol/kg gas residual	Cantidad de moles de O <sub>2</sub> en el gas exhausto de la antorcha por kg de gas residual quemado en la hora h

$$V_{n,CO_2,h} = \frac{fm_{C,h}}{AM_C} \times MV_n$$

Variable	Unidad SI-	Descripción
$V_{n,CO_2,h}$	m <sup>3</sup> /kg gas residual	Cantidad de volumen de CO <sub>2</sub> libre, en el gas exhausto en base seca y condiciones normales por kg de gas residual en la hora "h"
$fm_{C,h}$	-	Fracción másica del carbono en el gas residual en la hora "h"
$AM_C$	kg/kmol	Masa atómica del Carbono
$MV_n$	m <sup>3</sup> /mol	Volumen de un mol de cualquier gas ideal en condiciones normales de presión y temperatura (22,4 m <sup>3</sup> /Kmol)



$$n_{O_2,h} = \frac{t_{O_2,h}}{\left(1 - \left(t_{O_2,h} / MF_{O_2}\right)\right)} \times \left[ \frac{fm_{C,h}}{AM_C} + \frac{fm_{N,h}}{2AM_N} + \left(\frac{1 - MF_{O_2}}{MF_{O_2}}\right) \times F_h \right]$$

Donde:

Variable	Unidad SI-	Descripción
$n_{O_2,h}$	kmol/kg gas residual	Cantidad de moles de O <sub>2</sub> en el gas exhausto por kg de gas residual quemado en la hora "h"
$t_{O_2,h}$	-	Fracción volumétrica de O <sub>2</sub> en el gas exhausto en la hora h
$MF_{O_2}$	-	Fracción volumétrica de O <sub>2</sub> en el aire (0,21)
$F_h$	Kmol/kg gas residual	Cantidad estequiométrica de moles de O <sub>2</sub> requeridos para una oxidación completa de un kg de gas residual en la hora h.
$fm_{j,h}$	-	Fracción másica del elemento j en el gas residual en la hora h.
$AM_j$	kg/kmol	Masa atómica del elemento j
j		Los elementos carbono (C) y nitrógeno (N)

$$F_h = \frac{fm_{C,h}}{AM_C} + \frac{fm_{H,h}}{4AM_H} - \frac{fm_{O,h}}{2AM_O}$$

Donde:

Variable	Unidad SI-	Descripción
$F_h$	Kmol O <sub>2</sub> /kg gas residual	Cantidad estequiométrica de moles de O <sub>2</sub> requeridos para una oxidación completa de un kg de gas residual en la hora h.
$fm_{j,h}$	-	Fracción másica del elemento j en el gas residual en la hora h.
$AM_j$	kg/kmol	Masa atómica del elemento j
j		Los elementos carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O)

Y  $FM_{RG,h}$  se puede calcular como:

$$FM_{RG,h} = \rho_{RG,n,h} \times LFG_h$$

Donde:

Variable	Unidad SI-	Descripción
$FM_{RG,h}$	Kg /h	Flujo másico del gas residual en la h
$\rho_{CH_4,n}$	kg/m <sup>3</sup>	Densidad del metano en condiciones normales en la hora h
$FV_{RG,h}$	m <sup>3</sup> /h	Flujo volumétrico del gas residual en base seca y condiciones normales de presión y temperatura en la hora h.



$$\rho_{RG,n,h} = \frac{P_n}{\frac{R_u}{MM_{RG,h}} \times T_n}$$

Donde:

<b>Variable</b>	<b>Unidad</b>	<b>Descripción</b>
$\rho_{RG,n,h}$	kg/m <sup>3</sup>	Densidad del gas residual en CNPT en la hora "h"
$P_n$	Pa	Presión en CNPT (101325)
$R_u$	Pa*m <sup>3</sup> /kmol* K	Constante universal de los gases (8314)
$MM_{RG,h}$	kg/kmol	Masa Molecular del gas residual en la hora "h"
$T_n$	K	Temperatura en CNPT (273,15)

$$MM_{RG,h} = \sum_i (f_{v,i,h} \times MM_i)$$

Donde:

<b>Variable</b>	<b>Unidad</b>	<b>Descripción</b>
$MM_{RG,h}$	kg/kmol	Masa Molecular del gas residual en la hora "h"
$f_{v,i,h}$	-	Fracción volumétrica del componente "i" en el gas residual en la hora "h"
$MM_i$	kg/kmol	Masa Molecular del componente "i" en el gas residual
$i$		-Los componentes: CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub>



**B.6.2. Datos y parámetros disponibles en la validación:**

<b>Dato / Parámetro:</b>	<b>Potencial de Calentamiento Global del Metano</b>
Unidad:	tCO <sub>2eq</sub> /tCH <sub>4</sub>
Descripción:	Factor de conversión de toneladas de Metano a toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente
Fuente del dato usado	Revisión de la guía para los inventarios de gases de efecto invernadero IPCC 1996
Valor aplicado:	21
Justificación de la elección del dato o descripción de los métodos y procedimientos de medición actualmente aplicados:	Parámetro definido por la metodología ACM0001 / Versión 05
Comentario:	

<b>Dato / Parámetro:</b>	<b>Densidad de Metano</b>
Unidad:	tCH <sub>4</sub> /Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>
Descripción:	Factor de conversión
Fuente del dato usado	ACM0001 / Versión 05
Valor aplicado:	0,0007168
Justificación de la elección del dato o descripción de los métodos y procedimientos de medición actualmente aplicados:	Este parámetro está definido en la metodología ACM0001 / Versión 05. El valor establecido está dado en Condiciones Normales de Presión y Temperatura (0°C y 1 atm)
Comentario:	

<b>Dato / Parámetro:</b>	<b>Pn: Presión atmosférica en condiciones normales</b>
Unidad:	Pa
Descripción:	Presión atmosférica en condiciones normales
Fuente del dato usado	“tool to determine Project emissions from flaring gases containing methane”
Valor aplicado:	101325 Pa
Justificación de la elección del dato o descripción de los métodos y procedimientos de medición actualmente aplicados:	Constante física
Comentario:	



<b>Dato / Parámetro:</b>	<b>Ru: Constante universal de los gases ideales</b>
Unidad:	Pa.m <sup>3</sup> /kmol.K
Descripción:	Constante universal de los gases ideales
Fuente del dato usado	“tool to determine Project emissions from flaring gases containing methane”
Valor aplicado:	8314,472 Pa.m <sup>3</sup> /kmol.K
Justificación de la elección del dato o descripción de los métodos y procedimientos de medición actualmente aplicados:	Constante física
Comentario:	

<b>Dato / Parámetro:</b>	<b>Tn: Temperatura en condiciones normales</b>
Unidad:	K
Descripción:	Temperatura en condiciones normales
Fuente del dato usado	“tool to determine Project emissions from flaring gases containing methane”
Valor aplicado:	273,15 K
Justificación de la elección del dato o descripción de los métodos y procedimientos de medición actualmente aplicados:	Constante Física
Comentario:	

<b>Dato / Parámetro:</b>	<b>AMj: Peso atómico del elemento j</b>
Unidad:	Kg/mol
Descripción:	Peso atómico del elemento j (j= carbono o hidrógeno, oxígeno y nitrógeno)
Fuente del dato usado	Tabla de Mendeleiev
Valor aplicado:	AM <sub>C</sub> = 12,00 kg/mol AM <sub>O</sub> = 16,00 kg/mol AM <sub>H</sub> = 1,01 kg/mol AM <sub>N</sub> = 14,01 kg/mol
Justificación de la elección del dato o descripción de los métodos y procedimientos de medición actualmente aplicados:	Constante física
Comentario:	



<b>Dato / Parámetro:</b>	<b>MVn: Volumen de un mol de cualquier gas ideal en condiciones normales</b>
Unidad:	m <sup>3</sup> /kmol
Descripción:	Volumen de un mol de cualquier gas ideal en condiciones normales
Fuente del dato usado	“tool to determine Project emissions from flaring gases containing methane”
Valor aplicado:	22,414 m <sup>3</sup> /kmol
Justificación de la elección del dato o descripción de los métodos y procedimientos de medición actualmente aplicados:	Constante física
Comentario:	

<b>Dato / Parámetro:</b>	<b>MMi: Masa molecular del componente i</b>
Unidad:	Kg/kmol
Descripción:	Masa molecular del componente i (i= metano, dióxido de carbono, oxígeno, hidrógeno o nitrógeno)
Fuente del dato usado	“tool to determine Project emissions from flaring gases containing methane”
Valor aplicado:	MM <sub>CH4</sub> = 16,04 kg/kmol MM <sub>CO2</sub> = 44,01 kg/kmol MM <sub>O2</sub> = 32 kg/kmol MM <sub>N2</sub> = 28,02 kg/kmol
Justificación de la elección del dato o descripción de los métodos y procedimientos de medición actualmente aplicados:	Constante física
Comentario:	

<b>Dato / Parámetro:</b>	<b>MF<sub>O2</sub>=Fracción volumétrica del oxígeno en el aire</b>
Unidad:	Sin unidad
Descripción:	Fracción volumétrica del oxígeno en el aire
Fuente del dato usado	“tool to determine Project emissions from flaring gases containing methane”
Valor aplicado:	MF <sub>O2</sub> = 0,21
Justificación de la elección del dato o descripción de los métodos y procedimientos de medición actualmente aplicados:	Constante física
Comentario:	



### B.6.3 Cálculo ex –ante de reducción de emisiones:

>>Metodología de Cálculo:

Inicialmente se estimarán las cantidades de metano generado por la degradación anaeróbica de los residuos en el interior del relleno sanitario mediante el empleo del Modelo de Decaimiento de Primer Orden (FOD) expuesto en la Guía “Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de efecto invernadero” (año 2000). Posteriormente se transformarán los valores obtenidos a cantidades de metano capturadas y conducidas por el sistema, mediante el empleo del factor de captura. En última instancia se empleará la metodología propuesta en la ACM0001 / Versión 05, según lo expresado en el apartado B.6.1 del presente documento, para obtener la estimación de las toneladas de dióxido de carbono equivalente reducidas por el proyecto con respecto a la línea de base considerada. Se procede a continuación con el desarrollo de cada uno de los pasos de la metodología de cálculo:

- Estimación del Metano generado en el Relleno Sanitario.
- Estimación de la cantidad de metano capturado por el sistema.
- Estimación de las reducciones de emisión.

