



Protocolo de Rellenos Sanitarios para Chile

**Borrador Periodo de Comentarios Públicos
28 de octubre de 2025**

Climate Action Reserve
www.climateactionreserve.org

Distribuido el 28 de Octubre de 2025

© 2025 Climate Action Reserve. Todos los derechos reservados. Este material no puede ser reproducido, expuesto, modificado o distribuido sin el permiso expreso por escrito de la Climate Action Reserve.

Reconocimientos

Personal de la Reserva (alfabético)

Versión 1.0

Autores principales

Amy Kessler
Celeste Melendez
Miguel López Delgado

Autores de apoyo

Kristen Gorguinpour
Robin Rix

Grupo de Trabajo

La lista de miembros del grupo de trabajo que figura a continuación incluye a todas las personas y organizaciones que han asesorado a la Reserva en la elaboración de este protocolo y han proporcionado una revisión por expertos independientes. Su participación en el proceso de la Reserva se basa en su experiencia técnica y no constituye una aprobación del protocolo final. La Reserva toma todas las decisiones técnicas finales y aprueba el contenido final del protocolo. Para más información, véase el Manual del Programa de Compensación de la Reserva.

Organización

Energylab
CO2CERO
ImplementaSur
Grupo de Residuos Sólidos
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Chile
KDM Empresas
Mexico2
Núcleo Biotecnología Curauma
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile
Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile
Sustentalia Consultores
UniCarbon
Veolia
VOLTA SpA
Windfall Bio

Nombre

Cristian Mosella
Wilmer Martinez
Gerardo Canales
Marcel Szanto
Narea

David Colín
Andres Morales
Karin Salazar
Christian Calderón
Duarte
Javiera Labbé
Nuno Barbosa
Laura Landeta
Pedro Alarcón
Retamal
McKenzie Wilson

Apoyo Financiero y Técnico

Este documento se ha elaborado con el apoyo financiero y técnico parcial de Energylab y MÉXICO2 Plataforma Mexicana de Carbono.

BORRADOR PCP

Índice

Abreviaturas y Siglas	1
1 Introducción	3
2 Proyecto de Reducción de GEI	4
2.1 Antecedentes	4
2.2 Definición del Proyecto	4
2.3 El Desarrollador del Proyecto	6
2.4 Otras Actividades para la Reducción de GEI en el Sector de los Residuos Sólidos....	6
3 Reglas de Elegibilidad.....	7
3.1 Lugar	7
3.2 Fecha de Inicio del Proyecto.....	7
3.3 Período de Acreditación del Proyecto.....	8
3.4 Adicionalidad	8
3.4.1 La Prueba del Estándar de Desempeño	8
3.4.2 Límites a la acumulación de créditos	10
3.4.3 La Prueba de Requerimiento Legal.....	11
3.5 Cumplimiento Normativo	11
3.6 Salvaguardas sociales y ambientales	12
4 Límites de Estimación de los GEI	14
5 Cuantificación de Reducciones de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero	19
5.1 Cuantificando las Emisiones de Línea Base	22
5.2 Cuantificando las Emisiones del Proyecto	30
6 Monitoreo del Proyecto	33
6.1 Requisitos de Monitoreo	33
6.1.1 Alternativa de Monitoreo Indirecto	37
6.2 Instrumento de QA/QC	38
6.2.1 Inspecciones.....	39
6.2.2 Comprobaciones en sitio	39
6.2.3 Calibraciones	41
6.2.4 Instrumentos Portátiles	42
6.2.5 Procedimientos de escalado para medidores fuera del umbral de precisión	43
6.3 Datos Faltantes	43
6.4 Parámetros de Monitoreo	44
7 Parámetros de Reporte.....	55
7.1 Documentación para la Presentación del Proyecto.....	55
7.2 Mantenimiento de Registros	55

7.3	Periodo de Reporte y Ciclo de Verificación.....	57
7.3.1	Periodos de Reporte.....	57
7.3.2	Periodos de verificación.....	57
7.3.3	Calendario de visitas de verificación.....	57
8	Orientación de Verificación.....	59
8.1	Estándar de Verificación.....	59
8.2	Plan de Monitoreo.....	59
8.3	Verificación de la Elegibilidad del Proyecto.....	60
8.4	Actividades Principales de Verificación.....	62
8.5	Elementos de Verificación del Proyecto de Rellenos Sanitarios de Chile.....	62
8.5.1	Elegibilidad del Proyecto y Emisión de CRT.....	63
8.5.2	Cuantificación de Reducciones de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero....	64
8.5.3	Evaluación de Riesgos.....	65
8.5.4	Completando la Verificación.....	66
9	Glosario de Términos.....	67
10	Referencias.....	70
Apéndice A	Revisión Marco Regulatorio.....	72
A.1	Leyes y Reglamentos.....	72
A.2	Legislación Regional y Provincial.....	73
A.3	Regulaciones en materia de prevención, higiene y seguridad en el trabajo en Chile .	74
Apéndice B	Desarrollo del Umbral del Estándar de Desempeño.....	75
B.1	Análisis de las Prácticas Comunes – Estándar de Desempeño.....	75
B.2	Participación en los Mercados de Carbono.....	76
B.3	Recomendación para el estándar de desempeño.....	77
Apéndice C	Tablas de Factores de Emisión.....	78
Apéndice D	Directrices de Presentación de Datos.....	81

Lista de Tablas

Tabla 4.1 Resumen de Fuentes, Depósitos y Sumideros (SSR) Identificados	16
Tabla 6.1 Datos de Monitoreo a ser Recolectados y Utilizados para Calcular las Reducciones de Emisiones	44
Tabla 8.1 Resumen de los Criterios de Elegibilidad	60
Tabla 8.2 Elementos de Verificación de Elegibilidad	63
Tabla 8.3 Elementos de Verificación de Cuantificación	65
Tabla 8.4 Elementos de Verificación de Evaluación de Riesgos	65
Tabla B.1 Situación de la disposición final en Chile en 2023.....	75
Tabla B.2 Rellenos sanitarios existentes en Chile, por región (2023).....	76
Tabla B.3 Rellenos sanitarios que fueron acreditados o estuvieron en proceso de acreditación bajo el MDL en Chile.....	77
Tabla C.1. Emisión de Combustible Factores para Combustión Estacionaria y Móvil	78
Tabla C.3. Valores Caloríficos netos de Combustibles Fósiles.....	79
Tabla C.4. Eficiencias de Destrucción Predeterminadas para Dispositivos de Combustión	80

Lista de Figuras

Figura 4-1 Ilustración General del Límite de Estimación de los GEI	15
Figura 5-1 Organigrama para las Ecuaciones de la Sección 5.....	20
Figura 6-1 Disposición Sugerida de los Equipos de Medición de Biogás	36
Figura 6-2 Cronograma para el requerimiento de la comprobación en sitio anual	40

Lista de Ecuaciones

Ecuación 5.1. Reducciones Totales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero	21
Ecuación 5.2. Ajuste del Flujo de Gas de Relleno Sanitario por Temperatura y Presión	21
Ecuación 5.3. Cálculo de las Emisiones de Línea Base.....	24
Ecuación 5.4. Total de las Emisiones de Metano Destruídas	25
Ecuación 5.5. Ajuste de Línea base por Destrucción en el Escenario de Línea Base	26
Ecuación 5.6. Cálculo del Ajuste de la Línea Base para la Destrucción de una Antorcha Calificada en un Relleno Sanitario Cerrado.....	27
Ecuación 5.7 Cálculo del Ajuste de Línea Base para los Dispositivos que no Cumplen los Requisitos	28
Ecuación 5.8. Ajuste de Línea Base para la Destrucción en el Panorama de Línea Base.....	28
Ecuación 5.9. Cálculo de Emisiones del Proyecto.....	30
Ecuación 5.10. Cálculo de las Emisiones del Proyecto por el Uso de Combustibles Fósiles.....	30
Ecuación 5.11. Cálculo de las Emisiones del Proyecto por el Uso de la Electricidad	31
Ecuación 5.12. Cálculo de las Emisiones del Proyecto por el Uso de Gas Natural Suplementario	32

Abreviaturas y Siglas

ACF	Pies Cúbicos Reales
Biogás	Gas del Relleno Sanitario
BTU	Unidad Térmica Británica (BTU, por sus siglas en inglés)
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de Carbono
COVDM	Compuestos Orgánicos Volátiles diferentes al Metano o compuesto orgánicos no metánicos
Decreto No189/2005	Decreto Supremo No189/2005 Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios.
EPA	Agencia de Protección Ambiental De Los EE.UU.
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GLP	Gas Licuado de Petróleo
GN	Gas Natural
GNC	Gas Natural Comprimido
GNL	Gas Natural Licuado
IPCC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático por sus siglas en inglés
J	Joules o Julios. Un gj es una giga joule ósea 10 ⁹ J
MDL	Mecanismo para un Desarrollo Limpio
MG	Megagramo (1,000,000 gramos o una tonelada, o “t”)
LFG	Gas de relleno Sanitario por sus siglas en ingles Landfill Gas
N ₂ O	Oxido Nitroso
m ³ _s	Metros cúbicos estándar (20°C A 1 atm)
m ³	Metros cúbicos
PCR	Pies cúbicos reales
PCG	Factor Potencial de Calentamiento Global de metano al equivalente de dióxido de carbono
PCS	Pies cúbicos estándar a 0°C y 1 atm

RSM	Residuos Sólidos Municipales
Seremi	Secretaría Regional Ministerial
SINADER	Sistema Nacional de Declaración de Residuos
QA/QC	Aseguramiento de Calidad/Control de Calidad (QA/QC por sus siglas en inglés)

BORRADOR PCP

1 Introducción

El Protocolo de Proyectos de Relleno Sanitario de Chile de la Reserva de Acción Climática (la Reserva) ofrece una guía para cuantificar, reportar y verificar las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas con la instalación de un sistema de captura y destrucción del gas de un relleno sanitario localizado en Chile. Este protocolo está designado a garantizar una cuantificación completa, coherente, transparente, precisa y conservadora de las reducciones de emisiones de GEI asociadas a un proyecto de relleno sanitario.¹

La Reserva de Acción Climática es el registro de reducciones y remociones de GEI más fiable, eficiente y experimentado de los mercados de carbono del mundo. Pionera en la cuantificación de carbono, la Reserva promueve y fomenta la reducción y remoción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) mediante políticas y soluciones creíbles basadas en el mercado. Como registro de compensación de alta calidad para los mercados voluntarios de carbono, establece estándares rigurosos y emite créditos de carbono según esos estándares. La Reserva también apoya los mercados de carbono de cumplimiento y actúa como Registro de Proyectos de Compensación aprobado para el Programa de Tope y Comercio de Emisiones del Estado de California y el Programa de Compensaciones de Emisiones de “tope e inversión” de Washington. La Reserva es una organización ambiental sin fines de lucro que opera virtualmente en todo el mundo, con una pequeña oficina física en Los Ángeles, California. Para obtener más información, por favor visítenos en: www.climateactionreserve.org.

Los desarrolladores de proyectos que instalan tecnologías para la captura y destrucción del gas de relleno sanitario utilizan este documento para cuantificar y registrar las reducciones de GEI en la Reserva. Este protocolo provee reglas de elegibilidad, métodos para calcular las reducciones, instrucciones para monitorear el desempeño, y procedimientos para reportar la información de los proyectos a la Reserva. Además, todos los reportes de los proyectos son verificados por los verificadores autorizados de la Reserva. Las pautas que utilizan los verificadores para comprobar las reducciones se encuentran en el Manual de Programa de Verificación de la Reserva y en la Sección 8 de este protocolo.

La Reserva desarrolla protocolos alineados con las leyes, normas y contexto sobre el terreno de una jurisdicción o jurisdicciones específicas para establecer criterios estandarizados de elegibilidad y, adicionalmente, escenarios de referencia. Por lo tanto, este Protocolo está alineado con las leyes, normas y contexto Chile. Véanse la(s) Sección(es) 3.5 y el Apéndice C para más información sobre cómo se incorporaron estas leyes a la Prueba Estándar de Desempeño.

¹ Véase el Protocolo de GEI del WRI/WBCSD para la Contabilidad de Proyectos (Parte I, Capítulo 4) para una descripción de los principios de contabilidad de GEI.

2 Proyecto de Reducción de GEI

2.1 Antecedentes

En Chile, la disposición de residuos sólidos representa una fuente cada vez más significativa de emisiones de gases de efecto invernadero en Chile. Según el Quinto Informe Bienal de Actualización de Chile (2022)², las emisiones derivadas de la disposición de residuos han aumentado un 681% desde 1990 y un 12% desde 2018, impulsadas por el crecimiento poblacional y los patrones de consumo actuales. Además, Según los datos reportados en el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), durante el año 2015 alrededor del 50% de los residuos sólidos municipales en Chile se depositaron en rellenos sanitarios y hacia 2020, el porcentaje se redujo a 38,3%. La mayor cantidad de residuos provienen principalmente de la Región Metropolitana (40,9% del total nacional) donde el 97,9% se dispone en rellenos sanitarios; el resto se dispone en vertederos.³ Esta tendencia pone de manifiesto la urgente necesidad de mejorar la gestión de residuos y reducir su impacto climático.

En los rellenos sanitarios las bacterias descomponen la materia orgánica. Uno de los productos tanto de la descomposición bacteriana, como de la oxidación de los residuos sólidos, es el gas de relleno sanitario o biogás, que está compuesto por metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂) en concentraciones casi iguales, así como por menores cantidades de nitrógeno (N₂), oxígeno (O₂), compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM) y otros gases. Si no se recolecta y destruye, con el tiempo, este gas se libera a la atmósfera.

2.2 Definición del Proyecto

A efectos de este protocolo, un proyecto de reducción de GEI se define como la captura de gas metano de una o más celdas especificadas en un relleno sanitario elegible, y la destrucción de dicho gas metano con uno o más dispositivos de destrucción elegibles. La ampliación de un Sistema de Recogida y Control de Gas (GCCS, por sus siglas en inglés) existente a una nueva celda o celdas puede incluirse opcionalmente dentro de un proyecto de relleno sanitario existente o presentarse como un nuevo proyecto. Si alguna de las celdas se considera un proyecto nuevo, deberá diseñarse de forma que el gas de relleno sanitario (LFG por sus siglas en inglés) no pueda migrar entre las celdas del nuevo proyecto propuesto y las celdas del proyecto existente. Cuando un único relleno sanitario contenga varias celdas, a través de varios proyectos de rellenos sanitarios, dichos proyectos podrán compartir dispositivos de destrucción comunes, siempre que el flujo de metano de cada proyecto se mida por separado.

Los dispositivos de destrucción calificativos pueden incluir antorchas de servicios públicos, antorchas cerradas, motores, turbinas, microturbinas, calderas, tuberías, evaporadores de lixiviados, hornos, secadores de lodos, quemadores, hornos o pilas de combustible. Los dispositivos que no figuren específicamente en esta lista pueden ser elegibles con arreglo a este protocolo, siempre que se obtenga la aprobación por escrito de la Reserva. Las antorchas pasivas se consideran dispositivos de destrucción no calificativos.

² 5to Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Disponible en https://climate-laws.org/documents/5to-informe-bienal-de-actualizacion-ante-la-convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-cambio-climatico_40fc?id=chile-biennial-update-report-bur5_a86d

³ Disposición final de residuos sólidos. Rellenos sanitarios, vertederos y basurales. Asesoría técnica parlamentaria. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Marzo 2023. Disponible en: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/34063/1/BCN_Disposicion_final_de_residuos_solidos_Chile_2023_FINAL.pdf

Un relleno sanitario elegible es uno que:

1. No está sujeto a regulaciones u otros requisitos legales que requieran la destrucción del gas metano; y
2. No es un biorreactor, tal como se define por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés): "un relleno sanitario municipal (RSM) o parte de un relleno sanitario RSM donde cualquier líquido que no sea lixiviados (lixiviado incluye gas condensado de rellenos sanitarios) se agrega de forma controlada en la masa de residuos (a menudo en combinación de recirculación de lixiviados) para llegar a un contenido de humedad promedio mínimo de al menos 40 por ciento en peso para acelerar o mejorar la biodegradación anaeróbica (sin oxígeno) de los residuos"⁴; y
3. No agrega ningún líquido que no sea lixiviado en la masa de residuos de forma controlada.