#### 1) ESTIMACIÓN EX-ANTE DEL METANO GENERADO EN EL RELLENO SANITARIO.

Para la estimación de las cantidades de metano que serán producidas por los residuos dispuestos, se ha optado por el empleo del Modelo de Decaimiento de Primer Orden (FOD por sus siglas en inglés) propuesto en la Guía “Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de efecto invernadero” (año 2000).. Este modelo considera para la degradación de los residuos y consecuente generación de biogás, una reacción cinética de decaimiento de primer orden; y posee la ventaja de haber sido empleado en la mayoría de los estudios realizados de estimación de biogás en los rellenos sanitarios.

El modelo emplea la siguiente ecuación para la realización de las estimaciones:

$$CH_{4,y} = \sum_x \left[ \left( A * k * MSW_T(x) * L_0 * e^{-k(y-x)} \right) \right]$$

Donde:



$CH_{4,y}$	Metano total generado durante el año “y” en [ton $CH_4$ /año]
A	Factor de Normalización como $\frac{1 - e^{-k}}{k}$
y	Año del Inventario
x	Año correspondiente a la información que se está ingresando
k	Tasa de generación de Metano [ $año^{-1}$ ]
$MSW_T(x)$	Residuos sólidos urbanos totales dispuestos durante el año “x” [ton MSW/año]
$L_0$	Potencial de Generación del Metano [ton $CH_4$ /ton MSW]

**- Valor de k:**

La estimación de la cantidad de metano generado en un relleno sanitario es altamente sensible al valor que se asuma para la tasa de generación de metano “k”. Esta constante depende del contenido de humedad de los residuos depositados en el relleno sanitario, la temperatura en la zona anaeróbica de degradación, del pH del medio, y de la presencia de nutrientes. A fin de seleccionar un valor acorde a la realidad, se ha seleccionado el método de cálculo propuesto por la Guía “Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de efecto invernadero” (año 2000)., que considera el tiempo necesario para que el DOC de los residuos decaiga hasta la mitad de su masa inicial(tiempo de vida media), donde:

$$k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

donde  $t_{1/2}$  representa el tiempo de vida media del residuo.

Se asume que el valor del tiempo de vida media del residuo será de siete (7) años, debido a las altas precipitaciones registradas en Fachinal, superiores a los 1000 mm anuales, y al alto contenido de materia orgánica degradable (casi 60%). Con estos valores la Tasa de Generación de Metano a emplear será de  $0,1 \text{ año}^{-1}$ . Este resultado se encuentra comprendido dentro del rango recomendado por el IPCC (entre 0,03 y 0,2)



### - Valor de $L_0$

La metodología propuesta por el IPCC (año 2000) para estimar el valor del potencial de generación de metano se basa en el empleo de la siguiente ecuación:

$$L_0 = MCF * DOC * DOC_F * F * \frac{16}{12}$$

Donde:

MCF	Factor de Corrección del Metano (fracción)
DOC	Carbono Orgánico Degradable [ton C/ ton MSW]
DOC <sub>F</sub>	Fracción de Carbono Orgánico Degradable disimilable
F	Fracción en volumen del Metano en el biogás
16/12	Relación de pesos moleculares entre el metano y el carbono [ton CH <sub>4</sub> /ton C]

Mediante el reemplazo de cada una de las variables que se han descrito y cuyos valores se expondrán a continuación, se estima un valor de Potencial de Generación de Metano de **0,07 ton CH<sub>4</sub>/ton MSW**.

$$L_0 = 1 * 0,1372 * 0,77 * 0,50 * \frac{16}{12} = 0,07 \frac{tonCH_4}{tonMSW}$$

Dividiendo este valor por la densidad del metano a 0°C y 1 atm (0,0007168 Nm<sup>3</sup>/ton) se obtienen **97,6 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ton MSW**. Este resultado se encuentra dentro del rango aceptable, recomendado por el IPCC (entre 100 y 200 Nm<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/ton MSW)

### - Valor de MCF

Para la determinación del valor del factor de corrección del metano (MCF) se ha recurrido al uso de la tabla publicada en “Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de efecto invernadero” (año 2000), que se muestra a continuación:



Tipo de Disposición	Factor de Corrección de Metano (MCF) Valores por Defecto
Manejada	1,0
No Manejada y Profunda ( $\geq 5m$ waste)	0,8
No manejada y superficial ( $< 5 m$ waste)	0,4
Valor por defecto, sitio de disposición no categorizado	0,6

Teniendo en cuenta que el relleno sanitario Fachinal se puede clasificar como un tipo de sitio Manejado ya que los residuos se disponen de forma controlada mediante la implementación de módulos y celdas y que, además, se realiza una compactación de los residuos dispuestos por medio de maquinaria pesada y una cobertura final de los mismos; se asigna un valor de 1 al Factor de Corrección de Metano. El Relleno Sanitario de Fachinal satisface este criterio por las siguientes razones:

- La disposición de los residuos está correctamente planificada, realizándose en celdas diseñadas específicamente para tal fin. Las celdas se encuentran correctamente impermeabilizadas
- El acceso al Relleno Sanitario está controlado, no se permiten ni existen actividades de cirujeo en el interior del mismo.
- Luego de la disposición de cada capa de residuos ( $> 5 m$ ), se realiza una cobertura con 30 / 40 cm de suelo para prevenir cualquier riesgo de incendio y el ingreso de agua de lluvia a la celda.

- Valor de DOC

El valor del Carbono Orgánico Degradable (DOC) se calcula por medio de la fórmula propuesta en la Guía “Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de efecto invernadero” (año 2000).. Esta fórmula asigna diferentes porcentajes de DOC a los diferentes tipos de residuos y permite estimar así un único porcentaje de carbono orgánico degradable del residuo. La fórmula se muestra a continuación:

$$DOC = (0,4 * A) + (0,17 * B) + (0,15 * C) + (0,3 * D)$$



Donde

Variabl e	Tipo de Residuo	% en los Residuos dispuestos en Fachinal
A	Fracción de los residuos que son papel y elementos textiles	14,1
B	Fracción de los residuos que son de poda, jardinería y otros residuos orgánicos degradables no derivados de alimentos	
C	Fracción de los residuos que son restos de alimentos	53,1
D	Fracción de los residuos proveniente de madera o agricultura	0,4

Los valores de porcentajes de residuos dispuestos han sido extraídos de un estudio de composición de residuos sólidos urbanos dispuestos en el Relleno Sanitario Fachinal por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones (UNAM). Mediante el reemplazo de estos valores en la ecuación indicada, se obtiene un valor de Carbono Orgánico Degradable de 0,1372 ton C/ton MSW

- Valor de  $DOC_F$

El valor de la Fracción del Carbono Orgánico Degradable disimilable ( $DOCF$ ) asumido es de 0,77 (valor por defecto, extraído de la Guía “Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de efecto invernadero” (año 2000).

- Valor de F

La fracción de metano en el gas (F) varía entre 0,4 y 0,6. A nuestros fines prácticos de cálculo se considerará el valor medio de este rango, 0,50.

#### - Evolución de las cantidades de residuos a disponer ( $MSW_{T(x)}$ )

Como se comentó anteriormente, el Relleno Sanitario de Fachinal, comenzó sus operaciones en el año 2001. Desde este momento, se han pesado y registrado las cantidades de residuos que han ingresado al centro de disposición y se han comparado con las proyecciones previstas obteniendo muy buenos resultados. Las proyecciones de las cantidades de residuos a ingresar para los años



posteriores al 2006 se han estimado con una tasa anual de crecimiento del 4%. Se muestra en la siguiente tabla las cantidades registradas y las previstas:

AÑO	TONELADAS DISPUESTAS
2001	51481
2002	45458
2003	56510
2004	69117
2005	76959
2006	76000
2007	80000
2008	80000

AÑO	TONELADAS DISPUESTAS
2009	86528
2010	89989
2011	93588
2012	97332
2013	101225
2014	105274
2015	109484
2016	113864

Como conclusión de esta etapa de cálculo se muestra a través de la siguiente matriz, los resultados de generación de metano en [tonCH<sub>4</sub>/año] obtenidos para el período considerado mediante la fórmula

$$CH_{4,y} = \sum_x \left[ \left( A * k * MSW_T(x) * L_0 * e^{-k(y-x)} \right) \right]$$



En esta matriz, cada fila representa la cantidad de metano que se genera a partir de las cantidades de residuos dispuestas en el año indicado “x” y cada columna muestra el total de metano generado en el año señalado “y” por la totalidad de los residuos dispuestos hasta dicha fecha.

		AÑO PARA EL CUAL SE REALIZA EL INVENTARIO "y"										
		meses	4	12	12	12	12	12	12	12	12	12
AÑO		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
AÑO CORRESPONDIENTE A LA INFORMACIÓN QUE SE ESTÁ INGRESANDO "x"	2001	63	171	155	140	127	115	104	94	85	77	47
	2002	61	167	151	137	124	112	102	92	83	75	46
	2003	84	229	207	188	170	154	139	126	114	104	63
	2004	114	309	280	253	230	208	188	171	154	140	84
	2005	140	380	344	312	282	256	231	210	190	172	104
	2006	152	414	375	340	308	279	252	229	207	188	113
	2007	0	481	436	395	358	324	293	266	241	218	132
	2008	0	0	501	453	411	372	337	305	276	250	151
	2009	0	0	0	521	471	427	387	350	317	287	174
	2010	0	0	0	0	541	490	444	402	364	330	199
	2011	0	0	0	0	0	563	510	462	418	379	229
	2012	0	0	0	0	0	0	586	530	480	435	263
	2013	0	0	0	0	0	0	0	609	552	500	302
	2014	0	0	0	0	0	0	0	0	633	574	346
	2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	659	398
	2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	457
	Total	[ton/año]	614	2151	2448	2738	3021	3300	3574	3846	4117	4387
										Total (10 años)		33302

## 2) ESTIMACIÓN EX-ANTE DE LA CANTIDAD DE METANO CAPTURADO POR EL SISTEMA.

Con el fin de aproximar lo más posible a la realidad la cantidad de metano que será captado y posteriormente destruido por el sistema, se ha supuesto que sólo una fracción del biogás y por tanto del metano, será capturado. Esta situación se puede simular mediante la incorporación en los cálculos del “factor de captura de biogás” (FC), siendo el mismo tanto para el biogás como para el metano por ser uno componente del otro.