El gas del relleno sanitario capturado podrá ser destruido *in situ*, transportado para su uso fuera del sitio (ej.: a través de las tuberías de transmisión o distribución), o utilizado como fuente de energía para los vehículos. Independientemente del uso que le den los desarrolladores del proyecto al gas del relleno sanitario capturado, para que el proyecto sea elegible y pueda registrar las reducciones de GEI bajo este protocolo, el destino final del metano debe ser su destrucción.

Los sistemas de recolección y destrucción del gas del relleno sanitario generalmente están compuestos por pozos de extracción, tuberías colectoras, bombas de vacío, y otras tecnologías que permiten y/o mejoran la recolección del gas del relleno sanitario y lo conducen a la tecnología de destrucción. En algunos rellenos sanitarios, el gas se destruye solo mediante un quemador. En el caso de proyectos que utilizan tecnologías de energía o calor de proceso para aprovechar el gas del relleno sanitario, como turbinas, motores recíprocos, calderas, calentadores u hornos, y celdas de combustible, estos dispositivos constituyen la tecnología de destrucción del gas. La mayoría de los proyectos que producen energía o calor de proceso también utilizan un quemador para destruir el gas durante los períodos en que el proyecto de utilización de gas está fuera de servicio por reparaciones o mantenimiento.

El arreglo para el uso directo por otro usuario final, que comprenda el entubado del gas de relleno sanitario para ser destruido en otras instalaciones o industrias, es también un proyecto aceptable para la destrucción del gas del relleno sanitario. Para los casos de uso directo, los acuerdos entre el desarrollador del proyecto y el usuario final del gas de relleno sanitario (ej: un cliente industrial que compra el gas de relleno sanitario al desarrollador del proyecto), deben incluir una cláusula legalmente vinculante que asegure que las reducciones de GEI no serán reclamadas por más de una parte.

Además de reducir el metano, la instalación y operación de un sistema de recolección y destrucción de gas de relleno sanitario puede afectar las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono y metano asociadas con el consumo de electricidad y combustibles fósiles. Dependiendo de las circunstancias particulares del proyecto, este efecto puede aumentar o disminuir las emisiones operativas de GEI. La Sección 4, Límites de Estimación de los GEI, describe el alcance del marco de registro.

⁴ 40 CFR 63.1990 and 40 CFR 258.28a.

2.3 El Desarrollador del Proyecto

El "Desarrollador del Proyecto (DP)" es una entidad que tiene una cuenta activa en la Reserva, presenta un proyecto para ser anunciado y registrado con la Reserva y es responsable de todos los reportes y de las verificaciones del proyecto. Los desarrolladores del proyecto pueden ser operadores de instalaciones de rellenos sanitarios, desarrolladores del proyecto de gases de efecto invernadero u otras entidades tales como municipios o las empresas de gestión de residuos. El desarrollador de proyecto debe tener la propiedad clara de las reducciones de GEI del proyecto. La propiedad de las reducciones de GEI debe establecerse mediante un título claro y explícito, como por ejemplo a través de un contrato legal para transferir los derechos de las reducciones de emisiones de GEI del proyecto a otra entidad.

Cada vez que se verifica un proyecto, el desarrollador del proyecto debe certificar que no haya otras entidades informando o reclamando (por ejemplo, para fines de reporte voluntario o cumplimiento regulatorio) las reducciones de gases de efecto invernadero causadas por el proyecto, mediante la firma del Formato de Declaración de Propiedad de la Reserva.⁵ La Reserva no emitirá Toneladas de Reserva Climática(CRTs por sus siglas en ingles) para reducciones de gases de efecto invernadero que sean reportadas o reclamadas por entidades que no sean los desarrolladores del proyecto (por ejemplo, generadores de residuos, rellenos sanitarios o municipios no designados como el desarrollador del proyecto).

2.4 Otras Actividades para la Reducción de GEI en el Sector de los Residuos Sólidos

La Reserva reconoce que los desarrolladores de proyectos pueden implementar una variedad de actividades relacionadas con la recolección, transporte, clasificación, reciclaje y eliminación de residuos sólidos; instalar tecnología para capturar y destruir el metano de los rellenos sanitarios es uno de los muchos proyectos de reducción de gases de invernadero que pueden darse en el sector de los residuos sólidos.

Sin embargo, las actividades para reducir los GEI no relacionadas con la instalación de un sistema de recolección y destrucción de gas de relleno sanitario no se incluyen dentro de la definición de proyecto de reducción de GEI de este protocolo. Asimismo, la producción de energía para la red eléctrica, que deriva en el reemplazo de las emisiones de GEI de las plantas de energía que operan con combustible fósil, constituye una actividad del proyecto de GEI complementaria y diferente a la destrucción del gas metano de los rellenos sanitarios y no está incluida en este momento dentro del marco de registro de este protocolo.

⁵ Formato de Declaración de Propiedad, disponible en: <https://www.climateactionreserve.org/es/how/program-resources/forms/>

3 Reglas de Elegibilidad

Los desarrolladores de proyectos que utilizan este protocolo deben cumplir con las siguientes reglas de elegibilidad para registrar las reducciones con la Reserva. Estos criterios se aplican solo a los proyectos que se ajustan a la definición de proyecto de reducción de GEI definido en la sección 2.

Regla de Elegibilidad I:	Lugar	→	<i>Chile</i>
Regla de Elegibilidad II:	Fecha de Inicio del Proyecto	→	<i>No más de doce meses antes de la presentación del proyecto</i>
Regla de Elegibilidad III:	Periodo de Acreditación	→	<i>Las reducciones de emisiones sólo pueden reportarse durante el periodo de acreditación; el periodo de acreditación puede renovarse dos veces</i>
Regla de Elegibilidad IV:	Adicionalidad	→	<i>Cumplir el estándar de desempeño</i>
		→	<i>Evite exceder límites del apilamiento de créditos</i>
		→	<i>Superar los requisitos legales</i>
Regla de Elegibilidad V:	Cumplimiento Regulatorio	→	<i>Cumplir los requisitos regulatorios</i>

3.1 Lugar

Todos los proyectos en rellenos sanitarios localizados en Chile son elegibles para registrar reducciones en la Reserva.

3.2 Fecha de Inicio del Proyecto

La fecha de inicio del proyecto deberá ser definida por el desarrollador del proyecto, pero debe ser de no más de 90 días después de que el gas del relleno sanitario sea destruido primero en un dispositivo de destrucción del proyecto, independientemente de si hay suficientes datos de monitoreo disponibles para reportar las reducciones. La fecha de inicio se define en relación con la destrucción de metano, no por otras actividades que puedan estar asociadas con el inicio del proyecto o su desarrollo.

Los proyectos están obligados a ser presentados dentro de 12 meses de estar en funcionamiento.⁶ Aquellos que no sean presentados dentro de este período de 12 meses se considerarán no adicionales y serán excluidos de ser elegibles. Siempre pueden proponerse proyectos para ser presentados por la Reserva antes de su fecha de inicio.

Los proyectos con destrucción previa que han estado inactivos podrían ser autorizados a volver a entrar en línea bajo el Protocolo de Relleno Sanitario de Chile siempre y cuando el desarrollador del proyecto pueda demostrar que el proyecto aún puede ser considerado adicional. La Reserva se reserva el derecho de determinar si el proyecto es elegible. Póngase

⁶ Un proyecto se considera "presentado" cuando el desarrollador del proyecto haya finalizado y presentado el formulario de Presentación del Proyecto, disponible en el sitio Web de la Reserva.

en contacto con la Reserva antes de presentar el proyecto para determinar la elegibilidad de un proyecto inactivo.

3.3 Período de Acreditación del Proyecto

La Reserva emitirá CRTs para reducciones de gases de efecto invernadero que se cuantifiquen y verifiquen conforme a este protocolo, por un período de diez años contados desde la fecha de inicio del proyecto. El periodo de acreditación del proyecto comienza en la fecha de inicio del proyecto, independientemente de si se dispone de datos de monitoreo suficientes para verificar las reducciones de GEI. Sin embargo, la Reserva dejará de emitir CRTs para reducciones de gases de efecto invernadero si en cualquier momento en el futuro la destrucción de gas de rellenos sanitarios es legalmente requerida en el relleno sanitario. Si un proyecto elegible ha comenzado la operación en un relleno sanitario que más tarde estará sujeto a una regulación, ordenanza o condición permitente que requiera la instalación y operación de un sistema de control de gases de rellenos sanitarios, la Reserva emitirá CRTs para las reducciones de gases de efecto invernadero alcanzadas hasta la fecha en que el sistema de control de gases de rellenos sanitarios está legalmente obligado a estar en funcionamiento.

Al finalizar del primer período de acreditación del proyecto un desarrollador de proyecto puede solicitar elegibilidad bajo otro período de acreditación de 10 años, debe hacerlo no antes de seis meses antes del final del período de acreditación anterior.

Un proyecto puede ser elegible para un renovar período de acreditación incluso si el proyecto no ha mantenido una información continua hasta el momento de solicitar la renovación del período de acreditación, siempre que el desarrollador del proyecto elija tomar un período de reporte de cero créditos para cualquier período en el que no se haya mantenido una información continua⁷. El período de acreditación renovado comenzará el día siguiente a la fecha de finalización del período de acreditación anterior. Un proyecto sólo puede solicitar un máximo de tres períodos de acreditación.

3.4 Adicionalidad

La Reserva se esfuerza para apoyar sólo los proyectos que produzcan excedentes de reducciones de GEI que sean adicionales a lo que podría haber ocurrido de lo contrario. Esto significa, las reducciones son más allá de "negocios como de costumbre," el caso de la línea base. Los desarrolladores del proyecto cumplen la norma de elegibilidad de "adicionalidad" aprobando dos pruebas:

1. La Prueba del Estándar de Desempeño
2. La Prueba de Requerimiento Legal

3.4.1 La Prueba del Estándar de Desempeño

Los desarrolladores de proyectos pasarán la Prueba del Estándar de Desempeño cuando alcancen un umbral de desempeño para todo el programa (es decir, un estándar de desempeño establecido de antemano aplicable a todos los proyectos de rellenos sanitarios). El umbral de desempeño representa "un desempeño mejor que el habitual." Si el proyecto alcanza este umbral, entonces excederá el desempeño habitual y generará reducciones de GEI adicionales o excedentes.

⁷ Véanse las orientaciones y los requisitos del periodo de reporte de crédito cero en el Manual del Programa de la Reserva, <http://www.climateactionreserve.org/how/program/program-manual/>.

Para este protocolo, la Reserva utiliza un umbral de cambio de prácticas que se enfoca en el escenario de la línea base y en los cambios realizados en el escenario del Proyecto. El desarrollador de proyectos pasará la Prueba del Estándar de Desempeño si se trata de una de las siguientes actividades:

1. Instalación de un sistema de recolección de gas de rellenos sanitarios y un nuevo dispositivo de destrucción calificativo en un relleno sanitario elegible donde el gas del relleno sanitario nunca ha sido recolectado y destruido de forma alguna antes de la fecha de inicio del proyecto.
2. Instalación de un nuevo dispositivo de destrucción calificativo en un relleno sanitario elegible donde actualmente se recolectan y ventilan el gas del relleno sanitario, pero nunca ha sido destruido de forma alguna antes de la fecha de inicio del proyecto.
3. Instalación de un nuevo dispositivo de destrucción calificativo en un relleno sanitario elegible donde el gas del relleno sanitario fue recogido y destruido en algún momento antes de la fecha de inicio del proyecto utilizando:
 - a. Un dispositivo de destrucción no calificativo (por ejemplo, llamada pasiva); o
 - b. Un dispositivo de destrucción que no es elegible bajo el protocolo (por ejemplo, un dispositivo de destrucción instalado antes de la fecha de inicio más temprana permitida o un dispositivo de destrucción instalado, con o sin medición, antes de la instalación de un nuevo dispositivo de destrucción).
4. Instalación de un nuevo sistema de recogida de gas en una celda (o celdas) físicamente distintas,⁸ en la que no se haya producido anteriormente ni la recogida, ni la destrucción de gas. El nuevo sistema de recogida también debe estar conectado a un sistema de destrucción de gas del relleno sanitario existente. El nuevo sistema de recogida debe tener su propio medidor que cumpla los requisitos de este protocolo. En este caso, puede existir más de un proyecto en un mismo relleno sanitario. La fecha de inicio de este proyecto no podrá ser superior a los 90 días siguientes al primer flujo de gas de relleno sanitario desde el nuevo sistema de recogida al sistema de destrucción, independientemente de la presencia de un medidor adecuado para la acreditación.

Los dispositivos de destrucción que fueron instalados temporalmente y utilizados sólo con fines piloto o de prueba, específicamente en previsión del proyecto de GEI, no serán considerados para determinar la elegibilidad o cuantificación del proyecto. Los dispositivos sólo podrán ser excluidos en virtud de esta disposición si fueron instalados como precursores directos de la actividad del proyecto con el fin de recopilar información o determinar la viabilidad del proyecto. Las pruebas piloto están limitadas a 9 meses. El desarrollador del proyecto deberá ponerse en contacto con la Reserva si prevé que las pruebas piloto durarán más de 9 meses. Deben presentarse pruebas verificables de esta intención y su duración, como facturas de los dispositivos, acuerdos de servicio o datos de seguimiento. Los cambios en la propiedad del relleno sanitario, o en la propiedad de los dispositivos de destrucción, no se tienen en cuenta a la hora de determinar las prácticas anteriores de gestión del gas del relleno sanitario. Si el gas del relleno sanitario ha sido recogido y destruido previamente (en las celdas del proyecto) por una parte distinta del desarrollador del proyecto, sigue calificándose como recogida y destrucción "anteriores".

⁸ La celda del relleno sanitario debe estar diseñada de tal manera que el gas no pueda migrar entre esa celda y otras celdas del relleno sanitario.

En los supuestos 1), 2) y 3) anteriores, la ampliación de un pozo existente constituye una ampliación del sistema y no el inicio de un nuevo proyecto. La ampliación de un campo de pozos es elegible como un proyecto nuevo e independiente sólo si cumple las condiciones descritas en el escenario (4). En estos casos, la ampliación de un pozo inicia un nuevo período de acreditación.

El umbral de cambio de práctica se aplica a partir de la fecha de inicio del proyecto y se evalúa durante la verificación inicial del proyecto.

Todos los proyectos que pasen esta prueba serán elegibles para registrar reducciones en la Reserva durante la vigencia del período de crédito del proyecto, aun cuando la Prueba del Estándar de Desempeño se modifique en la mitad del período. Si un proyecto se actualiza a una versión más reciente del protocolo para una verificación posterior, debe cumplir la Prueba del Estándar de Desempeño de esa versión del protocolo, aplicado a partir de la fecha de inicio original del proyecto. Si se presenta un proyecto para renovar el periodo de acreditación, este estará sujeto a la Prueba del Estándar de Desempeño en la versión más reciente del protocolo en ese momento, aplicado a partir de la fecha de inicio original del proyecto.

3.4.2 Límites a la acumulación de créditos

Cuando se buscan múltiples formas de créditos de incentivo para una misma actividad en una misma instalación o en un mismo terreno, con cierta coincidencia temporal entre los diferentes créditos o pagos, se habla de "apilamiento de créditos". Según este protocolo, el apilamiento de créditos se define como la recepción tanto de créditos de compensación como de otros tipos de créditos de mitigación para la misma actividad en áreas espacialmente superpuestas (es decir, en el mismo relleno sanitario). Los créditos de mitigación son cualquier instrumento emitido con el fin de compensar los impactos ambientales de otra entidad, como por ejemplo las emisiones de GEI, o el desplazamiento de las emisiones de combustibles fósiles a causa del transporte, por nombrar algunos.

Se recomienda encarecidamente a los desarrolladores de proyectos que se pongan en contacto con la Reserva lo antes posible cuando consideren la posibilidad de apilar créditos; además, deben informar cualquier pago de este tipo a la Reserva en el momento de la inclusión en la lista, así como también deben informar al organismo de verificación y a la Reserva en el momento de la verificación. La Reserva se reserva el derecho de determinar si se ha producido o se está produciendo el apilamiento de créditos, y si éste afectará a la elegibilidad del proyecto.

La Reserva ha identificado oportunidades de mercado para la transformación del gas de relleno sanitario en combustibles con alto contenido de unidad térmica británica en Btu, por sus siglas en inglés), u otros programas de combustibles o de certificados de energías renovables que brindan un incentivo suficiente para generar inquietudes sobre la adicionalidad. Tales oportunidades, en las que el incentivo del carbono es a menudo mayor que el proporcionado por la venta de créditos de compensación, revelan que la fuerza de estos incentivos está impulsando la inversión actual en proyectos de gas de rellenos sanitarios, y que dichos proyectos pueden considerarse "práctica común o business as usual", sin la presencia de la adicionalidad de ingresos por compensación de carbono⁹. Por lo tanto, los proyectos que reciban créditos de mitigación por convertir el gas de relleno sanitario en combustibles de alto contenido en Btu, u otros créditos de mitigación directamente relacionados con la actividad de

⁹ Para más información sobre el análisis de las pruebas de desempeño de la Reserva, véase la Anexo A.

proyecto no podrán recibir créditos de compensación durante el mismo período de tiempo en virtud de este protocolo.

Si un proyecto del relleno sanitario pasa a reportar bajo uno de estos estándares de combustible, pero desea recibir CRTs en futuros periodos de reporte, el proyecto debe mantener un reporte continuo con la Reserva bajo el Protocolo de Rellenos Sanitarios en Chile. Para mantener el reporte continuo, el desarrollador del proyecto debe presentar un formato de Reconocimiento y Elección del Periodo de Reporte de Cero Créditos y un reporte de monitoreo a más tardar seis meses después del final de cada periodo de reporte relevante bajo la otra norma de combustible.

3.4.3 La Prueba de Requerimiento Legal

Todos los proyectos deben pasar una Prueba de Requerimiento Legal para garantizar que las reducciones de GEI logradas por el proyecto no se habrían obtenido en virtud de los reglamentos y leyes federales, estatales o locales, u otros mandatos jurídicamente vinculantes. Los proyectos aprueban la Prueba de Requerimiento Legal cuando no hay leyes, estatutos, reglamentos, órdenes judiciales, acuerdos de mitigación ambiental, condiciones permitentes u otros mandatos jurídicamente vinculantes que requieran la destrucción del metano de gas del relleno sanitario en el lugar del proyecto. Para satisfacer la Prueba de Requerimiento Legal, los desarrolladores del proyecto deben presentar un formato de Declaración de Implementación Voluntaria firmada¹⁰ antes de la iniciación de las actividades de verificación cada vez que se verifique el proyecto. Además, el Plan de Monitoreo del proyecto (Sección 6) debe incluir los procedimientos que seguirá el desarrollador del proyecto para determinar y demostrar que el proyecto en todo momento pasa la Prueba de Requerimiento Legal.

Los rellenos sanitarios que actualmente recolecten y destruyan el gas del relleno sanitario para cumplir con los reglamentos u otros mandatos legales, o que actualmente, de acuerdo con los reglamentos u otros mandatos legales deban instalar un sistema de control de gas del relleno sanitario en el futuro, no son elegibles para registrar nuevos proyectos con la Reserva. Los rellenos sanitarios que actualmente recolecten y destruyan el gas del relleno sanitario para cumplir con los reglamentos u otros mandatos legales no son elegibles para registrar las reducciones de gases de efecto invernadero asociadas con la instalación previa de los sistemas de control de gas durante la expansión de rellenos sanitarios a nuevas celdas.

Si un proyecto elegible comienza sus operaciones en un relleno sanitario que más tarde está sujeto a una regulación, ordenanza o condición que requiere la instalación de un sistema de control de gas del relleno sanitario, las reducciones de gases de efecto invernadero pueden presentarse a la Reserva hasta la fecha en que la instalación de un sistema de control de gas de relleno sanitario está legalmente obligado a estar en funcionamiento. Asimismo, si se incluyen las emisiones de metano de los rellenos sanitarios bajo un límite de emisiones (por ejemplo, en virtud de un programa estatal o federal de límites máximos y comercio), las reducciones de las emisiones pueden también presentarse a la Reserva hasta la fecha en que el límite de emisiones tenga efecto.

3.5 Cumplimiento Normativo

Como un último requisito de elegibilidad, los desarrolladores del proyecto deben certificar que el proyecto cumple materialmente con todas las leyes aplicables (por ejemplo, aire, calidad del

¹⁰ Formulario de Verificación de Implementación Voluntaria, disponible en <http://www.climateactionreserve.org/how/projects/register/project-submittal-forms/>

agua, seguridad, etc.) antes de las actividades de verificación, comenzando cada vez que se verifique un proyecto (ver Apéndice A). Los desarrolladores del proyecto tienen que divulgar por escrito al verificador todos los casos de incumplimiento del proyecto con la ley. Si un verificador evidencia que un proyecto se encuentra en un estado de incumplimiento recurrente o incumplimiento que es el resultado de negligencia o intención, entonces no se emitirán los CRTs para las reducciones de gases de efecto invernadero que se produjeron durante el período de incumplimiento. El incumplimiento únicamente debido a problemas administrativos o de reporte, o debido a “actos de la naturaleza”, no afectarán la acreditación de CRT.

Cuando los proyectos estén ubicados en un mismo relleno sanitario y, en particular, cuando los proyectos compartan equipos o infraestructuras, corresponderá al desarrollador del proyecto demostrar que cualquier incumplimiento de la normativa en el sitio o emplazamiento no es relevante para todos los proyectos. Los desarrolladores de proyectos deben ponerse en contacto con la Reserva para tratar los posibles problemas de incumplimiento de la normativa.

3.6 Salvaguardas sociales y ambientales

La Reserva exige a los desarrolladores de proyectos que demuestren que sus proyectos de GEI no darán lugar a perjuicios medioambientales o sociales. Además, los proyectos de compensación pueden crear beneficios sociales y medioambientales a largo plazo y tienen el potencial de mejorar la calidad de vida de las comunidades cercanas, tanto en términos de aumento de los ingresos como de mantenimiento y mejora de las prácticas de relleno sanitario.

Este Protocolo incluye salvaguardas sociales y medioambientales específicas que deben tenerse en cuenta en el diseño del proyecto y aplicarse a lo largo de toda su vida para ayudar a garantizar que el proyecto tendrá resultados medioambientales y sociales positivos. Además, todos los proyectos deben cumplir el Manual del Programa de Compensación de la Reserva, incluida la sección sobre cumplimiento regulatorio, salvaguardas ambientales y sociales programáticas y completar herramienta de objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas. Las salvaguardas del protocolo tienen por objeto respetar los procesos de gobernanza internos, las costumbres y los derechos de los propietarios de los rellenos sanitarios, garantizando al mismo tiempo que los proyectos sean beneficiosos, tanto desde el punto de vista social como medioambiental. Las secciones sobre monitoreo, reporte y verificación (MRV) (secciones 7 y 8) especifican los criterios de verificación de cada una de estas salvaguardas y las consecuencias de no alcanzar los umbrales mínimos.

Los requisitos de las salvaguardas sociales incluyen:

1. Consentimiento libre, previo e informado (CLPI)
 - a. Los desarrolladores de proyectos deben tratar los siguientes temas con el operador del relleno sanitario antes de la aprobación del proyecto:
 - i. Concepto de cambio climático y mercados de carbono
 - ii. Requisitos asociados a los proyectos de rellenos sanitarios, incluido el MRV en curso
 - iii. Estimaciones de costes y beneficios asociados con el proyecto de rellenos sanitarios y la división de costes y distribución o reparto de beneficios
 - b. Una vez abordados los temas para dar cumplimiento al punto 1.a, las entidades que explotan rellenos sanitarios deberán aprobar el proyecto de relleno sanitario con arreglo al presente Protocolo y al desarrollador de proyecto. En el momento de la presentación del Proyecto se deberá entregar a la Reserva una carta firmada en la que conste su aprobación.

2. Notificación, participación y documentación continuas:
 - a. El desarrollador de proyecto deberá revisar anualmente con la entidad que explota el relleno sanitario los siguientes temas:
 - i. Actividades en curso del proyecto, incluida el MRV
 - ii. Créditos emitidos
 - iii. Acuerdo de compra, financiación del proyecto y acuerdos en curso de distribución de beneficios
 - b. La notificación y la documentación del proyecto deberán presentarse a la entidad que explota el relleno sanitario en un formato y con lenguaje adecuados para garantizar su comprensión.
3. Trabajo y seguridad: El desarrollador de proyecto debe dar fe de que el proyecto cumple materialmente todas las leyes aplicables, incluidas las leyes laborales o de seguridad. Véase la Sección 3.5 y Apéndice A para más información
4. Resolución de conflictos: La Reserva lleva a cabo un período de comentarios públicos de 30 días sobre todos los proyectos listados antes de su registro y cuenta con un proceso continuo de resolución de disputas. Consulte el Manual del Programa de Compensación de la Reserva y el sitio web para obtener más información sobre los procesos de consulta pública y resolución de conflictos programáticos y específicos de cada proyecto. Los proyectos que reciban quejas importantes no se registrarán hasta que se haya aprobado un plan satisfactorio de resolución de disputas. El operador u operadores y/o el desarrollador de proyecto deben dar fe de que disponen de títulos de propiedad de la totalidad de los límites del proyecto, incluidas todas las instalaciones del relleno sanitario directamente relacionadas con el proyecto de carbono.

Los requisitos de salvaguardas Ambientales incluyen

1. Calidad del aire y del agua: El desarrollador del proyecto debe atestiguar que el proyecto cumple sustancialmente todas las leyes aplicables, incluida la normativa medioambiental (por ejemplo, calidad del aire y del agua). Para más información, véase la Sección 3.5 Cumplimiento Normativo y el Leyes y Reglamentos.
2. Mitigación de contaminantes: Los proyectos deben diseñarse y ejecutarse para mitigar las posibles emisiones de contaminantes que puedan causar la degradación de la calidad del suelo, el aire y las aguas superficiales y subterráneas, como las descritas en el Apéndice A, y los desarrolladores de proyecto deben adquirir los permisos locales adecuados antes de la instalación para evitar la violación de todas las leyes aplicables.

4 Límites de Estimación de los GEI

El Límite de Estimación de los gases de efecto invernadero describe las fuentes, depósitos y sumideros (SSR, por sus siglas en inglés) que deben evaluarse por los desarrolladores del proyecto para determinar el cambio neto de las emisiones de GEI causadas por un proyecto de relleno sanitario.

El Límite de Estimación de los gases de efecto invernadero para el proyecto incluye a todas las fuentes de emisión desde la operación del sistema de recolección de gas de relleno sanitario hasta la destrucción definitiva del gas.

Las emisiones de CO₂ asociadas con la generación y destrucción del gas de relleno sanitario son consideradas emisiones biogénicas¹¹ (a diferencia de a las emisiones antropogénicas) y no se incluirán en el cálculo de reducción de GEI. Esto es consistente con los lineamientos del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) para el gas del relleno sanitario.¹²

Este protocolo no contabiliza las reducciones de CO₂ asociadas con el desplazamiento de la electricidad que es generada por combustibles fósiles y es suministrada por red y ni el reemplazo de gas natural. Esta actividad de desplazamiento se clasifica como actividad de reducción indirecta de emisiones, debido a que el cambio en las emisiones de GEI se produce en fuentes que pertenecen y son controladas por el productor de energía o el usuario final del gas natural. Capturar y utilizar el metano, para desplazar la electricidad de base fósil de la red o el gas natural de los sistemas de distribución de gas, podrían llegar a considerarse como proyectos de reducción de GEI complementarios y separados, pero no se incluyen en los límites del presente protocolo¹³.

La Figura 4-1 Ilustración General del Límite de Estimación de los GEI a continuación proporciona una ilustración general del Límite de Estimación del Gases de Efecto Invernadero, indicando qué SSRs están incluidos o excluidos del límite. Todos los SSRs dentro de la línea punteada se contabilizan en virtud del presente protocolo.

La Tabla 4.1 proporciona más detalles sobre cada SSR y proporciona justificación para la inclusión o exclusión de SSRs y gases del Límite de Estimación de Gases de Efecto Invernadero.

¹¹ El fundamento es que el dióxido de carbono emitido durante la combustión representa el dióxido de carbono que se habría emitido durante la descomposición natural del residuo sólido. Las emisiones del sistema de control del gas de relleno sanitario no producen un aumento neto del dióxido de carbono en la atmósfera ya que son, teóricamente, equivalentes al dióxido de carbono absorbido durante el crecimiento de la planta.

¹² Guía de Prácticas Recomendadas y Manejo de Incertidumbres en los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero del IPCC; p.5.10, nota al pie.

¹³ La Reserva recomienda que los proyectos de valorización del gas de relleno sanitario para combustibles bajos en carbono, inyección en gasoductos o electricidad realicen pruebas biogénicas para garantizar que el contenido del biogás es suficiente para su uso final; sin embargo, no es un requisito para el proyecto de carbono en virtud de este protocolo.

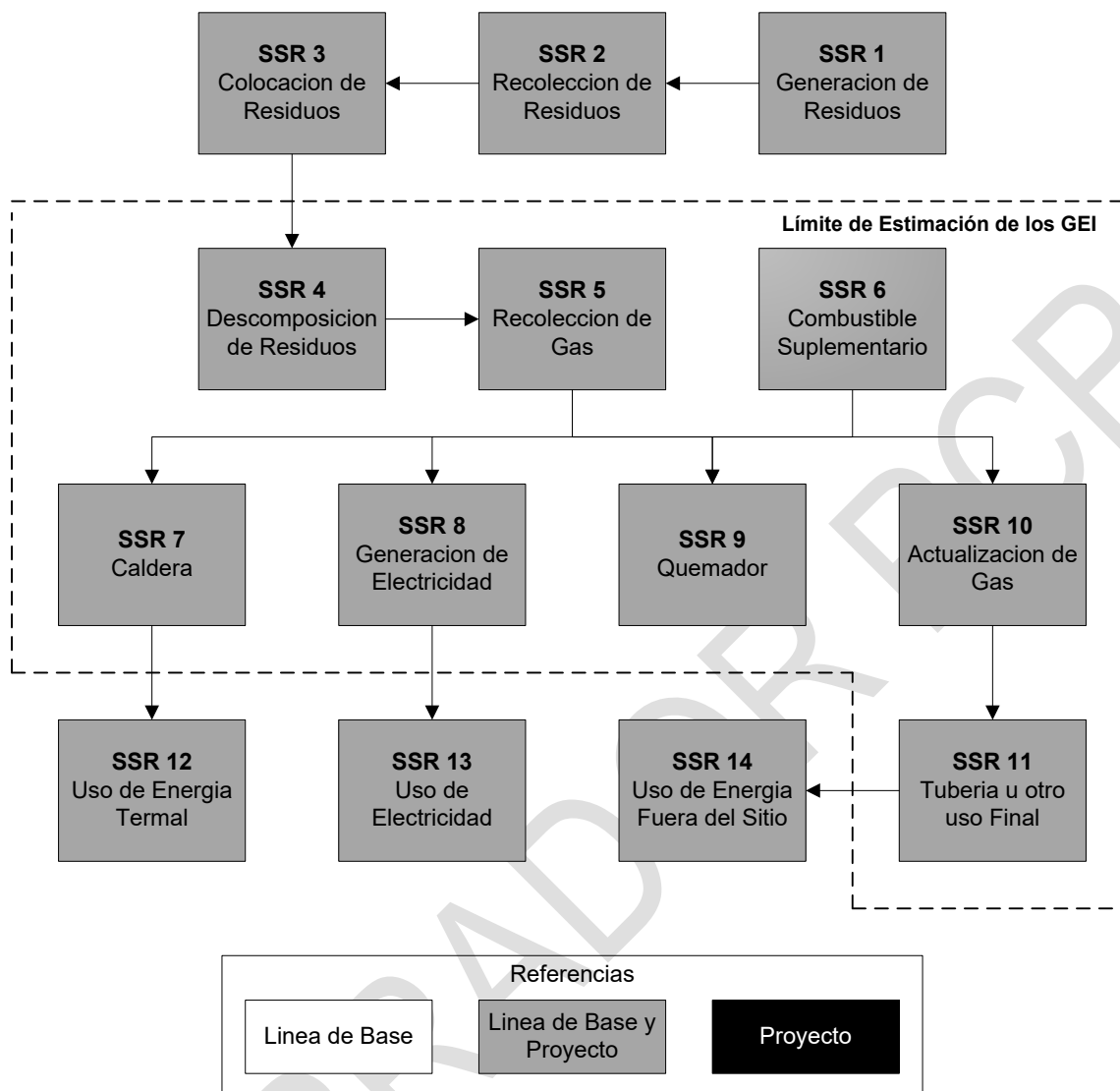


Figura 4-1 Ilustración General del Límite de Estimación de los GEI

Tabla 4.1 Resumen de Fuentes, Depósitos y Sumideros (SSR) Identificados

SSR	Fuente	Gas	Pertinentes a la Línea de Base (B) o Proyecto (P)	Incluido/Excluido	Justificación/Explicación
1	Emisiones del Generador de Residuos	N/A	B, P	Excluido	Se asume que las emisiones de gases de efecto invernadero de esta fuente son iguales en los escenarios de línea base y de proyecto
2	Emisiones del Recolector de Residuos	CO ₂	B, P	Excluido	Se asume que las emisiones de gases de efecto invernadero de esta fuente son iguales en los escenarios de línea base y de proyecto
		CH ₄		Excluido	Se asume que las emisiones de gases de efecto invernadero de esta fuente son iguales en los escenarios de línea base y de proyecto
		N ₂ O		Excluido	Se asume que las emisiones de gases de efecto invernadero de esta fuente son iguales en los escenarios de línea base y de proyecto
3	Emisiones de Actividades de Colocación de Residuos	CO ₂	B, P	Excluido	Se asume que las emisiones de gases de efecto invernadero de esta fuente son iguales en los escenarios de línea base y de proyecto
		CH ₄		Excluido	Se asume que las emisiones de gases de efecto invernadero de esta fuente son iguales en los escenarios de línea base y de proyecto
		N ₂ O		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es igual en los escenarios de línea base y de proyecto
4	Emisiones de Descomposición de Residuos en Rellenos Sanitarios	CO ₂	B, P	Excluido	Las emisiones biogénicas de CO ₂ están excluidas
		CH ₄		Incluido	La principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero en la línea base. Calculado según la destrucción en dispositivos de destrucción de línea base y proyecto
5	Emisiones del Sistema de Recolección de Gas	CO ₂	P	Incluido	Los proyectos de rellenos sanitarios resultan en emisiones de CO ₂ asociadas con la energía utilizada para la recolección y tratamiento de gases de rellenos sanitarios
		CH ₄		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
		N ₂ O		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
	Emisiones de Sistema Límite de Recolección de Gas	CO ₂	B	Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
		CH ₄		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña

SSR	Fuente	Gas	Pertinentes a la Línea de Base (B) o Proyecto (P)	Incluido/ Excluido	Justificación/Explicación
		N ₂ O		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
6	Emisiones de Combustible Suplementario	CO ₂	P	Incluido	Los proyectos de rellenos sanitarios pueden requerir el uso de combustibles fósiles suplementarios, resultando en nuevas emisiones de gases de efecto invernadero importantes
		CH ₄		Incluido	Calculado según la eficiencia de la destrucción de dispositivo de destrucción
		N ₂ O		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
	Emisiones de Combustible Suplementario Límite	CO ₂	B	Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
		CH ₄		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
		N ₂ O		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
7	Emisiones de Destrucción de Caldera Gas de Rellenos Sanitarios	CO ₂	B, P	Excluido	Las emisiones biogénicas de CO ₂ están excluidas
		CH ₄		Incluido	Calculado en referencia a la eficiencia de destrucción
		N ₂ O		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
8	Emisiones de Generación de Electricidad Gas de Rellenos Sanitarios	CO ₂	B, P	Excluido	Las emisiones biogénicas de CO ₂ están excluidas
		CH ₄		Incluido	Calculado en referencia a la eficiencia de destrucción
		N ₂ O		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
9	Emisiones de Destrucción de Llamada Gas de Rellenos Sanitarios	CO ₂	B, P	Excluido	Las emisiones biogénicas de CO ₂ están excluidas
		CH ₄		Incluido	Calculado en referencia a la eficiencia de destrucción
		N ₂ O		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
10	Emisiones de Actualización de Gas de Rellenos Sanitarios	CO ₂	B, P	Incluido	Proyectos de rellenos sanitarios pueden resultar en las emisiones de gases de efecto invernadero de energía adicional utilizada para actualizar gases de rellenos sanitarios
		CH ₄		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña
		N ₂ O		Excluido	Se asume que esta fuente de emisión es muy pequeña

SSR	Fuente	Gas	Pertinentes a la Línea de Base (B) o Proyecto (P)	Incluido/ Excluido	Justificación/Explicación
11	Emisiones de Gasoducto de Gas de Rellenos Sanitarios u Otro Destino Final de NG	CO ₂	B, P	Excluido	Las emisiones biogénicas están excluidas
		CH ₄		Incluido	Calculado en referencia a la eficiencia de destrucción
		N ₂ O		Excluido	Se asume ser muy pequeño
12	Uso de la Energía Térmica Generada	CO ₂	B, P	Excluido	Este protocolo no cubre los desplazamientos de las emisiones de gases de efecto invernadero del uso de energía térmica generada por el Gas de Rellenos Sanitarios
13	Uso de la Electricidad Generada	CO ₂	B, P	Excluido	Este protocolo no cubre los desplazamientos de las emisiones de gases de efecto invernadero del uso de electricidad generada por Gas de Rellenos Sanitarios
14	Uso de Energía Térmica o Energía de NG Entregado por Tubería	CO ₂	B, P	Excluido	Este protocolo no cubre los desplazamientos de las emisiones de gases de efecto invernadero del uso de Gas de Rellenos Sanitarios entregado a través de tuberías u otros usos finales

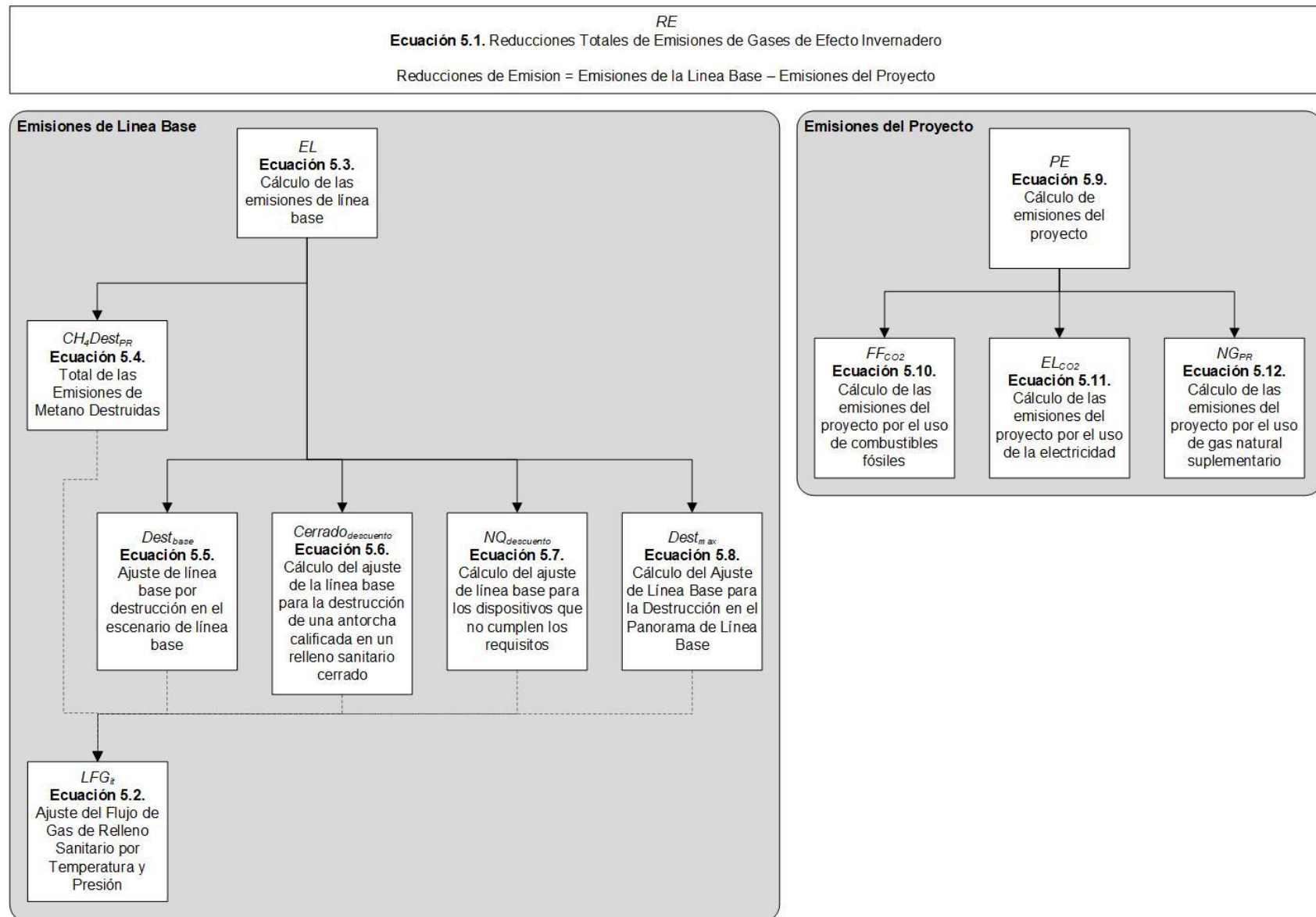
5 Cuantificación de Reducciones de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero de un proyecto de rellenos sanitarios se cuantifica mediante la comparación de las emisiones del proyecto reales a las emisiones de línea base en el relleno sanitario. Las emisiones de línea base son una estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de fuentes dentro de los Límites de Evaluación de Gases de Efecto Invernadero (véase la Sección 4) que hubieran ocurrido en la ausencia del proyecto de rellenos sanitarios. Las emisiones del proyecto son las emisiones de gases de efecto invernadero reales que ocurren en las fuentes dentro del Límite de Estimación de Gases de Efecto Invernadero. Las emisiones del proyecto deben sustraerse de las emisiones de línea base para cuantificar las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero netas totales del proyecto (Ecuación 5.1).

Las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero deben ser cuantificadas y verificadas por lo menos una vez al año. Los desarrolladores del proyecto pueden elegir cuantificar y verificar las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero de manera más frecuente, si así lo desean. La longitud de tiempo durante la cual las reducciones de las emisiones los gases de efecto invernadero son cuantificadas y verificadas se denomina el “período de reporte.”

Los cálculos proporcionados en este protocolo se derivan de metodologías aceptadas internacionalmente.¹⁴ Los desarrolladores del proyecto deben utilizar los métodos de cálculos proporcionados en este protocolo para determinar la línea base y las emisiones de GEI del proyecto para cuantificar las reducciones de emisión de GEI. Notar que todos Los valores numéricos en este protocolo están expresados en formato anglosajón: coma (",") para miles, punto (".") para decimales

¹⁴ El método de cálculo de la reducción de gases de efecto invernadero de la Reserva se deriva de los Mecanismo del Protocolo de Kioto de Desarrollo Limpio (V.6 ACM0001 y AM0053 V.1), el Programa de Líderes del Clima de la EPA (Protocolo de desplazamiento de rellenos sanitarios, octubre de 2006), la Metodología de Servicios de gas de Invernadero de Rellenos Sanitarios de GE AES V.1 y la Regla de Modelo RGGI (05 de enero de 2007).

**Figura 5-1** Organigrama para las Ecuaciones de la Sección 5

Ecuación 5.1. Reducciones Totales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

$ER = BE - PE$		
<i>Donde,</i>		<u>Unidades</u>
ER	= Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de la actividad de proyecto durante el período de reporte	tCO ₂ e
BE	= Emisiones de línea base durante el período de reporte	tCO ₂ e
PE	= Emisiones del proyecto durante el período de reporte	tCO ₂ e

Si algunos de los equipos de medición de la corriente de gas del relleno sanitario no se corrigen internamente para la temperatura y la presión del gas del relleno sanitario, la presión separada y las mediciones de la temperatura deben utilizarse para corregir la medición de flujo. Los valores corregidos deben utilizarse en todas las ecuaciones de esta sección. La Ecuación 5.2 sólo se aplican si los equipos de medición de la corriente de gas del relleno sanitario no se corrigen internamente la temperatura y la presión.

Ecuación 5.2. Ajuste del Flujo de Gas de Relleno Sanitario por Temperatura y Presión

$LFG_{i,t} = LFG_{no\ ajustados} \times \frac{273.15}{T} \times \frac{P}{1}$		
<i>Donde,</i>		<u>Unidades</u>
LFG _{i, t}	= Volumen ajustado de gas de relleno sanitario recolectado para el intervalo de tiempo determinado, medido a 0°C (273,15 K) y 1 atm	m ³
LFG _{no ajustados}	= Volumen no ajustado de gas de relleno sanitario recolectado para el intervalo de tiempo determinado	m ³
T	= Temperatura del gas de relleno sanitario medida para el período de tiempo determinado (K = °C + 273,15)	K
P	= Presión del gas de relleno sanitario medida para el intervalo de tiempo determinado	atm
Nota: Los valores numéricos en esta fórmula están expresados en formato anglosajón: coma (",") para miles, punto (".") para decimales. Ej.: 1,000.75 = mil con setenta y cinco centésimos.		
P	= Presión del gas de relleno sanitario medida para el intervalo de tiempo determinado	atm
Nota: Los valores numéricos en esta fórmula están expresados en formato anglosajón: coma (",") para miles, punto (".") para decimales. Ej.: 1,000.75 = mil con setenta y cinco centésimos.		

5.1 Cuantificando las Emisiones de Línea Base

Para este protocolo, no se requiere la realización de los cálculos tradicionales de las Emisiones de Línea Base para cuantificar las reducciones de metano. El escenario base presume que todas las emisiones no controladas de metano son liberadas a la atmósfera excepto por la parte de metano que las bacterias oxidarían en el suelo de los rellenos sanitarios sin cobertura, de no existir el proyecto.¹⁵ También se requiere una deducción que considera el metano que se destruirá para garantizar condiciones de seguridad tanto en el interior como en los alrededores del sitio en conformidad con lo dispuesto en el Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios Ministerio de Salud (Decreto No189/2005)¹⁶, del Ministerio de Salud (ver Apéndice A). Si bien dicho decreto no establece un porcentaje específico, para efectos de este protocolo se adopta como referencia el límite inferior de explosividad (LIE)¹⁷ del metano, conforme a lo señalado en las normas de seguridad industrial y en las hojas de datos de seguridad del gas metano.

El factor de descuento en concordancia del decreto 189 se establece en base de Como se menciona en la Sección 3.4.1, los proyectos están agrupados en dos categorías dependiendo del estado de la línea base del relleno sanitario antes del proyecto y al nivel de manejo del gas del relleno sanitario. Estas categorías requieren de una metodología diferente para el cálculo de las Emisiones de Línea Base relevantes.

1. Los rellenos sanitarios en los que no se ha realizado destrucción antes de la implementación del proyecto deben deducir a partir de las Emisiones de Línea Base lo siguiente:
 - a. La cantidad de metano que habría sido oxidada por las bacterias del suelo en ausencia del proyecto. La cantidad de Metano que habría de ser destruida para garantizar condiciones de seguridad tanto en el interior como en los alrededores del sitio en conformidad con lo dispuesto en el Decreto No189/2005 del Ministerio de Salud.
2. Los rellenos sanitarios donde se realizó la recolección y/o destrucción previa con un dispositivo de destrucción no calificado deben deducir de las emisiones de línea base lo siguiente:
 - a. La cantidad de metano que habría sido oxidada por las bacterias del suelo en ausencia del proyecto.
 - b. La cantidad de metano destruido por el dispositivo de destrucción no cualificado (Ecuación 5.7).
 - c. La cantidad de Metano que habría de ser destruida para garantizar condiciones de seguridad tanto en el interior como en los alrededores del sitio

¹⁵ Los rellenos sanitarios que incorporan cobertura sintética como parte de los sistemas de cobertura final deben utilizar un índice de oxidación de metano por defecto igual a 0. Para todos los demás rellenos sanitarios, con cobertura natural, se debe utilizar un factor de oxidación de metano del 10%. Una pequeña porción del metano generado en los rellenos sanitarios (aproximadamente el 10%) se oxida naturalmente a dióxido de carbono por medio de las bacterias metanotróficas de la cobertura natural de los rellenos sanitarios manejados correctamente. El factor del 10% se basa en los lineamientos del año 2006 del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). La Reserva está monitoreando las actualizaciones de los factores de oxidación a nivel internacional, incluida la metodología del Mecanismo del Artículo 6.4 recientemente aprobada (A6.4-MEP000-A02) y puede realizar cambios futuros según sea necesario.

¹⁶ Decreto supremo. N.º 189/2005 del Ministerio de Salud, Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios. Publicado en el Diario Oficial de la República de Chile el 12 de enero de 2006.

¹⁷ Fred N. Kissell, Hechos sobre el metano que son importantes para la seguridad (Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), 2006), p. 32.

en conformidad con lo dispuesto en el Decreto No189/2005 del Ministerio de Salud.