Este factor de captura (FC), depende fundamentalmente de las características de diseño y de operación del propio relleno sanitario. En el caso del Relleno Sanitario Fachinal, las celdas de disposición final de los residuos, se caracterizan por tener una reducida altura relativa al volumen ocupado por los residuos, lo que implica una elevada proporción de superficie de emisión con respecto al volumen de cada celda. Este factor considera también el pequeño posible desfase debido al plan de operaciones, que no será significativo ya que se llena y cubre



aproximadamente una celda al año y se instalará el sistema de captación justo a comienzos del año siguiente. Por todo esto, se asumirá un valor conservador del factor de captura del 55%..

Las cantidades de metano capturadas por el subsistema de captación y conducción instalado, quedarán expresadas entonces, por el producto entre las cantidades estimadas a producirse ( $CH_{4,y}$ ) en el interior del relleno sanitario y el factor de captación (FC) seleccionado. Este nuevo valor calculado será igual a la cantidad de metano que ingresará en el subsistema de combustión durante cada año de operación, y será empleado en la última etapa de la metodología de cálculo para obtener las reducciones de Dióxido de Carbono Equivalente (solo para las estimaciones ex-ante). Se muestra a continuación la tabla que resume las cantidades de metano generado y capturado en [ton  $CH_4$ /año], a lo largo de los años previstos de operación del sistema.

Año	CH4 generado [ton $CH_4$ /año]	CH4 capturado [ton $CH_4$ /año]
2007 (4 meses)	614	338
2008	2151	1183
2009	2448	1347
2010	2738	1506
2011	3021	1662
2012	3300	1815
2013	3574	1966
2014	3846	2115
2015	4117	2264
2016	4387	2413
2017 (8 meses)	3106	1708
<b>TOTAL (10años)</b>	<b>33302</b>	<b>18316</b>



### 3) ESTIMACIÓN EX-ANTE DE LAS REDUCCIONES DE EMISIÓN.

Una vez calculadas las cantidades de Metano que son captadas e ingresan al subsistema de combustión, se está en condiciones de estimar la cantidad de reducciones de dióxido de carbono equivalente a producirse mediante la quema del mismo. Para poder llevar a cabo este último cálculo se empleará la fórmula derivada de la expuesta en la metodología ACM0001 / Versión 05 desarrollada y explicada en el apartado B.6.1, que es la que se muestra a continuación

$$ER_y = (LFG_{flare,y} * w_{CH4,y} * D_{CH4}) * [(1 - AF) * GWP_{CH4}] - PE_{flare,y} - EL_{IMP} * CEF_{electricity,y}$$

Donde AF es nulo, tal y como fue explicado en la sección “comentarios generales” en B.6.1

#### -Cálculo de las Emisiones de Proyecto en el año “y” ( $PE_{flare,y}$ )

El valor de emisiones de proyecto ( $PE_{flare,y}$ ) considerado en esta ecuación se obtendrá, de acuerdo a lo establecido en la metodología ACM0001 / Versión 05, por medio de la herramienta “*tool to determine Project emissions from flaring gases containing methane*”. En ésta, se establece la siguiente fórmula para su determinación

$$PE_{flare,y} = \sum_{h=1}^{8760} TM_{RG,h} \times (1 - \eta_{flare,h}) \times \left( \frac{GWP_{CH4}}{1000} \right)$$

donde:

$PE_{flare,y}$	Emisiones del proyecto debidas a la combustión del flujo de gas residual en el año “y”.
$TM_{RG,h}$	Flujo másico de metano del gas residual, en la hora « h »
$\eta_{flare,h}$	Eficiencia de quemado en la hora “h”
$GWP_{CH4}$	Potencial de Calentamiento Global del metano válido para el período de compromiso

La antorcha que se empleará en el sistema será de llama oculta y la eficiencia horaria de la combustión que en esta se logre, se monitoreará de forma continua, realizando las



determinaciones indicadas en la herramienta “*tool to determine Project emissions from flaring gases containing methane*”.

Para realizar la estimación ex-ante de las emisiones del proyecto debidas a la combustión del biogás, será necesario asumir un valor de eficiencia de quemado de la antorcha, siendo el elegido del 97% por las especificaciones técnicas dadas por el proveedor. El flujo másico de metano se podrá obtener como:

$$TM_{RG,h} = LFG_{flare,h} \times W_{CH4,h} \times D_{CH4,h}$$

Teniendo en cuenta la eficiencia prevista y el valor obtenido del flujo másico, la estimación de las emisiones ex-ante anuales del proyecto debidas al Metano no destruido en el proceso de combustión del biogás para cada año del proyecto será la que se muestra a continuación:

Año	PE <sub>flare,y</sub> [tonCO <sub>2eq</sub> ]
2007 (4 meses)	213
2008	745
2009	848
2010	949
2011	1047
2012	1143
2013	1238
2014	1333
2015	1426
2016	1520
2017 (8 meses)	1076
TOTAL (10años)	11539

#### - Estimación de disminución de reducción de emisiones debido a la electricidad importada

El valor empleado de CEF<sub>electricity,y</sub> se ha calculado por medio de la metodología AMS.I.D junto con la información publicada en el “*Balance Energético Nacional*”, por la “*Secretaría de Energía Argentina*”. Los factores de emisión de cada combustible han sido tomados de las últimas tablas publicadas por el IPCC.

Para la estimación se han multiplicado los kWh generados según el combustible empleado, por el factor de emisión (en kg CO<sub>2eq</sub>/kWh) que corresponde a dicho combustible, resultando así el valor de las emisiones en CO<sub>2eq</sub> generadas por cada fuente según el combustible empleado. La suma de estos últimos valores se divide por el total de la electricidad producida, para obtener finalmente el valor de CEF<sub>electricity,y..</sub> Se muestra a continuación un resumen de los cálculos realizados:



FUENTES ELECTRICIDAD	CEF [kg CO2/TJ]	Energía Producida [TJ]	Ton CO2 [ton CO2]
Antracita (Carbón Mineral)	98.267	15.701	1.542.910
Petroleo	73.333	0	0
Diesel Oil + Gas Oil	74.067	5.527	409.355
Fuel Oil	77.367	52.631	4.071.853
Gas Natural	56.100	444.241	24.921.903
Bagazo	99.990	3.978	397.725
Leña	111.980	6.281	703.290
Carbón Coke	94.600	0	0
Coke Petroleo	97.533	4.941	481.879
Gas de Refinería	57.567	3.140	180.774
Coke horno/Gas coke	107.067	0	0
Otros Primarios	111.980	7.160	801.751
Otros Secundarios	107.067	5.401	578.292
<b>TOTAL</b>		<b>548.999</b>	<b>34.089.732</b>

CUADRO RESUMEN	
Emisiones Relevantes [tonCO2]	34089731,81
Total de Electricidad Generada [GWh]	105896
CEF promedio [kg CO2/MWh]	321,9164534

Según los cálculos expuestos, el valor de CEF<sub>electricity</sub> obtenido es de **0,321916 ton CO<sub>2eq</sub>/MWh**

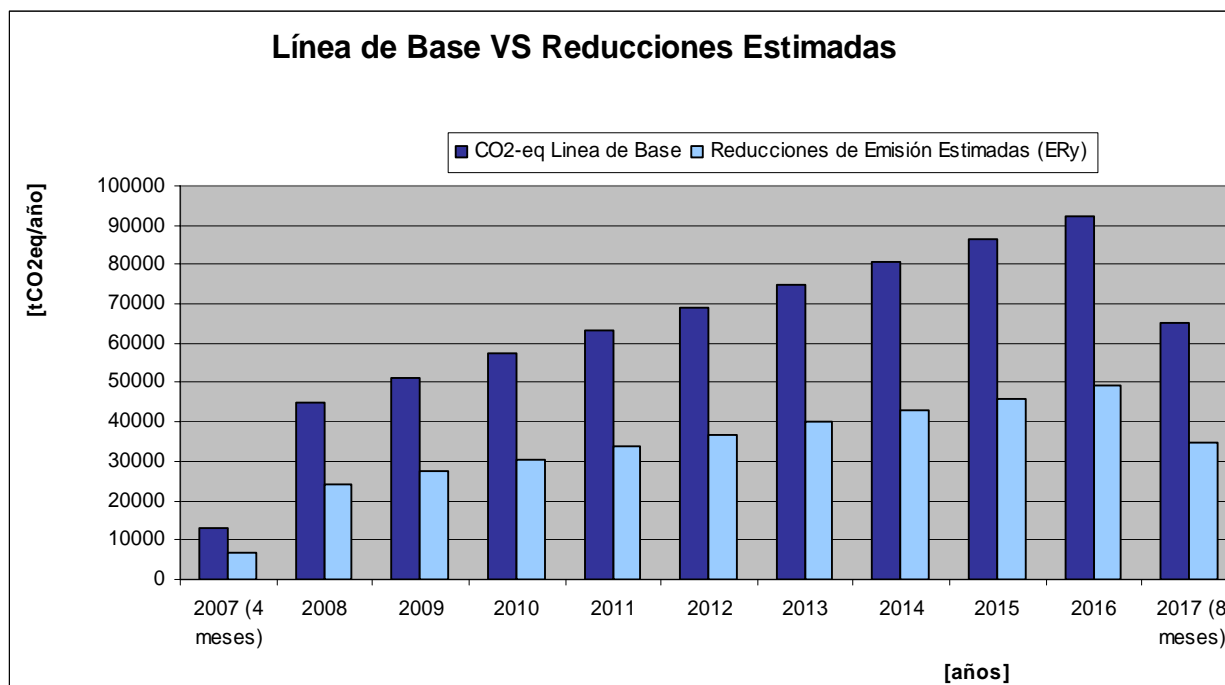
La cantidad de electricidad importada, se estimará sabiendo que la potencia instalada en los equipos de aspiración y combustión del biogás es de 47 HP. Este valor se multiplicará por un factor de funcionamiento simultáneo (relación entre la potencia promedio consumida por el sistema de forma continua y la potencia de diseño, expresado en %) del 75% y por el número de horas contenidas en un año, obteniendo así el promedio de la energía eléctrica consumida en un año de operación (en MWh). Siguiendo esta metodología, la energía eléctrica importada anual (EL<sub>IMP</sub>) resultará igual a 230,26 MWh y considerando un **coeficiente de conversión de MWh a Toneladas de Dióxido de Carbono Equivalentes de 0,321916** se obtienen **74,126 ton de CO<sub>2eq</sub>/año**. Este valor deberá restarse a las reducciones de emisión previamente estimadas, según lo expresado por la metodología empleada, ACM0001 / Versión 05. Este valor es una estimación ex –ante. Durante el plan de monitoreo se tomarán mediciones reales de este valor de acuerdo a lo descrito en B.7.2.

Los resultados obtenidos de la aplicación de este método son los que se presentan a continuación en forma de tabla. Se adjuntan también las emisiones estimadas para el escenario de línea de



base, obtenidas a partir del producto entre el metano generado ( $CH_{4,y}$ ) y el potencial de calentamiento global del mismo ( $GWP_{CH_4}$ ).

Año	CO2-eq Línea de Base [ton CO2/año]	Reducciones de emisión estimadas sin considerar la electricidad importada [ton CO2/año]	Reducciones de Emisión Estimadas (ERy) [ton CO2/año]
2007 (4 meses)	12901	6883	6858
2008	45162	24094	24020
2009	51416	27430	27356
2010	57500	30676	30602
2011	63448	33850	33776
2012	69290	36966	36892
2013	75054	40041	39967
2014	80767	43089	43015
2015	86452	46122	46048
2016	92134	49154	49079
2017 (8 meses)	65222	34796	34747
<b>Total (10años)</b>	<b>699348</b>	<b>373102</b>	<b>372361</b>





### Resumen de Variables empleadas en el Cálculo EX-ANTE:

Los valores que se han asumido para las variables involucradas y la justificación de su elección se resumen en el cuadro que se muestra a continuación:

ITEM	VALOR	UNIDAD	FUENTE	DESCRIPCION
$GWP_{CH_4}$	21	tonCO <sub>2</sub> /ton CH <sub>4</sub>	Revisión Guía IPCC (1996)	Potencial de Calentamiento Global del Metano
AF	0		Restricción Legal o contractual existente”	Factor de Ajuste de Línea de Base por restricción de emisión legal o contractual
$\eta_{flare,h}$	0,97		Valor mínimo, declarado por el proveedor.	Eficiencia de quemado en la hora “h”
$D_{CH_4}$	0,0007168	ton/Nm <sup>3</sup>	ACM0001 / Versión 05	Densidad del Metano en Condiciones Normales de Presión y Temperatura
$t_{1/2}$	7	años	Estimado	Vida Media de los residuos
MCF	1		Extracción de la guía IPCC-2000	Factor de Corrección de Metano, asignado según el tipo de operación existente en el Relleno Sanitario
$DOC_F$	0,77		Valor por defecto de la Guía IPCC-2000	Carbono Orgánico Degradable disimilable
$CEF_{electricity}$	0,32191	ton CO <sub>2eq</sub> /MWh	Calculado de acuerdo a la Metodología AMS-I.D, Datos obtenidos del Balance Energético Nacional.	CO <sub>2eq</sub> emitido por la generación de 1 MWh consumido por la instalación. Basado en la Guía del IPCC y el Balance Energético Nacional de la “ <i>Secretaría de Energía Argentina</i> ”. <a href="http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=2131">http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=2131</a>
A	14,1	%	Estudio UNAM fac. ingeniería	Fracción de los Residuos que son papel y elementos textiles
C	53,1	%	Estudio UNAM fac. ingeniería	Fracción de los Residuos que son alimentos
D	0,4	%	Estudio UNAM fac. ingeniería	Fracción de los Residuos proveniente de madera o agricultura
F	0,5	Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / Nm <sup>3</sup> biogás	Valor promedio de la Guía IPCC-2000	Fracción de Metano en el biogás
FC	55	%	Estimado	Factor de captura de biogás, asignado según el diseño y el sistema de operación del Relleno Sanitario Fachinal

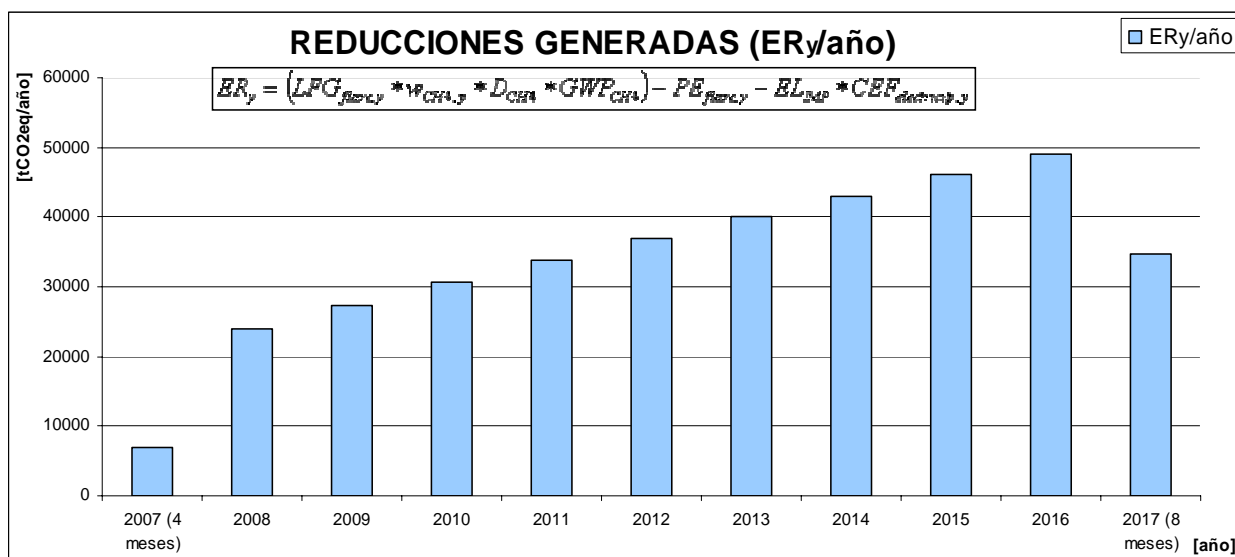
Es importante remarcar que una vez puesto en marcha el proyecto, las reducciones de emisiones serán registradas con la precisión y frecuencia que corresponda según lo estipulado en el plan de monitoreo que se describe en el ítem B.7.



**B.6.4 Resumen del cálculo ex –ante de reducción de emisiones:**

Se muestra en la siguiente tabla el resumen de las reducciones estimadas que se lograrán mediante la implementación del proyecto:

Año		Emisiones estimadas de la actividad de proyecto (toneladas de CO <sub>2e</sub> )	Emisiones de línea de base estimadas (toneladas de CO <sub>2e</sub> )	Estimación de fugas (toneladas de CO <sub>2e</sub> )	Reducciones de Emisión Estimadas (toneladas de CO <sub>2e</sub> )
2007	4 meses	6043	12901	-	6858
2008	12 meses	21142	45162	-	24020
2009	12 meses	24060	51416	-	27356
2010	12 meses	26898	57500	-	30602
2011	12 meses	29673	63448	-	33776
2012	12 meses	32398	69290	-	36892
2013	12 meses	35087	75054	-	39967
2014	12 meses	37752	80767	-	43015
2015	12 meses	40404	86452	-	46048
2016	12 meses	43055	92134	-	49079
2017	8 meses	30476	65222	-	34747
<b>Total</b> (toneladas de CO <sub>2e</sub> )		326987	699348	-	372361





**B.7 Aplicación de la metodología de monitoreo y descripción del plan de monitoreo:**

El plan de monitoreo a implementar para la concreción del proyecto “Captura y Quema del biogás en el Relleno Sanitario Fachinal” se basa en los parámetros considerados por la Metodología Aprobada y Consolidada ACM0001 / Versión 05.

Esta metodología es aplicable a proyectos cuya actividad esté vinculada con la captura de biogás y el escenario de base (escenario previsto en el caso de que el proyecto no se desarrollara) sea la emisión parcial o total del mismo a la atmósfera, incluyendo situaciones como la Quema directa del biogás capturado, o su utilización para la generación de energía (eléctrica o térmica) solicitándose o no, las reducciones conseguidas por el reemplazo de otras fuentes en la generación energética. Es por todo lo anterior que nuestro proyecto queda enmarcado en el alcance de esta metodología. De acuerdo con las recomendaciones de esta metodología se utilizará complementariamente la herramienta “*Tool to determine Project emissions from flaring gases containing methane*”.

La metodología de monitoreo está basada en la medición directa y el registro de la cantidad de biogás capturado y destruido por el sistema instalado. El plan de monitoreo presentado permite obtener mediciones con una frecuencia y precisión determinadas que aseguran la consistencia de la calidad de estos datos.

Las variables a medir permitirán determinar la cantidad de reducciones de emisiones de Dióxido de Carbono equivalente conseguidas en cada año de funcionamiento del sistema.

**B.7.1 Datos y parámetros monitoreados:**

Se describen a continuación los parámetros que serán monitoreados.