3. Los rellenos sanitarios en donde se realizó la recolección y la destrucción previa con un dispositivo de destrucción calificado deben deducir de las emisiones de línea base lo siguiente:
 - a. La cantidad de metano que las bacterias del suelo habrían oxidado de no haber existido el proyecto
 - b. La cantidad de metano que se habría destruido si el dispositivo de destrucción utilizado con anterioridad al proyecto hubiera operado a su máxima capacidad (Ecuación 5.8).
 - c. La cantidad de Metano que habría de ser destruida para garantizar condiciones de seguridad tanto en el interior como en los alrededores del sitio en conformidad con lo dispuesto en el Decreto No189/2005 del Ministerio de Salud.
4. Los rellenos sanitarios cerrados donde la recolección y la destrucción previa tuvieron lugar en una antorcha calificada deben deducir de las emisiones de línea base lo siguiente:
 - a. La cantidad de metano que habría sido oxidada por las bacterias del suelo en ausencia del proyecto.
 - b. La cantidad de metano recogida por los pozos de gas del relleno sanitario antes del proyecto y destruida por la antorcha de calificación (Ecuación 5.6).
 - c. Ecuación 5.6).
 - d. La cantidad de Metano que habría de ser destruida para garantizar condiciones de seguridad tanto en el interior como en los alrededores del sitio en conformidad con lo dispuesto en el Decreto No189/2005 del Ministerio de Salud.
5. Los proyectos en los que un GCSS existente se conecte a una nueva celda de vertido que anteriormente no estaba afectada por el GCSS deberán deducir de las emisiones de referencia lo siguiente:
 - a. La cantidad de metano que habría sido oxidada por las bacterias del suelo en ausencia del proyecto.
 - b. En caso de recogida y destrucción previa de metano de esta celda (distinta de la del GCSS del proyecto), se deducirá la cantidad de metano que corresponda según la orientación de los puntos 2 a 4 anteriores, dependiendo de cuál sea pertinente.
 - c. La cantidad de Metano que habría de ser destruida para garantizar condiciones de seguridad tanto en el interior como en los alrededores del sitio en conformidad con lo dispuesto en el Decreto No189/2005 del Ministerio de Salud.

Estas condiciones garantizan que las reducciones resultantes del proyecto de GEI puedan ser contabilizadas independientemente de la recolección y destrucción actual. Sólo el gas de relleno sanitario destruido por encima de la cantidad resultante del sistema de recolección y destrucción utilizado en la línea base es considerado adicional (es decir, aquellas reducciones resultantes de la implementación de un nuevo proyecto de reducción de GEI).

Como ya se ha mencionado, las operaciones de los rellenos sanitarios que cumplen con la definición de bio-reactor de la EPA de los EE. UU. no son elegibles para utilizar este protocolo debido a que no se conocen con certeza los efectos que puede tener el bio-reactor sobre las emisiones fugitivas de metano con relación a las condiciones del escenario base.

Este protocolo registra la diferencia en el consumo eléctrico entre la línea base y el proyecto, asumiendo que no hay consumo eléctrico en la línea base y deduciendo de las reducciones de emisiones anuales del proyecto las emisiones indirectas de CO₂ anuales debido a la actividad del proyecto.

Ecuación 5.3. Cálculo de las Emisiones de Línea Base

$BE = [(CH_4Dest_{PR}) \times PCG \times (1 - OX) \times (1 - DF) \times (1 - Dec_{discount})] - Dest_{base} \times (1 - OX)$		
<i>Donde,</i>		<u>Unidades</u>
BE	= Emisiones de gases de efecto invernadero de totales de línea base	tCO ₂ e
CH ₄ Dest _{PR}	= Las emisiones totales de metano destruidas por el sistema de recolección y destrucción de gas de rellenos sanitarios del proyecto: ver Ecuación 5.4	tCH ₄
PCG	= Factor Potencial de Calentamiento Global de metano al equivalente de dióxido de carbono ¹⁸	tCO ₂ e / tCH ₄
OX	= Factor de oxidación de metano por las bacterias del suelo en la línea base. Es igual a 0,10 para todos los rellenos sanitarios excepto aquellos que incorporan un revestimiento sintético a lo largo de toda el área de los sistemas de cobertura final donde OX = 0	
Dest _{base}	= Ajuste para justificar el dispositivo de destrucción de Gas de Rellenos Sanitarios de línea base (véase Ecuación 5.8). Es igual a cero si no hay un sistema de destrucción de Gas de Rellenos Sanitarios previsto en el lugar antes de la ejecución del proyecto	tCO ₂ e
DF	= Factor de descuento para tener en cuenta las incertidumbres asociadas con el proyecto de monitoreo de equipos (véase Ecuación 5.8). Igual a cero si se utiliza un monitor de metano continuo.	
Dec _{discount}	= Factor de descuento para asegurar condiciones de seguridad Decreto No189/2005 = 0.05	
Nota: Los valores numéricos en esta fórmula están expresados en formato anglosajón: coma (",") para miles, punto (".") para decimales. Ej.: 1,000.75 = mil con setenta y cinco centésimos.		

¹⁸ Consulte la Sección 2.6.1 del Manual del Programa de la Reserva para conocer el valor de PCG más actualizado que debe utilizar.

El término CH_4Dest_{PR} representa la cantidad de metano destruida por el proyecto. Este término se calcula de acuerdo con la Ecuación 5.4

Ecuación 5.4. Total de las Emisiones de Metano Destruídas

$$CH_4Dest_{PR} = \sum_i (CH_4Dest_i) \times (0.717 \times 0.001)$$

Donde,

		<u>Unidades</u>
CH_4Dest_{PR}	= Total de metano destruido por el sistema de recolección y destrucción de gas rellenos sanitarios del proyecto durante el período de reporte	tCH ₄
CH_4Dest_i	= Cantidad neta de metano destruida por dispositivo de destrucción i (llamaradas, motor, caldera, actualización, etc.) durante el período de reporte	m ³
0.717	= Densidad del metano en condiciones normales, 0°C, 1 atm	kgCH ₄ / m ³ CH ₄
0.001	= Factor de conversión	tCH ₄ / kgCH ₄

Y,

$$CH_4Dest_i = Q_i \times DE_i$$

Donde,

		<u>Unidades</u>
CH_4Dest_i	= Cantidad neta de metano destruida por el dispositivo i durante el período de reporte	m ³
Q_i	= Cantidad total de metano de los rellenos sanitarios enviada al dispositivo de destrucción i durante el período de reporte	m ³
DE_i	= Eficiencia de destrucción de metano por defecto para dispositivo i. ^{19,20} Véase el Apéndice B de Factores Predeterminados	

Nota: Los valores numéricos en esta fórmula están expresados en formato anglosajón: coma (",") para miles, punto (".") para decimales. Ej.: 1,000.75 = mil con setenta y cinco centésimos.

¹⁹ Si está disponible, se debe utilizar la eficiencia de destrucción de metano comprobada en sitio en lugar de la eficiencia de destrucción de metano por defecto. De lo contrario, los desarrolladores de proyectos tienen la opción de utilizar tanto las eficiencias de destrucción del metano por defecto, como las eficiencias de destrucción del metano específicas provistas por un proveedor de servicios de comprobación en sitio acreditado por un organismo estatal o local, para cada uno de los dispositivos utilizados en el caso del proyecto. Las pruebas de eficiencia de destrucción de metano específicas del emplazamiento deben realizarse cada 12 meses. Para más información, véase el apéndice C.

²⁰ Las eficiencias de destrucción por defecto para encerrada bengalas y dispositivos de generación de electricidad se basan en un conjunto preliminar de datos de prueba de origen real proporcionados Distrito de Gestión de la Calidad del Aire del Bay Area. Los valores predeterminados de la eficiencia de destrucción son el menor del percentil veinticinco de los datos proporcionados o 0.995. Estas eficiencias de destrucción por defecto pueden ser actualizadas como más datos de prueba de origen estará disponibles para la Reserva.

Ecuación 5.4. Continuación

Y,		
$Q_i = \sum_t [LFG_{i,t} \times PR_{CH_4,t}]$		
Donde,		<u>Unidades</u>
Q_i	= Cantidad total de metano de los rellenos sanitarios enviada al dispositivo de destrucción i durante el período de reporte	m^3 / t
$LFG_{i,t}$	= Cantidad total de gases de rellenos sanitarios alimentada al dispositivo de destrucción i, en el intervalo de tiempo t, a presión y temperatura estándar	m^3 / t
t	= Intervalo de tiempo para el cual las mediciones de flujo y concentración de Gas de Rellenos Sanitarios se agregan. Igual a un día para la concentración de metano supervisada de forma continua y una semana para la concentración de metano supervisada semanalmente	
$PR_{CH_4,t}$	= Fracción promedio de metano de los gases de rellenos sanitarios en intervalo de tiempo t medido	m^3CH_4 / m^3 Biogás

Para los proyectos en los cuales el metano fue destruido en la línea base, debe aplicarse la Ecuación 5.5. Esta ecuación justifica las emisiones de metano calculadas en la Ecuación 5.3 que habrían sido destruidas en la ausencia de la actividad de proyecto.

Cualquier proyecto en un relleno sanitario donde el metano fue recolectado y destruido en algún momento antes de la fecha de inicio del proyecto, incluso si el sistema de recolección y/o destrucción previa fue eliminado o ha estado inactivo durante un período prolongado de tiempo, debe aplicar la deducción de línea base.

Ecuación 5.5. Ajuste de Línea base por Destrucción en el Escenario de Línea Base

$Dest_{base} = (Cerrado_{descuento} + NQ_{descuento} + Dest_{max}) \times 0.717 \times 0.001 \times PCG$		
Donde,		<u>Unidades</u>
$Dest_{base}$	= Ajuste para tener en cuenta la destrucción de metano de línea base asociada con un dispositivo de destrucción de línea base. Igual a cero si no hay instalación de línea base	tCO _{2e}
$Cerrado_{descuento}$	= Ajuste para tener en cuenta el metano que se habría quemado en la antorcha de línea base de los pozos de línea base en un relleno sanitario cerrado. Igual a cero si el proyecto no es un proyecto de antorcha en una instalación cerrada	m^3CH_4
Nota: Los valores numéricos en esta fórmula están expresados en formato anglosajón: coma (",") para miles, punto (".") para decimales. Ej.: 1,000.75 = mil con setenta y cinco centésimos.		

Ecuación 5.5. Continuación

		<u>Unidades</u>
$NQ_{descuento}$	= Ajuste para tener en cuenta el metano que se habría quemado en el dispositivo de combustión de línea base que no cumple los requisitos. Igual a cero si no hay ningún dispositivo de combustión que no cumpla los requisitos	m^3CH_4
$Dest_{max}$	= Destrucción de la capacidad no utilizada del dispositivo de destrucción de línea base. Esta deducción sólo se aplicará cuando se utilice un nuevo dispositivo de destrucción durante la actividad del proyecto	m^3CH_4
0.717	= Densidad del metano en condiciones estándar, 0°C, 1 atm	$kgCH_4 / m^3CH_4$
0.001	= Factor de conversión	$tCH_4 / kgCH_4$
PCG	= Factor de potencial de calentamiento global del metano al equivalente de dióxido de carbono	tCO_{2e} / tCH_4

Nota: Los valores numéricos en esta fórmula están expresados en formato anglosajón: coma (",") para miles, punto (".") para decimales. Ej.: 1,000.75 = mil con setenta y cinco centésimos.

Ecuación 5.6. Cálculo del Ajuste de la Línea Base para la Destrucción de una Antorcha Calificada en un Relleno Sanitario Cerrado

$Cerrado_{descuento} = LFG_{B1} + B_{CH_4, cerrado}$		
Donde,		<u>Unidades</u>
$Cerrado_{descuento}$	= Ajuste para tener en cuenta el metano que se habría quemado en la antorcha de línea base de los pozos de línea base en un relleno sanitario cerrado. Igual a cero si el proyecto no es un proyecto de antorcha en una instalación cerrada	m^3CH_4
LFG_{B1}	= Gas de relleno de los pozos de gas de línea base que habría sido destruido por el sistema de destrucción cualificado durante el período de reporte	m^3CH_4
$B_{CH_4, cerrado}$	= Fracción de metano del gas de relleno destruido por el sistema de recogida durante el periodo de reporte	m^3CH_4 / m^3LFG

$NQ_{descuento}$ puede determinarse utilizando cualquiera de las siguientes opciones:

1. $NQ_{descuento}$ será igual a la cantidad medida de metano recuperado a través de un sistema activo de recogida de gas instalado en la celda o masa de residuos correspondiente del relleno en el que hayan funcionado los dispositivos de línea

- base. El flujo de gas de relleno procedente de estos pozos activos se determinará utilizando la Ecuación 5.4 anterior durante un mínimo de un mes.²¹
2. $NQ_{descuento}$ se vigilará y calculará según la Ecuación Ecuación 5.7.

Ecuación 5.7 Cálculo del Ajuste de Línea Base para los Dispositivos que no Cumplen los Requisitos

$NQ_{descuento} = LFG_{B2} + B_{CH_4, NQ}$		
Donde,		<u>Unidades</u>
$NQ_{descuento}$	= Ajuste para tener en cuenta el metano que se habría quemado en el dispositivo de combustión de línea base que no cumple los requisitos. Igual a cero si no hay ningún dispositivo de combustión que no cumpla los requisitos	m^3CH_4
LFG_{B2}	= Gas de relleno sanitario procedente de los pozos de gas de línea base que habría sido destruido por el sistema de destrucción no calificado durante el período de reporte	m^3CH_4
$B_{CH_4, NQ}$	= Fracción de metano del gas de relleno destruido por dispositivos no cualificados en la línea base. Igual a la concentración media de metano durante el período de reporte si se utiliza la capacidad máxima para LFG_{B2}	m^3CH_4 / m^3LFG

Ecuación 5.8. Ajuste de Línea Base para la Destrucción en el Panorama de Línea Base

$Dest_{max} = \sum_t [(LFG_{Bmax,t} - LFG_{B,t}) \times PR_{CH_4,t}] \times 0.717 \times 0.001 \times PCG$		
Donde,		<u>Unidades</u>
$Dest_{max}$	= Deducción de la capacidad no utilizada del dispositivo de destrucción de referencia. Esta deducción sólo se aplicará cuando se utilice un nuevo dispositivo de destrucción durante la actividad del proyecto. Véase en el cuadro 5.1 para un ejemplo de la aplicación del ajuste $Dest_{max}$	tCO_2e
$LFG_{Bmax,t}$	= Capacidad máxima de flujo de gas de relleno sanitario del dispositivo de destrucción del metano de línea base (estandarizado a nivel del mar de acuerdo a las especificaciones del fabricante) en el intervalo de tiempo t	m^3 / t
$LFG_{B,t}$	= Flujo de gases de rellenos sanitarios real del dispositivo de destrucción de metano de línea base en el intervalo de tiempo t	m^3 / t
$PR_{CH_4,t}$	= Fracción promedio de metano de los gases de rellenos sanitarios en intervalo de tiempo t medido	$m^3CH_4 / m^3 \text{ Gas de Rellenos Sanitarios}$
t	= Intervalo de tiempo para que se agreguen las mediciones de flujo y concentración de Gas de Rellenos Sanitarios. Igual a un día de concentración de metano supervisado forma continua y	

²¹ A efectos de la utilización de la Ecuación 5.4 para determinar el descuento NQ , la cantidad de gas del relleno sanitario sería únicamente la que se está midiendo de la celda o masa de residuos correspondiente en la que han funcionado los dispositivos de línea base, y no necesariamente todo el gas del relleno sanitario que está siendo destruido por el sistema de destrucción.

una semana para la concentración de metano supervisada
semanalmente

Ecuación 5.8. A Continuación

0.717	=	Densidad de metano en condiciones normales, 0°C, 1 atm	kgCH ₄ / m ³ CH ₄
0.001	=	Factor de conversión	tCH ₄ / kgCH ₄
PCG	=	Factor Potencial de Calentamiento Global de metano al equivalente de dióxido de carbono	tCO _{2e} / tCH ₄

Nota: Los valores numéricos en esta fórmula están expresados en formato anglosajón: coma (",") para miles, punto (".") para decimales. Ej.: 1,000.75 = mil con setenta y cinco centésimos.

Cuadro 5.1. Aplicando el Ajuste Dest_{max}

Este ajuste fue diseñado para ayudar a diferenciar las actualizaciones del sistema de proyectos realmente nuevos y adicionales, mientras se alienta a los desarrolladores del proyecto a usar su gas de rellenos sanitarios provechosamente. En resumen, esta metodología asume que cualquier gas que *podría* haber sido destruido en el dispositivo de clasificación de línea base no es adicional; la desviación de ese gas a un nuevo dispositivo de destrucción representa una actualización. Por lo tanto, este término se deduce de reducciones de proyecto calculadas que parten el gas el cual, en la ausencia del nuevo dispositivo de destrucción, aún podría haber sido destruido.