<b>Dato / Parámetro:</b>	<b>2.LFG<sub>flared,y</sub></b>
Unidad	Nm <sup>3</sup>
Descripción	Volumen total de biogás en CNPT capturado durante el año “y”
Fuente del dato usado	Medición continua, e integrada con los valores de Presión, Temperatura y humedad del biogás correspondientes, por medidor de flujo fijo, normalizado y homologado..
Valor del dato aplicado con el propósito de calcular la reducción de emisiones esperadas en la sección B.6:	El valor cambiará anualmente. Ver la sección B.6.3
Descripción de los métodos y procedimientos de medición a ser aplicados:	Se empleará un medidor de flujo normalizado, homologado. Los datos serán monitoreados y grabados automática y continuamente.
Procedimientos de QA/QC a ser aplicados:	El medidor de flujo será calibrado según las recomendaciones del fabricante, por lo menos anualmente por una entidad oficialmente acreditada. El medidor estará sujeto a los procedimientos de calibración y mantenimiento de acuerdo con las especificaciones técnicas y recomendaciones dadas por el proveedor del equipo para asegurar la precisión.
Comentario:	



<b>Dato / Parámetro:</b>	<b>5. <math>PE_{flare,y}</math></b>
Unidad	$tCO_{2eq}$
Descripción	Emisiones del proyecto debidas al quemado del biogás en el año “y”
Fuente del dato usado	Calculado
Valor del dato aplicado con el propósito de calcular la reducción de emisiones esperadas en la sección B.6:	La antorcha está prevista para funcionar el 100% del tiempo, con una eficiencia de quemado mayor al 97%, según lo especificado por el proveedor. Este valor se empleará en la fórmula propuesta por la herramienta para la determinación EX - ANTE de las emisiones del proyecto por la quema de biogás en cada año de operación
Descripción de los métodos y procedimientos de medición a ser aplicados:	Los parámetros usados para la determinación de las emisiones de proyecto provenientes de la quema del gas residual en el año “y” ( $PE_{flare,y}$ ) se calcularán mediante la herramienta “ <i>Tool to determine project emissions from flaring gases containing Methane</i> ”. Los parámetros para la determinación de $PE_{flare,y}$ son $LFG_{flare,y}$ , $W_{CH_4,y}$ , $fv_{i,h}$ , $fv_{CH_4,FG,h}$ and $t_{O_2,h}$ .
Procedimientos de QA/QC a ser aplicados:	Un mantenimiento regular asegurará una operación óptima de la antorcha. Los analizadores se calibrarán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
Comentario:	La antorcha estará diseñada para proveer una temperatura de combustión interna por encima de los 700°C

<b>Dato / Parámetro:</b>	<b><math>T_{flare}</math></b>
Unidad	° C
Descripción	Temperatura en el gas exhausto de la antorcha.
Fuente del dato usado	Se usará una termocupla tipo N.
Valor del dato aplicado con el propósito de calcular la reducción de emisiones esperadas en la sección B.6:	N/A
Descripción de los métodos y procedimientos de medición a ser aplicados:	Los datos se registrarán de forma continua a través de un “data logger”.
Procedimientos de QA/QC a ser aplicados:	La termocupla se reemplazará o calibrará cada año, de acuerdo con las recomendaciones del proveedor.
Comentario:	Un sensor UV se usará para la confirmación de que la antorcha está quemando biogás



<b>Dato / Parámetro:</b>	$t_{O_2,h}$
Unidad	-
Descripción	Fracción volumétrica de O <sub>2</sub> en el gas exhausto de la antorcha durante la hora h
Fuente del dato usado	Medido por el participante de proyecto usando un analizador de gases continuo.
Valor del dato aplicado con el propósito de calcular la reducción de emisiones esperadas en la sección B.6:	No se usa en los cálculos de las reducciones de emisión esperadas
Descripción de los métodos y procedimientos de medición a ser aplicados:	Continuamente. Los valores se promediarán horariamente o en un intervalo mas pequeño.  Analizadores con extracción de muestra y dispositivos de remoción de agua y partículas o Analizadores in-situ para determinaciones en base húmeda. El punto de medición (Puerto de muestreo) se dispondrá en la parte superior de la antorcha (80% de la altura total de la misma). La muestra se conducirá con una sonda adecuada para las temperaturas existentes.
Procedimientos de QA/QC a ser aplicados:	Los analizadores se calibrarán periódicamente de acuerdo con las recomendaciones del proveedor. Se debería realizar un control “zero check” y un control de “typical value” por comparación con un gas estándar.
Comentario:	

<b>Dato / Parámetro:</b>	$f_{v_{i,h}}$
Unidad	-
Descripción	Fracción volumétrica del componente I en el gas residual durante la hora h, donde $i = CO_2, O_2$
Fuente del dato usado	Medido por el participante del proyecto usando un analizador de gas en continuo
Valor del dato aplicado con el propósito de calcular la reducción de emisiones esperadas en la sección B.6:	No se usa en los cálculos de las reducciones de emisión esperadas
Descripción de los métodos y procedimientos de medición a ser aplicados:	Continuamente. Los valores se promediarán horariamente o en intervalos de tiempo menores. Una muestra de gas se extraerá del gas residual que previamente habrá pasado a través de una trampa de condensación. El valor será registrado por un “data logger” por como mínimo con frecuencia horaria. Las mediciones se harán en base seca.
Procedimientos de QA/QC a ser aplicados:	Los analizadores se calibrarán periódicamente de acuerdo con las recomendaciones del proveedor. Se debería realizar un control “zero check” y un control de “typical value” por comparación con un gas estándar homologado.
Comentario:	Como se define en la herramienta “ <i>tool to determine project emissions from flaring gases containing methane</i> ”, el N <sub>2</sub> se determinará a partir de la concentración de CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> .



<b>Dato / Parámetro:</b>	$f_{V_{CH_4,FG,h}}$
Unidad	mg/m <sup>3</sup>
Descripción	Concentración del metano en el gas exhausto en base seca y condiciones normales durante la hora h.
Fuente del dato usado	Analizador de gas en continuo
Valor del dato aplicado con el propósito de calcular la reducción de emisiones esperadas en la sección B.6:	No se usa en los cálculos de las reducciones de emisión esperadas
Descripción de los métodos y procedimientos de medición a ser aplicados:	Continuamente. Los valores se promediarán horariamente o en un intervalo de tiempo mas pequeño. Analizador con extracción de muestra y con dispositivos de remoción de agua y partículas o analizadores in-situ para determinaciones en base húmeda. El punto de medición (puerto de medición) estará en la sección superior de la antorcha (80% de la altura total de la antorcha). La muestra se conducirá con sondas adecuadas para los altos niveles de temperatura existentes.
Procedimientos de QA/QC a ser aplicados:	Los analizadores se calibrarán periódicamente de acuerdo con las recomendaciones del proveedor, por lo menos en forma anual. Se debería realizar un control “zero check” y un control de “typical value” por comparación con un gas estándar.
Comentario:	El monitoreo de este parámetro es sólo aplicable en caso de antorchas de llama ocultas con monitoreo continuo de la eficiencia de quemado. Los instrumentos de medición podrán presentar las lecturas en ppmv o % en volumen. Para la conversión de ppmv a mg/m <sup>3</sup> simplemente se multiplica por 0,716, (1% es igual a 10 000 ppmv)

<b>Dato / Parámetro:</b>	$6.W_{CH_4,v}$
Unidad	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / m <sup>3</sup> LFG
Descripción	Fracción de Metano en el biogás
Fuente del dato usado	Medido preferentemente con un analizador continuo de gases
Valor del dato aplicado con el propósito de calcular la reducción de emisiones esperadas en la sección B.6:	50%
Descripción de los métodos y procedimientos de medición a ser aplicados:	Se empleará un analizador fijo de gases. La calidad del gas se registrará continuamente por medio de un “data logger”
Procedimientos de QA/QC a ser aplicados:	El analizador de gas estará sujeto regularmente a un régimen de mantenimiento, testeo y calibración de acuerdo con las especificaciones del proveedor con el fin de asegurar la calidad de los datos. Una vez al año se calibrará el analizador de gases por una compañía independiente.
Comentario:	



<b>Dato / Parámetro:</b>	<b>7. T</b>
Unidad	° C
Descripción	Temperatura del biogás
Fuente del dato usado	Medido para determinar la densidad del metano $D_{CH_4}$ . No es necesario un monitoreo separado de la temperatura cuando se emplea un medidor de flujo de biogás que automáticamente mide presión y temperatura, para expresar los volúmenes de biogás en metros cúbicos normales.
Valor del dato aplicado con el propósito de calcular la reducción de emisiones esperadas en la sección B.6:	0°C (adecuado con el modelo de biogás)
Descripción de los métodos y procedimientos de medición a ser aplicados:	Los datos se registrarán continuamente con un “data logger.”
Procedimientos de QA/QC a ser aplicados:	El indicador de temperatura será calibrado según las recomendaciones del proveedor . estará sujeto regularmente a mantenimiento, testeo y calibración de acuerdo con las especificaciones del proveedor con el fin de asegurar la calidad de los datos.
Comentario:	

<b>Dato / Parámetro:</b>	<b>8. P</b>
Unidad	Pa
Descripción	Presión del biogás.
Fuente del dato usado	Medido para determinar la densidad del metano $D_{CH_4}$ . No es necesario un monitoreo separado de la presión cuando se emplea un medidor de flujo de biogás que automáticamente mide presión y temperatura, para expresar los volúmenes de biogás en metros cúbicos normales.
Valor del dato aplicado con el propósito de calcular la reducción de emisiones esperadas en la sección B.6:	1.013bar
Descripción de los métodos y procedimientos de medición a ser aplicados:	Los datos se registrarán con un “data logger.”
Procedimientos de QA/QC a ser aplicados:	El indicador de presión será calibrado según las recomendaciones del proveedor . estará sujeto regularmente a mantenimiento, testeo y calibración de acuerdo con las especificaciones del proveedor con el fin de asegurar la calidad de los datos.
Comentario:	



<b>Dato / Parámetro:</b>	<b>10. EL<sub>IMP</sub></b>
Unidad	MWh
Descripción	Cantidad de electricidad total importada para cumplir con los requerimientos del proyecto.
Fuente del dato usado	Requerido para determinar las emisiones de CO <sub>2</sub> provenientes del uso de electricidad para poder realizar la actividad de proyecto.
Valor del dato aplicado con el propósito de calcular la reducción de emisiones esperadas en la sección B.6:	230,26 MWh/año
Descripción de los métodos y procedimientos de medición a ser aplicados:	El consumo eléctrico se monitoreará continuamente y se registrará electrónicamente.
Procedimientos de QA/QC a ser aplicados:	El medidor estará sujeto a un régimen de mantenimiento regular, testeo y calibración de acuerdo con las especificaciones del proveedor para asegurar la precisión de los datos.
Comentario:	

<b>Dato / Parámetro:</b>	<b>11.CEF</b>
Unidad	tCO <sub>2</sub> /MWh
Descripción	Intensidad de emisiones de CO <sub>2</sub> de la electricidad y/u otros portadores de energía en ID.9
Fuente del dato usado	En caso de que una fuente específica sea desplazada o usada para importación, el factor de emisión será estimado para esa fuente específica. Sólo se importará electricidad de la red nacional. El factor de emisión basado en la guía del IPCC (2006) y el balance energético de Argentina, publicado por la "Secretaría de Energía Argentina".
Valor del dato aplicado con el propósito de calcular la reducción de emisiones esperadas en la sección B.6:	0.321 TCO <sub>2eq</sub> / MWh
Descripción de los métodos y procedimientos de medición a ser aplicados:	Estimado con la última figura disponible del IPCC en la etapa de verificación.
Procedimientos de QA/QC a ser aplicados:	Toda la documentación de soporte, supuestos y/o cálculos estarán disponibles para revisión por un verificador
Comentario:	



**B.7.2 Descripción del plan de monitoreo:**

>> El objetivo principal que debe cumplir el plan de monitoreo es establecer un conjunto de tareas estructuradas y organizadas de medición y cálculo que permitan desarrollar un registro completo y preciso de los parámetros que se requieren para calcular las cantidades de CO<sub>2eq</sub> reducidas durante cada año de operación del sistema.