Ejemplo:

Una llamarada activa con una capacidad de 30 m³/min fue instalada en un relleno sanitario en 2007. Por lo tanto, debido a que esta llamarada funcionaba antes del 15 de agosto de 2008, el sistema de control de gases de rellenos sanitarios es inelegible como un proyecto en virtud del presente protocolo. Sin embargo, en 2009, se instaló un generador eléctrico con una capacidad de 60 m³/min, y todo el gas del relleno sanitario fue desviado a este dispositivo. La adición del generador eléctrico cumple con los requisitos del presente protocolo y por lo tanto califica como un nuevo proyecto. Debido a que la llamarada de línea base es un dispositivo de destrucción que califica en virtud del presente protocolo y no es elegible como un proyecto debido a otros criterios de elegibilidad (es decir la fecha operacional), se debe justificar mediante el ajuste Dest_{max}.

En el 2009, 25 m³/min fue enviado al generador y 0 m³/min fue enviado a la llamarada. En el año 2010, debido a la expansión de los rellenos sanitarios y la instalación de pozos adicionales, el generador destruyó 40 m³/min mientras que la llamarada no estaba en funcionamiento. En el 2011, más expansiones de pozos permitieron que el generador operar a plena capacidad y se utilizó la llamarada para destruir un 10 m³/min adicional de gases de rellenos sanitarios.

Cálculos:

Año	Destrucción de Generador (m ³ /min)	Capacidad de Llamarada (m ³ /min)	Destrucción de Llamarada (m ³ /min)	Deducción (m ³ /min)	Reducciones del Proyecto (m ³ /min)
2009	25	30	0	30	-5 (0)
2010	40	30	0	30	10
2011	60	30	10	20	40

Nota: Este ejemplo y los cálculos han sido considerablemente simplificados con fines ilustrativos. Los valores de ejemplo se calculan a un metro cúbico por minuto de base de gas de rellenos sanitarios.

Los reporteros deben informar el valor acumulado del gas metano enviado al dispositivo de destrucción para cada intervalo de tiempo t.

5.2 Cuantificando las Emisiones del Proyecto

Como resultado de la actividad del proyecto, se pueden producir o incrementar algunas emisiones de GEI y, por lo tanto, éstas deben deducirse de las reducciones totales del proyecto. Estas emisiones adicionales son generalmente el resultado del mayor uso de energía derivada de combustibles fósiles utilizada para los quemadores, equipos de monitoreo, vehículos de soporte o tratamiento del gas. Como tal, se deben registrar las siguientes categorías de emisiones bajo este protocolo:

- Total de emisiones anuales indirectas de dióxido de carbono resultantes del consumo de la electricidad de la red
- Total de emisiones anuales de dióxido de carbono resultantes de la destrucción del combustible fósil en el sitio
- Total de emisiones anuales de dióxido de carbono resultantes del consumo de gas natural complementario
- Total de emisiones anuales de metano resultantes de la combustión incompleta del gas natural complementario.

No obstante, a diferencia de las emisiones resultantes de la destrucción incompleta del gas natural complementario, no se necesita contabilizar las emisiones resultantes de la destrucción incompleta o la liberación fugitiva del gas de relleno sanitario. Se presume que éstas también se habrían liberado a la atmósfera en el escenario base.

Las emisiones se calcularán utilizando la Ecuación 5.9.

Ecuación 5.9. Cálculo de Emisiones del Proyecto

$PE = FF_{CO_2} + EL_{CO_2} + NG_{PR}$		
<i>Donde,</i>		<u>Unidades</u>
PE	= Emisiones del proyecto durante el período de reporte	tCO ₂ e
FF _{CO2}	= Emisiones de dióxido de carbono totales de la destrucción de combustibles fósiles durante el período de reporte	tCO ₂
EL _{CO2}	= Emisiones de dióxido de carbono indirectas totales desde el consumo de electricidad de la red durante el período de reporte	tCO ₂
NG _{PR}	= Cantidad total de emisiones de gas natural suplementario, incluyendo emisiones de dióxido de carbono y metano no quemado durante el período de reporte	tCO ₂

Ecuación 5.10. Cálculo de las Emisiones del Proyecto por el Uso de Combustibles Fósiles

$FF_{CO_2} = \frac{\sum_j (FF_{PR,j} \times EF_{FF,j})}{1000}$		
<i>Donde,</i>		<u>Unidades</u>
FF_{CO_2}	= Emisiones de dióxido de carbono totales de la destrucción de combustibles fósiles durante el período de reporte	tCO ₂
$FF_{PR,j}$	= Total del combustible fósil consumido por el sistema de recolección y destrucción del gas de rellenos sanitarios del proyecto durante el período de reporte, por combustible tipo j	GJ / yr
$EF_{FF,j}$	= Factor de emisión específico de combustible. Véase el Apéndice B	kg CO ₂ / GJ fossil fuel
1000	= Factor de Conversión	kgCO ₂ / tCO ₂

Ecuación 5.11. Cálculo de las Emisiones del Proyecto por el Uso de la Electricidad

$EL_{CO_2} = \frac{(EL_{PR} \times EF_{EL})}{1000}$		
<i>Donde,</i>		<u>Unidades</u>
EL_{CO_2}	= Emisiones de dióxido de carbono indirectas totales desde el consumo de electricidad de la red durante el período de reporte	tCO ₂
EL_{PR}	= Total de electricidad consumida por el sistema de recolección y destrucción del gas de rellenos sanitarios del proyecto durante el período de reporte	MWh
EF_{EL}	= Factor de emisión de CO ₂ para la electricidad utilizada	kgCO ₂ / MWh
1000	= Factor de conversión	kgCO ₂ / tCO ₂

Ecuación 5.12. Cálculo de las Emisiones del Proyecto por el Uso de Gas Natural Suplementario

$NG_{PR} = \sum_i \left[NG_i \times NG_{CH_4} \times 0.017 \times 0.001 \times \left[((1 - DE_i) \times PCG) + \left(DE_i \times \frac{12}{16} \times \frac{44}{12} \right) \right] \right]$		
<i>Donde,</i>		
NG_{PR}	= Emisiones totales de gas natural suplementario durante el período de reporte, incluyendo emisiones de dióxido de carbono y metano no quemado	tCO _{2e}
NG_{PR}	= Emisiones totales de gas natural suplementario durante el período de reporte, incluyendo emisiones de dióxido de carbono y metano sin quemar	tCO _{2e}
NG	= Cantidad total de gas natural adicional entregado al dispositivo de destrucción i durante el período de reporte	m ³
DE	= Eficiencia de destrucción de metano del dispositivo de destrucción i. Véase Apéndice b	
NG_{CH_4}	= Fracción promedio de metano del gas natural suplementario previsto por el proveedor de combustible	m ³ CH ₄ / m ³ FFG
0.717	= Densidad de metano	kgCH ₄ / m ³ CH ₄
0.001	= Factor de conversión	tCH ₄ / kgCH ₄
PCG	= Factor Potencial de Calentamiento Global de metano al equivalente de dióxido de carbono	tCO _{2e} / tCH ₄
12/16	= Proporción de carbono del metano	C / CH ₄
44/12	= Proporción de carbono del dióxido de carbono	CO ₂ / C
Nota: Los valores numéricos en esta fórmula están expresados en formato anglosajón: coma (",") para miles, punto (".") para decimales. Ej.: 1,000.75 = mil con setenta y cinco centésimos.		

6 Monitoreo del Proyecto

La Reserva exige que se establezca un plan de monitoreo para todas las actividades de monitoreo y reporte relacionadas con el proyecto. El Plan de Monitoreo servirá como base a los verificadores para confirmar que las estipulaciones de las Secciones 6 y 7 han sido cumplidas y se seguirán cumpliendo, y que se está llevando a cabo un monitoreo y registro permanente y estricto. El Plan de Monitoreo no requiere la certificación ISO ni ninguna otra, pero debe cubrir todos los aspectos de monitoreo y reporte contenidos en este protocolo y debe especificar cómo se juntarán y registrarán los datos para los parámetros

Como mínimo, el Plan de Monitoreo debe incluir un detalle de la frecuencia con la que se obtienen los datos, el plan de registro (ver Sección 7.2 para conocer los requisitos mínimos de registro); la frecuencia con la que se limpian, inspeccionan, verifican al campo y se calibran los instrumentos y el rol de la persona que realiza cada actividad de monitoreo específica, así como también las disposiciones de Aseguramiento de Calidad/Control de Calidad (QA/QC por sus siglas en inglés) para garantizar que la obtención de los datos y la calibración métrica se realizan en forma permanente y precisa.

El Plan de Monitoreo también deberá incluir un diagrama detallado del sistema de recolección y destrucción del gas de relleno sanitario, incluyendo la colocación de todos los medidores y equipos que afectan SSRs dentro de los Límites de Evaluación de Gases de Efecto Invernadero (véase la Figura 4.1).

Por último, el Plan de Monitoreo debe incluir los procedimientos que el desarrollador del proyecto seguirá para determinar y demostrar que el proyecto pasa la Prueba de Requerimiento Legal en todo momento (Sección 3.4.3).

Los desarrolladores del proyecto son responsables de monitorear la ejecución del proyecto y el funcionamiento del sistema de recolección y destrucción de gas del relleno sanitario en consonancia con las recomendaciones del fabricante para cada componente del sistema.

6.1 Requisitos de Monitoreo

Los desarrolladores de los proyectos son los encargados de monitorear el desempeño del proyecto y de operar el sistema de recolección y destrucción del gas de relleno sanitario de conformidad con las recomendaciones del fabricante para cada componente del sistema. Las reducciones de las emisiones de metano de los sistemas de captura y control del gas de relleno sanitario deben ser monitoreadas por equipos de medición que midan, en forma directa:

- El flujo del gas de relleno sanitario entregado a cada dispositivo de destrucción, medido de manera continua (y registrado cada 15 minutos) o de manera acumulada y registrada al menos diariamente, ajustado por temperatura y presión
- La fracción de metano del gas de relleno sanitario entregado al (los) dispositivo(s) de destrucción, medido y registrado de manera continua, cada 15 minutos, y promediados por lo menos una vez al día (o, alternativamente, medidas diarias o hasta semanales se puede utilizar, pero con un descuento de 10% en la Ecuación 5.3). Los proyectos no podrán optar a los créditos si la concentración de metano no se mide y registra al menos semanalmente

- La actividad operativa del dispositivo o dispositivos de destrucción, supervisada y documentada al menos cada hora para garantizar la destrucción del gas de relleno.

Si se va a emplear un monitoreo discontinuo de la concentración de CH₄, el desarrollador del proyecto deberá desarrollar una metodología prescriptiva sobre cómo se va a llevar a cabo dicho monitoreo. El método deberá ser razonable para las circunstancias del proyecto y se aplicará de forma coherente durante todo el período de reporte. Dicha metodología, así como la aplicación a la misma (o su ausencia), deberá estar claramente expuesta en el reporte de monitoreo del proyecto.

La fracción de metano del gas del relleno sanitario debe medirse sobre una base húmeda/seca, dependiendo de la base (es decir, medida sobre la misma base) de medición de flujo, temperatura y presión. El aparato analizador de metano y el medidor de flujo se instalarán en la misma ubicación relativa a cualquier componente de eliminación de humedad que separe la medición del sistema de gas del relleno sanitario, donde el componente de eliminación de humedad no separe la medición de flujo y fracción de metano. Los propios contadores también deberían funcionar sobre la misma base (es decir, si un contador seca internamente la muestra antes de la medición, debería ocurrir lo mismo en los otros contadores). Una variación aceptable de esta disposición sería el caso en el que el flujo se mide en seco, mientras que la concentración de metano se mide en húmedo. La disposición contraria no es admisible. No es necesario controlar por separado la temperatura y la presión cuando se utilizan caudalímetros que corrigen automáticamente la temperatura y la presión, expresando los volúmenes de gas de relleno sanitario en metros cúbicos normalizados.

Un único caudalímetro o medidor de flujo puede utilizarse para varios dispositivos de destrucción en determinadas condiciones. Si todos los dispositivos de destrucción tienen una eficiencia idéntica y se verifica su funcionamiento, no es necesario realizar ningún paso adicional para el registro del proyecto. En caso contrario, se utilizará la eficiencia de destrucción del dispositivo de destrucción menos eficiente como eficiencia de destrucción para todos los dispositivos de destrucción controlados por este caudalímetro.

Si hay periodos en los que no están en operación todos los dispositivos de destrucción medidos con un mismo caudalímetro, la destrucción de metano durante esos periodos será admisible siempre que el verificador pueda confirmar presentado la evidencia que lo sustente que se han cumplido todas las condiciones siguientes:

1. La eficiencia del dispositivo de destrucción menos eficiente en operación se utilizará como la eficiencia de destrucción representativa para todos los dispositivos de destrucción monitoreados por este medidor; y
2. Todos los dispositivos están equipados con válvulas en la línea de entrada de gas que se cierran automáticamente si el dispositivo deja de funcionar (no requiere intervención manual), o están diseñados de tal manera que es físicamente imposible que el gas pase mientras el dispositivo funciona. no está operativo; y
3. Para cualquier período en el que uno o más dispositivos de destrucción dentro de este arreglo no estén operativos, se debe documentar que los dispositivos operativos restantes tienen la capacidad de destruir el flujo máximo de gas registrado durante el período. Para dispositivos que no sean bengalas, se debe demostrar que la salida corresponde al flujo de gas.

Al permitir que un solo dispositivo monitoree la actividad operativa en múltiples dispositivos de destrucción, no se interpretará como una excepción del requisito de datos operativos por hora para todos los dispositivos de destrucción; más bien, esta disposición permite una disposición de medición específica durante períodos en los que se sabe que uno o más dispositivos no están funcionando ya que para conocer el estado operativo de un dispositivo, se debe monitorear. Todos los dispositivos de destrucción deben tener su estado operativo monitoreado y registrado al menos cada hora. En otras palabras, el conjunto de datos del proyecto incluirá una indicación del estado operativo correspondiente a cada hora de datos de gas del relleno sanitario. Si estos datos faltan o nunca se registraron para un dispositivo en particular, se supondrá que ese dispositivo no está funcionando y no se pueden reclamar reducciones de emisiones por el gas del relleno sanitario destruido por ese dispositivo durante el período en que falten los datos respectivos.

Todos los datos de flujo recopilados deben corregirse por temperatura y presión a 0°C y 1 atm. Si alguno de los equipos de medición del flujo de gas de los rellenos sanitarios no corrige internamente la temperatura y la presión de los gases de rellenos sanitarios, debe utilizarse una presión separada y mediciones de la temperatura para corregir la medición de flujo. La temperatura y la presión de los gases de rellenos sanitarios deberán medirse continuamente. Los valores corregidos deben utilizarse en todas las ecuaciones de esta sección. La Ecuación 5.2 sólo debe aplicarse si el equipo de medición del flujo de gas de rellenos sanitarios no corrige internamente la temperatura y la presión.

A menudo, el instrumento de medición directa utiliza también un grabador de datos para almacenar y documentar los datos sobre el flujo del gas de relleno sanitario y la concentración de metano, y puede ser configurado para proveer la cantidad de metano (por volumen) recolectado del relleno sanitario en forma periódica, según las especificaciones del operador.

El analizador continuo de metano debería ser la opción preferida para monitorear las concentraciones de metano, ya que el contenido de metano del gas de relleno sanitario captado puede variar en más del 20% en el mismo día debido a las condiciones de la red de captura de gas (dilución con el aire de las bocas de los pozos, fugas en las tuberías, etc.).²² Cuando se utiliza el método alternativo de medición semanal por medio de un analizador de gas portátil calibrado, los desarrolladores de los proyectos deben facturar el grado de incertidumbre relacionado con estas mediciones aplicando un factor de descuento del 10% a la cantidad total de metano recolectado y destruido en la Ecuación 5.3.

La Figura 6.1 representa la disposición sugerida de los medidores de flujo del gas de relleno sanitario y los equipos de medición de concentración de metano.