El equipo de monitoreo, aquí descrito, podrá ser modificado para cumplir requerimientos operacionales o mejoras del sistema. Cualquier modificación tendrá en cuenta los requerimientos de monitoreo especificados en la metodología aplicada y estará sujeta a revisión durante el proceso de verificación.

**Metodología aplicada.**

Se aplicará la Metodología Aprobada y Consolidada ACM0001 “Consolidated monitoring methodology for landfill gas project activities” / Version 05.

**1. Breve descripción de la metodología.**

Según la metodología de monitoreo aprobada, se considera aceptable asumir que el volumen de biogás actualmente recuperado es indicativo del volumen de gas que se habría emitido sin la implementación del proyecto. Esta reducción será monitoreada.

**2. Datos a ser reunidos o utilizados para el monitoreo de las emisiones de la actividad del proyecto y forma en la que se llevará a cabo.**

Las reducciones de emisión se definen como la diferencia de emisiones entre la situación de línea de base y la situación con implementación del proyecto. Los datos se analizarán mensualmente y serán tratados en conjunto con el fin de obtener las reducciones de emisión anuales. Como el instrumental proveerá una serie de datos finitos, los mismos se integrarán como se expresa a continuación:

$$MD_{project,y} = \sum_{m=1}^{12} \left( \sum_{h=1}^{Hm} \left( \frac{0.016}{22.4} LFG_{flare_h} * \eta_{flare,h} * \frac{\sum_{t=1}^{N_h} W_{CH4t,h}}{N_h} \right) \right)$$

Donde



$$\eta_{flare,h} = \begin{cases} 0 \rightarrow \text{if. } \frac{\sum_{t=1}^{N_h} N_{>500^\circ C,t}}{N_h} * 60 \leq 40mn \\ \left(1 - \frac{TM_{fg,h}}{TM_{rg,h}}\right) \rightarrow \text{if. } \frac{\sum_{t=1}^{N_h} N_{>500^\circ C,t}}{N_h} * 60 > 40mn \end{cases}$$

Donde,

$MD_{project,y}$  metano actualmente destruido/quemado durante el año y en  $tCH_4$

$LFG_{flare,h}$  cantidad total del biogás capturado y quemado en  $Nm^3$  en la hora h.

$W_{CH4t,h}$  concentración de metano en el biogás en el tiempo t de la hora h.

$N_h$  número de mediciones disponibles durante la hora dada.

$H_m$  es el número de horas en el mes considerado.

0.016 = peso molecular del metano (t/kmol)

22.4 = volumen molecular a 0 °C y 1013 hPa ( m<sup>3</sup>/kmol)

$\eta_{flare,h}$  es la eficiencia de la antorcha durante la hora h.

$TM_{fg,h}$  es el flujo másico del metano en el gas exhausto en la hora h en kg/h.

$TM_{rg,h}$  es el flujo másico del metano en el gas residual en la hora h, en kg/h

$N_{>500^\circ C,t}$  es 1 si la temperatura de la antorcha está por encima de 500°C, y 0 si la temperatura de la antorcha está por debajo de 500°C.

El peso molecular del metano se ajustará de acuerdo con la presión y temperatura del biogás.



## Instrumentación

Número ID	Variable	Fuente del dato	Unidad del dato	Frecuencia de Registro	Método de Calibración y Frecuencia	Valor por defecto a usar en caso de falla	Comentario
2. <b>LFG</b> flare..y	Cantidad total del biogás capturado	Medidor de flujo	Nm <sup>3</sup>	Continuo	Anualmente o de acuerdo con los requerimientos del proveedor si son más exigentes. La calibración se realizará por una entidad oficial acreditada	Promedio diario del volumen en el mes anterior	Determinado por un medidor fijo de flujo. Los datos se agregarán mensual o anualmente.
6. <b>W<sub>i</sub>.y</b>	Fracción del componente i en el gas medido	Analizador de gases	m <sup>3</sup> i/m <sup>3</sup> de gas	Continuo	Calibración automática o manual por un técnico de AESA Misiones o entidad externa siguiendo las recomendaciones del proveedor. La frecuencia de calibración será ajustada para asegurar que la precisión permanece por encima del 95%	En caso de falla, se tomarán mediciones diarias del gas residual utilizando un analizador de gases infrarrojo portátil	Analizador de gases in-situ o un modelo equivalente que provea el mismo nivel de calidad y consistencia de datos.  En el gas residual: i = CH <sub>4</sub> , O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>  En la corriente de gas exhausto: i = CH <sub>4</sub> , O <sub>2</sub>



<b>7</b> <b>T</b>	Temperatura del biogás	Sensor de Temperatura	°C	Continuo	Anualmente por un técnico de AESA Misiones	Promedio diario de la temperatura del mes anterior	Equipos analógicos, medido para determinar la densidad del metano $D_{CH_4}$ ;
<b>8</b> <b>P.</b>	Presión del biogás	Sensor de Presión	Pa	Continuo	Anualmente por un técnico de AESA Misiones	Promedio diario de la presión del mes anterior	<i>Estos equipos podrán reemplazarse por un medidor de consumo de biogás que integre las mediciones de presión y temperatura para proveer una medición normalizada directa del consumo.</i>
<b>10.</b> <b>EL<sub>Imp</sub></b>	Cantidad total de electricidad importada y/o cualquier otra energía usada en el proyecto para la aspiración	Medidor de consumo eléctrico	kWh	Continuo	De acuerdo con las especificaciones del proveedor del equipo y con las del proveedor de electricidad	Promedio diario de consumo eléctrico del mes anterior	Sólo se empleará electricidad de la red para alimentar a los equipos de aspiración y a la antorcha.
<b>11.</b>	Intensidad de las emisiones de CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico ID 10	Fuente de datos en la última figura disponible en el IPCC y el Balance Energético Argentino publicado por la "Secretaría de Energía Argentina".	T CO <sub>2</sub> /kWh	anualmente	N/A	N/A	La metodología usada sigue las recomendaciones de la metodología de pequeña escala AMS.I.D / Versión 09, sección 9, b



13.	Requerimientos legales relacionados con proyectos de biogás de Rellenos Sanitarios	Publicaciones Oficiales	Test	N/A	N/A	N/A	Requerido para cualquier cambio en el ajuste del factor (AF) o directamente en MD <sub>reg.y</sub>
-----	--	-------------------------	------	-----	-----	-----	--

Según lo recomendado en la “tool to determine project emissions from flaring gases containing methane” todas las concentraciones y flujos del gas se referirán en base seca (la humedad será removida de la muestra o descontada en la composición del flujo)



La unidad de aspiración y quema puede representarse como se muestra a continuación

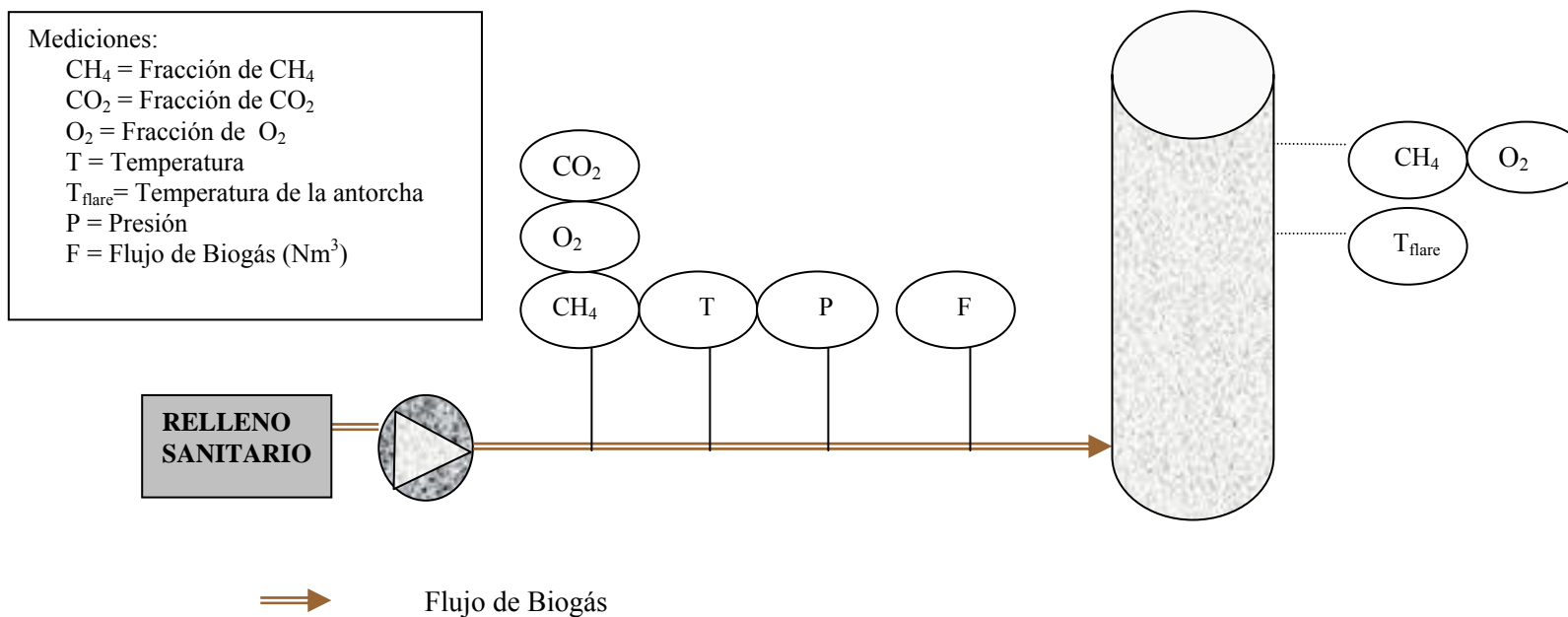


Figura 8: P&I Diagrama de proyecto a implementar en el Relleno Sanitario de AESA Misiones.