²² Metodología de base consolidada para las actividades de los proyectos de gases de relleno sanitario, Mecanismo de Desarrollo Limpio, ACM0001, V.7. Alcance Sectorial 13 (2007)

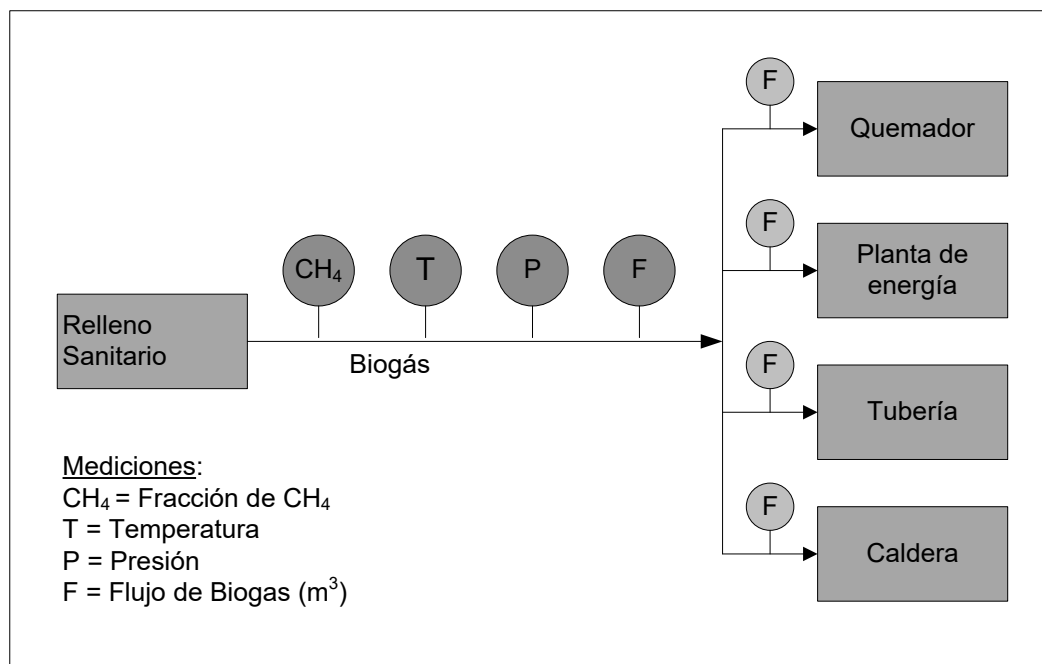


Figura 6-1 Disposición Sugerida de los Equipos de Medición de Biogás

Nota: El número de medidores de flujo debe ser suficiente para rastrear tanto el flujo total como el flujo hacia cada dispositivo de destrucción. El escenario presentado incluye un medidor de flujo más que lo necesario para alcanzar este objetivo.

Fuente: Metodología de línea base consolidada para actividades de proyectos de gases de relleno, Mecanismo de Desarrollo Limpio, Versión 07, Ámbito sectorial 13 (2007).

La actividad operativa del sistema de recolección de gas de relleno sanitario y los dispositivos de destrucción debe ser monitoreada y documentada por lo menos cada hora para garantizar la destrucción real del gas de relleno sanitario. Las reducciones de GEI no se contabilizarán durante los períodos en que el dispositivo de destrucción no esté funcionando. Para los quemadores, la operación se define como lecturas de termopar por encima de 260°C (a menos que las directrices del fabricante especifiquen lo contrario). Para todos los demás dispositivos de destrucción, los medios de demostración serán determinados por el desarrollador del proyecto y sujetas a revisión por el verificador. Si se basa en la diferencia entre la temperatura ambiente y las temperaturas registradas por un termopar para demostrar la actividad operativa (en lugar de usar un umbral de temperatura fijo), se debe usar una diferencia de temperatura de al menos 93°C . Si algún dispositivo de destrucción está equipado con una válvula de cierre de seguridad que evita el flujo de biogás al dispositivo de destrucción cuando no está en funcionamiento, será suficiente demostrar la presencia y operatividad de la válvula de cierre para demostrar la actividad operativa de ese dispositivo.

En las situaciones de "uso directo" en las que el gas de relleno se entrega fuera del emplazamiento a un usuario final tercero (no a un sistema comercial de transmisión y distribución de gas natural o a una instalación bajo el control de gestión del desarrollador del proyecto), se harán esfuerzos razonables para obtener datos que demuestren el estado operativo del dispositivo o dispositivos de destrucción. Si no es posible obtener tales datos, el verificador deberá utilizar su criterio profesional para confirmar que no se ha producido una liberación significativa de gas de relleno del proyecto y que el desarrollador del proyecto está utilizando el valor de eficiencia de destrucción apropiado para el uso final. Las pruebas que

pueden ayudar a un verificador a tomar una determinación a tal efecto pueden incluir, entre otras, una o varias de las siguientes:

- Un certificado firmado por el operador externo del dispositivo de destrucción en que se detalle de que no se ha producido ningún fallo catastrófico en la destrucción ni ninguna liberación significativa de gas del relleno sanitario durante el período de reporte, y de que las características de seguridad y/o el diseño del equipo de destrucción son tales que el dispositivo de destrucción no permite que el gas del relleno sanitario pase a través de él cuando no está en funcionamiento y/o que el desarrollador del proyecto es capaz de cortar el flujo de gas del relleno sanitario fuera del emplazamiento en caso de emergencia (y cuenta con procedimientos rigurosos para garantizar que dicha desconexión se produce inmediatamente)
- El verificador confirma lo mismo a través de una entrevista en primera persona con el operador externo
- Examen de las características de seguridad y/o del diseño del equipo de destrucción, de forma que el dispositivo de destrucción no permita el paso de gas de relleno cuando no esté operativo y/o que el desarrollador del proyecto pueda cortar el flujo de gas de relleno fuera del emplazamiento en caso de emergencia (y cuente con procedimientos rigurosos para garantizar que dicho corte se produzca inmediatamente).
- Registros que puedan corroborar el tipo y el nivel de funcionamiento del dispositivo de destrucción durante el período de reporte, como los datos de salida del motor, etc.

Si el verificador está razonablemente seguro de que no se ha producido ninguna liberación significativa de gas de relleno fuera del emplazamiento durante el período de reporte, el proyecto puede utilizar la eficiencia de destrucción apropiada para ese dispositivo de destrucción fuera del emplazamiento, a pesar de la falta de datos horarios de un dispositivo de vigilancia que confirme el estado operativo.

6.1.1 Alternativa de Monitoreo Indirecto

Como alternativa a la medición directa del gas de relleno sanitario, los proyectos pueden optar por demostrar los volúmenes de CH₄ destruido utilizando los datos de salida de su dispositivo de destrucción. Cuando la salida de los dispositivos de destrucción (como los grupos electrógenos) se mide mediante el uso de un contador de transferencia comercial (es decir, un contador cuya salida se utiliza como base para la cuantificación en el marco de un contrato de suministro de energía), que está sujeto a un mantenimiento regular y profesional, el proyecto puede utilizar esos datos como base para determinar el volumen de CH₄ destruido. El resultado del contador se someterá a una metodología de conversión adecuada para calcular el volumen de CH₄ destruido durante el período de reporte. Si se utiliza la alternativa de control indirecto, el medidor comercial deberá ser mantenido por profesionales debidamente formados, de acuerdo con los requisitos del fabricante. En los casos en que los proyectos puedan controlar el mantenimiento de dichos medidores, se aplicarán los requisitos de QA/QC de la sección 6.2. En los casos en los que los proyectos no puedan controlar el mantenimiento de dichos contadores, deberán realizarse esfuerzos razonables para obtener documentación que demuestre que se han cumplido los requisitos de mantenimiento del fabricante durante el período de reporte.

La metodología de monitoreo que se emplee debe estar claramente establecida en el reporte de monitoreo del proyecto, debe aplicarse de forma coherente a lo largo del período de reporte

y debe demostrarse, a satisfacción del verificador del proyecto y de la Reserva, que el uso de esos datos y esa metodología es razonable dadas las circunstancias y da lugar a una estimación conservadora del volumen de CH₄ destruido.

6.2 Instrumento de QA/QC

Los equipos de medición son sensibles a la calidad del gas (humedad, partículas, etc.), por lo se debe establecer en el plan de monitoreo²³ un estricto procedimiento de QA/QC para la calibración de dichos equipos, como se detalla a continuación. Los instrumentos de medición deben ser inspeccionados, y calibrados de acuerdo con el siguiente programa.

Todos los caudalímetros de gas y los analizadores continuos de metano deben ser:

- Inspeccionado trimestralmente, con actividades documentadas.
- Comprobada la precisión de la calibración y documentado el porcentaje de desviación, ambos en sitio (*in situ*) por un técnico externo²⁴, con el estado “tal como se encontró” documentado, utilizando un instrumento portátil (como un tubo pitot) o una guía específica del fabricante, al final del período de reporte, pero no más de dos meses antes o después de la fecha de fin del periodo de reporte.²⁵
- Calibrados por el fabricante o un servicio de calibración de terceros certificado según las directrices del fabricante o cada 5 años, cuando la frecuencia de calibración no está especificada por el fabricante.

Si un contador fijo que ha estado en uso durante 60 días o más -lo que puede abarcar más de un período de reporte- se retira y no se vuelve a instalar durante un período de reporte, dicho contador deberá:

- Ser comprobado en sitio (con la desviación porcentual documentada) para evaluar la precisión de la calibración por una persona debidamente capacitada dentro de los 2 meses anteriores a la retirada; o
- Calibrados (con la desviación porcentual documentada) por el fabricante o un servicio de calibración certificado (con los resultados encontrados registrados) antes del inicio de los servicios de verificación para el periodo de reporte pertinente.

Si los requisitos de control de calidad no se cumplen y no se documentan adecuadamente, no se pueden generar créditos de GEI para ese período de reporte.

²³ El plan de monitoreo debe aclarar que los requisitos de QA/QC son prescriptivos, y que no corresponde al personal del relleno sanitario aplicar su criterio profesional sobre si estos requisitos son necesarios.

²⁴ El organismo de verificación podrá realizar una comprobación en sitio como técnico externo, siempre que la comprobación en sitio se realice en el plazo prescrito y que el organismo de verificación no sea la misma entidad que verifica el período de reporte pertinente.

²⁵ En lugar de realizar comprobaciones en campo, el desarrollador del proyecto puede encargar la calibración de los equipos al fabricante, o a un servicio de calibración certificado de acuerdo con las directrices del fabricante, al final del periodo de monitoreo, pero no más de dos meses antes o después de la fecha de finalización de dicho periodo, para cumplir con este requisito, con las condiciones “tal como se dejó” y “tal como se encontró”.

6.2.1 Inspecciones

Todos los medidores deben inspeccionarse trimestralmente, documentando las actividades realizadas. Deberán realizarse inspecciones y tareas de mantenimiento adicionales (por ejemplo, limpieza de sensores) si así lo recomienda el fabricante, con procedimientos claramente descritos en el plan de monitoreo. El desarrollador del proyecto puede incluir mantenimiento e inspecciones adicionales en el plan de monitoreo del proyecto para garantizar la operatividad de todos los equipos del proyecto de gases de relleno sanitario.

Las inspecciones deben considerarse una evaluación cualitativa del equipo de control para garantizar el mantenimiento continuo entre calibraciones. Puede realizarlas el personal del emplazamiento y, como mínimo, deben incluir lo siguiente:

- Fecha de realización;
- Número(s) de serie del dispositivo y ubicación;
- Observaciones cualitativas del equipo;
- Medidas correctoras adoptadas si el instrumento no cumple las especificaciones de funcionamiento; y
- Nombre del miembro del personal que realiza las actividades.

Se recomienda que los desarrolladores de proyectos creen una plantilla de formulario que se incluya en el plan de monitoreo del proyecto para que el personal lo complete durante el mantenimiento e inspecciones en curso. El personal que realice la inspección deberá confirmar que el equipo de monitoreo funciona correctamente. Se pueden proporcionar pruebas fotográficas junto con la documentación anterior, pero no deben considerarse suficientes sin una explicación de respaldo.

6.2.2 Comprobaciones en sitio

Una comprobación en sitio es una validación de un medidor en su emplazamiento para determinar la desviación y garantizar la precisión. Todos los caudalímetros y analizadores de metano continuos deben ser comprobados en sitio por un técnico externo para comprobar la precisión de la calibración con el porcentaje de desviación documentado, ya sea mediante un instrumento portátil (como un tubo de Pitot) o la guía especificada por el fabricante. Un técnico externo se define como una entidad sin interés material en el proyecto, cuya única función en el proyecto es realizar la comprobación en sitio. Los servicios pueden ser proporcionados por el fabricante, un proveedor de servicios recomendado por el fabricante, o un laboratorio o técnico acreditado según la norma ISO 17025. Un organismo de verificación puede realizar como técnico externo una comprobación en sitio, siempre que el organismo de verificación no sea la entidad que presta los servicios de verificación durante el período de reporte correspondiente y que todas las comprobaciones en sitio se divulguen en las evaluaciones posteriores de conflictos de intereses. Por ejemplo, el organismo de verificación A realiza la comprobación en sitio para el primer período de reporte, el proyecto debe contratar a un organismo de verificación diferente para que realice los servicios de verificación para ese período de reporte. A continuación, el organismo de verificación A lleva a cabo el segundo período de reporte, y debe revelar los servicios de comprobación en sitio al presentar la notificación de las actividades de verificación y la evaluación del conflicto de intereses.

Todas las comprobaciones en sitio y calibraciones de caudalímetros, analizadores de metano continuos y analizadores de metano portátiles deben tener las condiciones "tal como se encontró" y "tal como se dejó"²⁶ documentadas y el porcentaje de desviación calculado y registrado. La condición "tal como se encontró" siempre es necesaria; sin embargo, la condición "tal como se dejó" sólo es necesaria cuando el técnico limpia o modifica de otro modo el medidor antes de volver a instalar el dispositivo. El porcentaje de desviación debe evaluarse en relación con la lectura esperada en lugar de la lectura a escala completa del dispositivo.

Los analizadores de metano continuos deben ser controlados en sitio con un gas de referencia conocido en un rango de condiciones esperadas en el proyecto. Por ejemplo, si la concentración de metano del gas del relleno sanitario está típicamente en el rango de metano del 45-60%, entonces un analizador de metano puede ser controlado en sitio con una muestra conocida con una concentración de metano del 50%. Cada comprobación en sitio debe tener la lectura del medidor antes (es decir, "tal como se encontró") y se debe documentar cualquier calibración y/o limpieza. Un medidor se prueba contra una muestra conocida de concentración de metano del 50% antes de la limpieza y el resultado de la lectura del dispositivo se considera la condición "tal como se encontró". Luego, el técnico limpiará y/o calibrará el medidor antes de realizar la prueba nuevamente contra la misma muestra conocida, registrando la condición "tal como quedó". La desviación porcentual se calcula en relación con la muestra conocida (es decir, 50%), en contraposición a la lectura de escala completa definida por el fabricante.

Las comprobaciones en sitio de los caudalímetros deben realizarse en relación con el caudal volumétrico. De forma similar a los analizadores continuos de metano descritos anteriormente, una comprobación en sitio de un caudalímetro debe evaluar las condiciones «tal como se encontró» y «tal como se dejó» y documentar el porcentaje de desviación en relación con las condiciones previstas presentes en el emplazamiento del proyecto.

Como mínimo, las comprobaciones en sitio deben realizarse al final del período de reporte, pero no más de dos meses antes o después. Por ejemplo, si el período de reporte sigue el año natural que finaliza el 31 de diciembre, deberá realizarse una comprobación sobre el terreno en los 4 meses comprendidos entre noviembre y febrero de cada año, como se muestra en la figura siguiente.

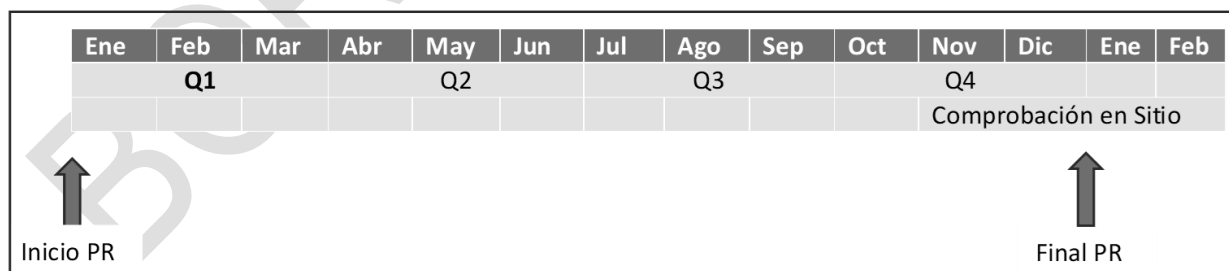


Figura 6-2 Cronograma para el requerimiento de la comprobación en sitio anual

Si se realizan calibraciones en lugar de efectuar comprobaciones en sitio, deberán documentarse las condiciones "tal como se encontró" y «tal como se dejó». Las calibraciones de los caudalímetros deberán documentarse para demostrar que los caudalímetros se han

²⁶ La condición "tal como se encontró" se define como la precisión del dispositivo antes de que se haya limpiado o calibrado, y la condición «tal como se dejó» es la precisión del dispositivo después de que se haya limpiado o calibrado.

calibrado para un intervalo de caudales correspondiente a los caudales previstos en el relleno sanitario. La precisión de la calibración del caudalímetro podrá realizarse en una unidad de medida alternativa (por ejemplo, mili vatios) si el fabricante lo considera apropiado. Las calibraciones de los analizadores de metano deberán documentarse para demostrar que la calibración se ha realizado en el intervalo de condiciones (temperatura y presión) correspondiente al intervalo de condiciones medido en el relleno sanitario.