### **Procedimientos de Calibración:**

El instrumental será calibrado de acuerdo a lo recomendado por los proveedores o según la metodología ACM0001 / Versión 05. Se emplearán el procedimiento más estricto. La frecuencia de calibración y los procedimientos se detallan en la tabla anterior.

### **Procedimientos de manejo de registros:**

La mayor parte de los datos serán registrados por medio de un “data logger”. El archivo se convertirá en una planilla de cálculo, usando un formato preestablecido. Este archivo será usado directamente para el reporte de verificación.

Los datos que no se registren automáticamente, serán registrados diariamente de lunes a sábado, en una planilla de monitoreo por el Técnico del Relleno Sanitario.

Las planillas en papel serán agrupadas y guardadas in-situ. La información electrónica se almacenará in-situ y en el disco duro de una computadora.

Mensualmente, se bajará la información del data logger al disco duro de una computadora y se transferirá a una planilla de cálculo. La computadora se ubicará en una zona separada al data logger.

### **Procedimientos para tratar ajustes e incertidumbres en los datos obtenidos mediante monitoreo.**

Como fue descrito en la tabla anterior, en algunos casos se pueden emplear métodos alternativos para monitorear el desempeño de la actividad de proyecto. En caso de que sea necesario realizar algún ajuste, se realizará manualmente. Todos los cambios serán marcados.

El reporte de verificación evaluará la incertidumbre asociada a cada categoría de modificación.

Toda la información será almacenada in-situ hasta dos años después de la finalización del período crediticio.

### **Procedimientos para auditorías internas, evaluación de desempeño y acciones correctivas a desarrollar**

Cualquier condición anormal que detecte el Operador del Sistema en el equipamiento de medición o en el Sistema de Captura y Quema de biogás, deberá reportarla inmediatamente al Responsable del Sistema o a la persona que este designe para dicha tarea y deberá incorporarse dicho comentario en la Hoja de Registro. El Responsable del Sistema revisará el problema y definirá un plan de mitigación permitiendo la asignación de los recursos necesarios y coordinando las acciones a realizar y el seguimiento. Una vez que el problema se haya mitigado,



se incorporará a la Hoja de Registro una breve descripción de la contingencia que apareció, la acción realizada y los resultados obtenidos. Mensualmente el Gerente General del Relleno Sanitario revisará el desempeño de la actividad de proyecto y llevará a cabo las acciones que considere necesarias.

#### **Recolección de datos:**

Algunos datos serán recolectados automáticamente a través de un data logger, como información de la temperatura de los gases exhaustos, volumen de biogás, etc.

Diariamente el Operador del Sistema realizará una inspección visual del Sistema. Durante esta inspección, el Operador verificará el instrumental y los datos de monitoreo tales como: calidad del gas, caudal, vacío y temperatura de gases exhaustos.

Durante esta visita diaria, el Operador del Sistema, analizará los datos y calibrará el sistema de captura de biogás para lograr una correcta succión del mismo y alcanzar una calidad continua a lo largo de la operación. Periódicamente, se verificará la calidad de gas y el nivel de vacío en cada pozo individualmente, empleando un analizador portátil. Este plan de monitoreo permitirá maximizar la colección del biogás y el mantenimiento de la infraestructura.

Durante esta visita diaria el Operador del Sistema analizará los datos y ajustará el vacío aplicado en el relleno

Periódicamente, se realizará el monitoreo de la calidad del biogás y de los niveles de vacío en cada uno de los pozos, empleando un analizador portátil. Esta rutina de monitoreo permitirá identificar pozos con bajos rendimientos y tomar, de esta forma, las correspondientes medidas correctivas. La combinación de estas dos inspecciones, optimizará la eficiencia del sistema de colección de biogás

El “Operador del sistema de Captura y Quema de Biogás” será la persona responsable de realizar las mediciones y recolectar la información obtenida por los equipos relevantes. Cualquier medición realizada será incorporada en la “planilla de Biogás” que le será entregada a esta persona, y será completada con cada valor registrado para cada parámetro medido, incluyendo los comentarios que hagan falta. Esta “planilla de Biogás” le será entregada periódicamente a la persona responsable del sistema de captura y quema de biogás que, mensualmente, revisará, procesará y agrupará la información junto con cualquier novedad o aclaración, en un documento denominado “Reporte Mensual de Reducciones de Emisión”

#### **Análisis de los Datos:**

Los datos serán analizados diariamente por el operador. En caso de que algún parámetro se salga de lo normal, el operador podrá actuar rápidamente y solucionar cualquier problema.



Toda la información requerida para el cálculo de las reducciones de emisión será almacenada en una base de datos in-situ. Esta información será comunicada mensualmente

**Almacenamiento de Datos:**

Los datos serán monitoreados y agrupados según lo descrito en la metodología de monitoreo ACM0001 / Versión 05

La información se guardará hasta dos años después de la fecha de finalización del período de acreditación o hasta después de la última expedición de CERs de esta actividad de proyecto, según cual sea la que ocurra en última instancia.

**Persona a cargo de la Gestión del Proyecto**

La implementación del proyecto y de la operación estarán bajo la supervisión directa del Responsable del sistema, quien reportará al Gerente del Relleno Sanitario y/o al Gerente General de AESA Misiones.

**Organización de Gestión del Proyecto**

El registro del proyecto será gestionado por AESA Misiones en colaboración con el Departamento Técnico de Proactiva Medio Ambiente Argentina y el departamento Calidad y Medio Ambiente de Veolia Propreté.

Los monitoreos, mediciones y reportes se realizarán siguiendo el procedimiento que se expone a continuación.

Este procedimiento permite numerosas comprobaciones de la validación de los datos.



### Operación Normal

#### Operador del Sistema (Aesa Misiones):

- Monitoreo diario de parámetros clave (papel)
- Transmisión de datos mensual al responsable del sistema.
- Desarrollar mantenimiento preventivo y las calibraciones necesarias.



#### Responsable del Sistema (Aesa Misiones):

- Verificar la calidad de los datos
- Reportar mensualmente el número de ER
- Llevar el cronograma de inversiones con el fin de expandir el sistema de colección y combustión de Biogás.



Reportar al Gerente General de AESA  
Misiones

### Contingencias

En caso de problemas imprevistos

- Alertar al responsable del sistema
- Emplear los procedimientos de resolución de problemas dados por el proveedor.

En caso de problemas imprevistos:

- Analizar la naturaleza del problema
- Actuar con el fin de reducir el impacto sobre el proyecto MDL
- En caso de mayores inconvenientes, informar directamente al Gerente General del Relleno Sanitario

Figura 9: Organigrama para el Monitoreo y Reporte.



### Capacitación del personal de monitoreo

Una vez al año el personal será capacitado interna o externamente. La capacitación incluirá:

- Calibración del sistema de colección de biogás
- Calibración del equipo de monitoreo
- Impacto del monitoreo sobre la actividad de MDL

### Procedimiento en caso de falla

Si hubiera una falla en el equipo (medidor de flujo, analizador de gases, sensores, etc), se notificará inmediatamente al proveedor del equipo. El equipo será reparado, si esto fuera posible, en caso contrario, será reemplazado por uno igual o su equivalente, tan pronto como fuera posible. En algunos casos, se podrá emplear equipos portátiles para realizar el monitoreo diario. Esta información será recopilada en papel.

La tabla provista anteriormente incluía los procedimientos alternativos de medición para los casos de falla en equipos de medición

La antorcha se equipará con un detector UV de llama que permitirá detectar situaciones de apagado, además se llevará un registro continuo de la temperatura de los gases exhaustos. Si la antorcha se apagara, un equipo automático apagará inmediatamente las turbinas e iniciará el ciclo de reencendido. En este caso no se quemará biogás y por lo tanto no se exigirán créditos durante estas situaciones.

En caso de falla de alguno de los equipos de monitoreo, se emplearán equipos portátiles con el fin de llevar a cabo un monitoreo diario de los parámetros. Esta información se registrará en papel.

<b>B.8 Fecha en la que se terminó de aplicar la metodología del estudio de línea de base y del monitoreo y nombre de la(s) persona(s) responsable(s)</b>
--

>>El estudio de la línea de base y el desarrollo de la metodología de monitoreo, se han completado el día 06/02/2007. Para mayor información de la línea de base, por favor referirse a las secciones B.6.1, B.6.3 y B.6.4 de este documento.

Este estudio fue realizado por el Departamento Técnico de Proactiva Medio Ambiente Argentina bajo la supervisión técnica de Felipe Urbano (felipeu@proactivaargentina.com.ar) en colaboración con Veolia Propreté (Gary Crawford: gary.Crawford@veolia-proprete y Lionel Bondois: Lionel.Bondois@veolia-proprete.fr ).

**SECCIÓN C. Duración de la actividad del proyecto / período de acreditación:****C.1 Duración de la actividad del proyecto:****C.1.1. Fecha de inicio de la actividad del proyecto:**

>>La fecha de comienzo de la actividad de proyecto estimada coincide con el 01/05/2007.

**C.1.2. Tiempo estimado de vida operacional de la actividad del proyecto:**

>>10 años

**C.2 Selección del período de acreditación e información relacionada:****C.2.1. Período de acreditación renovable:****C.2.1.1. Fecha de inicio del primer período de acreditación:**

>> No aplica a las características de nuestro proyecto.

**C.2.1.2. Duración del primer período de acreditación:**

>>No aplica a las características de nuestro proyecto.

**C.2.2. Período de acreditación fijo:****C.2.2.1. Fecha de inicio:**

>>La fecha de inicio coincide con la fecha de registro del proyecto por parte de la Junta Ejecutiva del MDL. Esta fecha se estima próxima al 01/09/2007

**C.2.2.2. Duración:**

>>10 años

**SECCIÓN D. Impactos Ambientales**

&gt;&gt;--

**D.1. Documentación sobre el análisis de los impactos ambientales, incluyendo los impactos transfronterizos:**

>>La ley provincial n° 3079/93 “Responsabilidades y criterios para el uso e implementación de la Evaluación del Impacto Ambiental” establece la necesidad de desarrollar una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) antes de llevar a cabo una instalación de un relleno sanitario. Dicha evaluación fue presentada y aprobada por la Autoridad de Aplicación y Control Designada antes de llevar a cabo la instalación y operación del Centro de Disposición Final y Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos de Fachinal..

La actividad de proyecto de captación y quema de biogás es una parte complementaria de las operaciones del relleno sanitario. La Evaluación de Impacto Ambiental de este proyecto fue realizada como apéndice de la EIA del Centro de Disposición Final y Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos de Fachinal. En dicha evaluación se concluye que el desarrollo de este proyecto generará un gran número de impactos positivos asociados sin haberse detectado la generación de impactos residuales negativos significantes.

A continuación se transcriben las conclusiones del Estudio de Impacto Ambiental realizado para el Sistema de Captación y Quema de biogás del relleno sanitario de Fachinal.

*Ambientales:*

Mediante la captación y combustión del biogás, se evita de forma eficaz la emisión de metano a la atmósfera, reduciendo de esta manera, el aporte de gases con potencial de generación de efecto invernadero y por lo tanto se minimiza la contribución al calentamiento global.

Por otro lado, la aplicación de esta metodología permite extraer y canalizar el biogás generado en el interior del relleno, aumentando, así, la estabilidad y estanqueidad del mismo.

Además, la quema del biogás capturado no sólo destruye el metano, sino que también destruye compuestos del biogás como compuestos orgánicos volátiles y amoníaco. Esta técnica de gestión reducirá la emisión de gases a la atmósfera, con la consecuente mejora de la calidad del aire en el entorno del área.

*Socioeconómicos:*

La venta de los CERs logrados por la implementación del proyecto generará un importante ingreso de divisas a la Provincia de Misiones. Los beneficios obtenidos por medio del Mecanismo de Desarrollo Limpio serán compartidos con la Provincia de Misiones con el fin de promocionar la investigación y el desarrollo de nuevos proyectos de Desarrollo Sostenible.

La construcción, operación y mantenimiento del sistema, generará nuevos puestos laborales tanto directos como indirectos, en la zona de implantación del proyecto.



El desarrollo de este proyecto, incentivará la concreción de nuevos proyectos enmarcados dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio a nivel Nacional y Provincial.

El proyecto actuará como vector de ingreso tecnológico a la Provincia, permitiendo incorporar y desarrollar especialistas y nuevos proyectos referidos a la captura del biogás, de esta manera se podrá vencer la barrera tecnológica que presentan proyectos de estas características.

**D.2. Si los impactos ambientales son considerados como significativos por los participantes del proyecto o por la Parte Anfitriona, por favor provea conclusiones y todas las referencias que apoyen la documentación de la evaluación del impacto ambiental que se realiza de acuerdo a los procedimientos requeridos por la Parte Anfitriona:**

>> No se han identificado potenciales impactos residuales negativos asociados a este proyecto.

**SECCIÓN E. Comentarios de las partes interesadas:****E.1. Breve descripción de la manera en que se solicitaron y compilaron los comentarios de las partes interesadas locales:**

>>La empresa ha venido realizando continuas interacciones con los stakeholders locales, tanto para la difusión de la información asociada al Sistema Integral de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos de la Provincia de Misiones, como de los diferentes proyectos de mejora involucrados en dicho plan, especialmente el proyecto que nos ocupa.

Es de esta forma, que a mediados del mes de septiembre del 2006, se dio a conocer la intención que tenía el Gobierno de la Provincia de Misiones a través del Ministerio de Ecología en conjunto con AESA Misiones S.A, de realizar, lo que será el primer proyecto enmarcado como Mecanismo de Desarrollo Limpio de la Provincia.

El día 12 de octubre se realizó en Posadas (Capital de la Provincia de Misiones) la presentación pública del proyecto y la firma del Acuerdo para la Captación y Utilización de Gases provenientes del Relleno Sanitario de Fachinal, entre el Gobierno de la Provincia y AESA Misiones S.A. La convocatoria fue extensiva a todas las partes interesadas, entre otras: representantes ministeriales, provinciales y municipales, prensa, comunidad académica, legisladores provinciales y municipales, vecinos, etc...

En esta presentación se dieron a conocer las características principales del proyecto, los beneficios perseguidos y los resultados esperados.

Desde entonces se ha continuado con el proceso de difusión del proyecto. En enero de 2007 se ha facilitado el acceso de las posibles partes interesadas al proyecto mediante la publicación en la página web de AESA Misiones de información detallada relacionada con el mismo y un formulario para realizar nuevas consultas y sugerencias. Este hecho ha sido comunicado ampliamente por medio de correo electrónico y postal.

**E.2. Resumen de los comentarios recibidos:**

Los comentarios recibidos por parte de la población local fueron alentadores en cuanto que los mismos manifestaron la comprensión de la importancia de un proyecto de estas características y la posibilidad de nuevos desarrollos asociados, a futuro.

Los representantes ministeriales, provinciales y municipales manifestaron su apoyo al proyecto, recalcando la importancia del mismo por ser el primero en su clase dentro de dicha Provincia y por abrir nuevas oportunidades de desarrollo sustentable.

La comunidad académica y política mostró un gran interés en el proyecto por fomentar el desarrollo social a través de la incorporación de tecnología de punta en la Provincia.



Los vecinos concurrentes, manifestaron cierto interés por conocer el posible impacto que se podría generar a partir de la implantación de un proyecto de estas características. Luego de comunicarles cuales serán los resultados esperados de acuerdo a lo mostrado en la sección D “Impactos ambientales” del presente documento, los vecinos ratificaron su apoyo a la implementación del proyecto.

Es necesario remarcar que no se han recibido comentarios adversos por ninguna de las partes interesadas.

<b>E.3. Informe de cómo se tomó debida cuenta de los comentarios recibidos:</b>
---

>>Las inquietudes manifestadas durante las reuniones y presentaciones realizadas, fueron respondidas y aclaradas en el transcurso de las mismas.

De las consultas no surgieron comentarios que dieran lugar a modificaciones del presente Documento de Diseño de Proyecto.

Las consultas y comentarios recibidos en soporte electrónico (página web y mail) han sido contestadas adecuadamente y almacenados en el mismo tipo de soporte.

**Anexo 1****INFORMACIÓN DE CONTACTO DE LOS PARTICIPANTES EN LA ACTIVIDAD DEL PROYECTO**

Organización:	AESA Misiones S.A
Dirección	25 de mayo 1840 oficina 3
Edificio	
Ciudad	Posadas
Provincia	Misiones
Código Postal	3300
País	Argentina
Teléfono	+54 03752 432021
FAX	+54 03752 432021
E-Mail:	<a href="mailto:info@aesamisiones.com.ar">info@aesamisiones.com.ar</a>
URL:	<a href="http://www.aesamisiones.com.ar">www.aesamisiones.com.ar</a>
Representado por:	
Título	Gerente General AESA Misiones
Saludo	
Apellido	Manassero
Segundo Nombre	Daniel
Primer Nombre	Osvaldo
Departamento	
Celular	
FAX directo	
Teléfono directo	
E-Mail personal	aesamisiones@ciudad.com.ar

Organización:	Proactiva Medio Ambiente Argentina (empresa Matriz de AESA S.A)
Dirección	Tucumán 1321 3° piso
Edificio	
Ciudad	Ciudad Autónoma Buenos Aires
Provincia	Buenos Aires
Código Postal	C1050AAA
País	Argentina
Teléfono	+54 11 43716858
FAX	+54 11 43728995
E-Mail:	<a href="mailto:info@proactivaargentina.com.ar">info@proactivaargentina.com.ar</a>
URL:	<a href="http://www.proactiva.es">www.proactiva.es</a>
Representado por:	
Título	Directos Técnico PMA Argentina
Saludo	
Apellido	Urbano de Saleta
Segundo Nombre	
Primer Nombre	Felipe



Departamento	
Celular	
FAX directo	
Teléfono directo	
E-Mail personal	felipeu@proactivaargentina.com.ar

Organización:	Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y Turismo del Gobierno de la Provincia de Misiones
Dirección	San Lorenzo 1538
Edificio	
Ciudad	Posadas
Provincia	Misiones
Código Postal	N3300MDH
País	Argentina
Teléfono	+54 03752 447591
FAX	
E-Mail:	ecologia@misiones.gov.ar
URL:	<a href="http://www.misiones.gov.ar/ecologia">http://www.misiones.gov.ar/ecologia</a>
Representado por:	
Título	Ministro
Saludo	
Apellido	Jacobo
Segundo Nombre	Arnaldo
Primer Nombre	Luis
Departamento	
Celular	
FAX directo	
Teléfono directo	
E-Mail personal	

Organización:	Proactiva Medio Ambiente
Dirección	C/ Cardenal Marcelo Spinola
Edificio	8 - Planta 3
Ciudad	Madrid
Provincia	
Código Postal	28016
País	España
Teléfono	
FAX	
E-Mail:	
URL:	
Representado por:	
Título	Director del Departamento de Residuos Sólidos
Saludo	
Apellido	Sabaté
Segundo Nombre	



Primer Nombre	Isidre
Departamento	
Celular	
FAX directo	
Teléfono directo	+34 (0) 91 387 61 36
E-Mail personal	isabate@proactiva.es

Organización:	Veolia Propreté
Dirección	169 Avenue Georges Clémenceau
Edificio	
Ciudad	Nanterre
Provincia	
Código Postal	92735
País	Francia
Teléfono	+33 (0) 1 46 69 3000
FAX	+33 (0) 1 46 69 3001
E-Mail:	<a href="mailto:gcrawford@veolia-proprete.fr">gcrawford@veolia-proprete.fr</a>
URL:	
Representado por:	
Título	Vice Presidente, Departamento de Calidad y Medio Ambiente
Saludo	Mr
Apellido	Crawford
Segundo Nombre	
Primer Nombre	Gary
Departamento	
Celular	
FAX directo	+33 (0) 1 46 69 3467
Teléfono directo	+33 (0) 1 46 69 3000
E-Mail personal	Gary.crawford@veolia-proprete.fr



**Anexo 2**

**INFORMACIÓN RESPECTO A FINANCIAMIENTO PÚBLICO**

El presente proyecto no cuenta con financiamiento público.



**Anexo 3**

**INFORMACIÓN DE LÍNEA DE BASE**

Por favor remitirse a la sección B.6.3.



**Anexo 4**

**INFORMACIÓN DEL MONITOREO**

Por favor referirse a la sección B.7.2

.-----