Un proyecto puede realizar comprobaciones en sitio con mayor frecuencia que la requerida por el protocolo. Las comprobaciones en sitio adicionales realizadas durante el período de reporte, a discreción del desarrollador del proyecto, pueden ser realizadas por una persona que no sea un técnico externo. En este caso, la competencia de la persona y la precisión del procedimiento de comprobación en sitio deben ser evaluadas y aprobadas por el organismo de verificación. Los procedimientos adicionales de comprobación en sitio deben estar claramente descritos en el plan de monitoreo del proyecto y el reporte de monitoreo debe revelar las acciones realizadas y el nombre de la persona que realiza la comprobación en sitio. Si una verificación de campo identifica una precisión de lectura fuera de un umbral de precisión de $\pm 5\%$, los datos deben ajustarse para el período que comienza con la última verificación de campo o evento de calibración exitosos hasta que se confirme que el medidor está calibrado. Por lo tanto, las verificaciones de campo más frecuentes reducirán la cantidad de datos que se deben ajustar, como se prescribe a continuación.

Si se descubre que el medidor está midiendo fuera de un umbral de precisión de $\pm 5\%$, los datos deben ajustarse para el período que comienza con la última comprobación en sitio o evento de calibración exitosos hasta que se confirme que el medidor está calibrado (a menos que el último evento haya ocurrido durante el período de reporte anterior, en cuyo caso el ajuste se realiza desde el comienzo del período de reporte actual). Consulte los procedimientos de escalado para medidores fuera del umbral de precisión que se indican a continuación. Si, en el momento de la comprobación en sitio fallida, se limpia y se verifica nuevamente el medidor, y se descubre que la condición "tal como quedó" está dentro del umbral de precisión, no se requiere una calibración completa para ese equipo. Esto se considerará una comprobación en sitio fallida, seguida de una comprobación en sitio exitosa. El ajuste de los datos se basará en la desviación porcentual registrada en el momento de la comprobación en sitio fallida. Sin embargo, si la condición "tal como quedó" permanece fuera del umbral de precisión de $\pm 5\%$ (ya sea que se realicen o no pruebas de limpieza y precisión adicionales), se requiere la calibración por parte del fabricante o un proveedor de servicios certificado para ese equipo.

6.2.3 Calibraciones

Todos los medidores deben ser calibrados según las instrucciones del fabricante o cada 5 años cuando el fabricante no especifique la frecuencia de calibración. Las calibraciones pueden ser realizadas por el fabricante, por un laboratorio recomendado por el fabricante o en un laboratorio acreditado según la norma ISO 17025²⁷. También se permite que un representante de un servicio de calibración acreditado o aprobado venga al lugar para realizar la calibración.

Las calibraciones de los caudalímetros y los analizadores de concentración de metano se deben documentar para demostrar que el medidor se calibró en un rango de caudales correspondientes a los caudales esperados en el relleno sanitario. La precisión de la calibración del caudalímetro podrá realizarse en una unidad de medida alternativa (por ejemplo, mili vatios)

²⁷ Se podrá aceptar una acreditación alternativa bajo la aprobación de la Reserva.

si el fabricante lo considera apropiado. Las calibraciones de los analizadores de metano se deben documentar para demostrar que la calibración se realizó en el rango de condiciones (temperatura y presión) correspondiente al rango de condiciones medido en el relleno sanitario.

La conformidad con el requisito de calibración de fábrica sólo es necesaria durante los períodos en los que los datos recogidos por el medidor se utilizan para la cuantificación de la reducción de emisiones. Los periodos en los que el medidor no cumpla este requisito no harán que el proyecto no cumpla este requisito, siempre y cuando que el medidor no se utilice para la cuantificación de la reducción de emisiones del proyecto durante dichos periodos, y siempre que el medidor vuelva a estar en conformidad antes de ser empleado para recopilar datos del proyecto. Los periodos en los que el medidor no está en uso deben tenerse en cuenta a la hora de determinar cuándo calibrar el dispositivo. Por ejemplo, un caudalímetro continuo se calibró el 1 de enero de 2015 y el fabricante exige que el dispositivo se calibre cada 5 años. El medidor estuvo en uso a partir del 1 de febrero de 2015 y se retiró el 31 de diciembre de 2016, para volver a instalarse el 1 de febrero de 2020. El caudalímetro debe calibrarse antes del 1 de enero de 2020 para que cumpla las especificaciones del fabricante.

6.2.4 Instrumentos Portátiles

Si se utiliza un instrumento portátil:

1. Adquiere datos del proyecto (por ejemplo, se utiliza un analizador de metano portátil para tomar mediciones semanales de la concentración de metano), o
2. Se usa para verificar en el campo la precisión de la calibración del equipo que adquiere datos del proyecto y el instrumento portátil produce una salida de datos que se usa o podría usarse en los cálculos de reducción de emisiones (es decir, flujo o concentración); después,

el instrumento portátil deberá ser mantenido y calibrado según las especificaciones del fabricante, por un laboratorio recomendado por el fabricante, o en un laboratorio de ISO 17025 acreditado²⁸. Otros equipos utilizados para QA/QC de instrumentos de monitoreo deben mantenerse de acuerdo con las especificaciones del fabricante, incluida la calibración cuando se especifique.

Los analizadores de metano portátiles deben calibrarse en sitio con un gas de muestra conocido antes de cada uso. Si la calibración en sitio revela una concentración de metano fuera del umbral de precisión de $\pm 5\%$, el medidor debe calibrarse. Si se utiliza un analizador de metano portátil, deben conservarse los siguientes registros:

1. Fecha, hora y lugar de la medición de metano;
2. Concentración de metano del gas de relleno sanitario en cada medición;
3. Información sobre el instrumento de medición de metano (número de modelo y número de serie);
4. Concentración de metano del gas de muestreo durante la calibración en sitio;
5. Fecha, hora y resultados de la calibración del instrumento; y

²⁸ La Organización Internacional de Normalización (ISO) establece requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración bajo la norma ISO 17025, garantizando que la organización pueda generar resultados válidos.

6. Medidas correctoras adoptadas si el instrumento no cumple las especificaciones de rendimiento.

6.2.5 Procedimientos de escalado para medidores fuera del umbral de precisión

Para el intervalo entre la última verificación de campo exitosa y cualquier evento de calibración que confirme precisión fuera del umbral de $\pm 5\%$, deben escalarse todos los datos de ese medidor o analizador de acuerdo con el siguiente procedimiento. Estos ajustes deben hacerse durante todo el período desde la última verificación de campo exitosa hasta el momento en que el medidor está calibrado correctamente.

1. Para calibraciones que indican infra-reporte (tasas de flujo más bajas o concentración de metano menor), se deben utilizar los valores medidos sin corrección.
2. Para las calibraciones que indican sobre-reporte (tasas de flujo más altas o concentración de metano más alta), se deben ajustar los valores medidos de acuerdo con el mayor cambio de calibración registrado en el momento de calibración.

Por ejemplo, un proyecto lleva a cabo verificaciones de campo trimestralmente durante un período de reporte de un año, y se descubre que el dispositivo está sobre reportando un 6.5%, entonces sólo habrá que ajustar tres meses de datos en un -6.5%. Sin embargo, si el desarrollador del proyecto se siente confiado que el medidor no requiere verificaciones de campo o calibraciones a bases que sean mayores que anualmente, entonces los eventos fallidos requerirán que la penalidad sea aplicada a los datos del año anterior en total. Además, una calibración frecuente puede minimizar el cambio total acumulado (poniendo a cero cualquier error identificado) y resultar en deducciones generales menores. Además, inspección de equipos fuertes y prácticas que incluyen la verificación de todos los sondeos y los componentes internos de limpieza serán minimizar el riesgo de medidor y analizador de imprecisiones y las deducciones correspondientes. Si no es posible determinar la desviación acumulada y/o un método apropiado para escalar los datos (p. ej., la deriva se registra en milivatios, que no se puede traducir directamente a un porcentaje de desviación), el desarrollador del proyecto debe buscar la orientación del fabricante del instrumento para confirmar cuándo se ha alcanzado el umbral de desviación del 5% y cómo escalar adecuadamente los datos relevantes. Dicha orientación debe proporcionarse al verificador y a la Reserva.

Si no se realiza y documenta adecuadamente la inspección, calibración o comprobación en sitio requeridas, no se podrán generar créditos de GEI para ese periodo de reporte²⁹.

6.3 Datos Faltantes

En situaciones donde faltan datos de la tasa de flujo o el equipo de supervisión de concentración de metano, el desarrollador del proyecto deberá aplicar la metodología de sustitución de datos proporcionada en el Apéndice C. Si por alguna razón el equipo de monitoreo del dispositivo de destrucción no funciona (por ejemplo, el termopar del quemador) entonces no pueden registrarse reducciones de las emisiones para el período de no funcionamiento.

²⁹ El desarrollador de proyecto puede presentar una solicitud de varianza para abordar los requisitos de GC/CC que falten. Para más información, consulte la Sección 3.3.4 del Manual del Programa de Compensación de la Reserva.

6.4 Parámetros de Monitoreo

Los parámetros de monitoreo establecidos para calcular las Emisiones de Línea Base y del proyecto se indican en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1 Datos de Monitoreo a ser Recolectados y Utilizados para Calcular las Reducciones de Emisiones

Ecuación	Parámetro	Descripción	Unidad de Datos	Frecuencia de medición	Calculado (c) Medidos (m) Referencia (r) Registros de Operaciones (o)	Comentario
Parámetros de seguimiento cualitativo						
		La Prueba de Requerimiento Legal	Certificado de implementación voluntaria del desarrollador del proyecto	Cada Período de Reporte		Debe ser monitoreado y determinado para cada período de reporte. El proyecto deberá documentar todas las reglamentaciones, ordenanzas y requisitos de permisos federales, estatales y locales (y el estado de cumplimiento de cada uno) que se aplican al proyecto de reducción de GEI. El desarrollador del proyecto deberá proporcionar una declaración de implementación voluntaria del proyecto firmada.

		Cumplimiento Normativo	Certificación del desarrollador de proyecto para el cumplimiento de las normativas relativas al proyecto de gas de relleno sanitario	Cada Período de Reporte		Debe ser controlado y determinado por cada período del proyecto. El desarrollador del proyecto deberá documentar todas las regulaciones, ordenanzas y requisitos de permisos federales, estatales y locales, (y el estado de cumplimiento para cada uno) que se aplican para el proyecto de reducción de gases de efecto invernadero. El desarrollador del proyecto deberá proporcionar una certificación firmada de su estado de conformidad para las regulaciones, ordenanzas y requisitos de permisos federales, estatales y locales antes mencionadas.
		Operación del dispositivo de destrucción		Por hora	o	Requeridos para cada dispositivo de destrucción. Para las bengalas, la operación se define como lecturas de termopar por encima de 260°C.
Parámetros de seguimiento cualitativo						
Ecuación 5.1	ER	Reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero durante el período de reporte	tCO ₂ e		c	
Ecuación 5.1 Ecuación 5.3	BE	Emisiones de línea base durante el período de reporte	tCO ₂ e		c	

Ecuación 5.1 Ecuación 5.6	PE	Emisiones del proyecto durante el período de reporte	tCO _{2e}		c	
Ecuación 5.2 Ecuación 5.4	LFG _{i,t}	Cantidad total de gases de rellenos sanitarios alimentado al dispositivo de destrucción I, en interna de tiempo t, a presión y temperatura estándar	Scf	Continuo	m/c	Medido continuamente por un medidor de flujo y registrado al menos una vez cada 15 minutos. Datos para ser agregados por intervalo de tiempo t (este parámetro se calcula en casos donde el flujo medido debe corregirse por temperatura y presión).
Ecuación 5.2	LFG _{no} ajustado	Volumen de gases de rellenos sanitarios sin ajustar recolectados para el intervalo de tiempo determinado	Acf	Continuo	m	Utilizado únicamente en casos donde el medidor de flujo no corrige automáticamente a 0°C y 1 atm.
Ecuación 5.3 Ecuación 5.4	CH ₄ Dest _{PR}	Metano total destruido por el sistema de recolección y destrucción de gas de relleno sanitario del proyecto durante el período de reporte	tCH ₄		c	

Ecuación 5.3	DF	Factor de descuento para justificar las incertidumbres asociadas con los equipos de monitoreo	0, 0.10, 0.2		r	Igual a cero si utiliza un monitor continuo de metano.
Ecuación 5.3	OX	Factor de oxidación de metano por las bacterias del suelo	0, 0.10		r	Igual a 0,10 para todos los rellenos sanitarios excepto aquellos que incorporan un revestimiento sintético a lo largo de toda el área de los sistemas de cobertura final donde OX = 0.
Ecuación 5.3 Ecuación 5.5 Ecuación 5.8 Ecuación 5.12	PCG	Potencial de calentamiento global de 100 años para CH ₄	tCO ₂ e / tCH ₄	Cada Período de Reporte	r	Consulte el Manual del Programa de Compensaciones de la Reserva y memos para valores actualizados
Ecuación 5.3 Ecuación 5.5	Dest _{base}	Ajuste para justificar la destrucción de metano de línea base asociada con un dispositivo de destrucción de línea base	tCO ₂ e		c	Es igual a cero si no hay un sistema de destrucción de LFG previsto en lugar antes de la ejecución del proyecto.
Ecuación 5.4	CH ₄ Dest _i	La cantidad neta de metano destruido por el dispositivo de destrucción i durante el período de reporte	m ³ CH ₄		c	

Ecuación 5.4	Q_i	Cantidad total de metano de los rellenos sanitarios enviada al dispositivo de destrucción i durante el período de reporte	m^3CH_4	Todos los días de la semana	c	Calculado diariamente si el metano se mide continuamente o semanalmente si el metano se mide semanalmente.
Ecuación 5.4	DE_i	Eficiencia de destrucción de metano del dispositivo i	%	Una vez	r/m	Los desarrolladores de proyecto tienen la opción de utilizar un proveedor de servicios de prueba estatal o local acreditado para probar la eficiencia de destrucción de metano real de cada uno de los dispositivos de destrucción utilizados en el proyecto. Si utiliza datos de prueba para obtener eficiencias de destrucción en la ecuación 5.2, toda la documentación de prueba deberá facilitarse al verificador. Consulte el Apéndice B para los valores por defecto.
Ecuación 5.4	t	Intervalo de tiempo para el cual se agregan las mediciones de flujo y concentración de Gas de Rellenos Sanitarios	Semana, día, o intervalo más corto	Continuo/ Diario/Semanal	r	Los proyectos que emplean la vigilancia de concentración de metano continua podrán utilizar el intervalo de su sistema de adquisición de datos. De lo contrario, este parámetro es igual a un día de concentración de metano continuamente monitoreado y una semana para la concentración de metano supervisado semanalmente.

Ecuación 5.4 Ecuación 5.8	$PR_{CH_4,t}$	La fracción promedio de metano del gas del relleno sanitario en el intervalo de tiempo t	m^3CH_4 / m^3Gas de Rellenos Sanitarios	Continuo/ Semanal	m	Medido por un analizador de gases continuo o un analizador de gases portátil calibrado. Debe realizarse un promedio de los datos por intervalo de tiempo t.
Ecuación 5.6	$Closed_{discoun}$	Ajuste para tener en cuenta el metano que se habría quemado en la antorcha de referencia desde los pozos de referencia en un relleno sanitario cerrado	m^3CH_4	Anualmente	C	Calculado por año, pero puede ser escalado para periodos de reporte de proyectos menores a un año
Ecuación 5.7	$NQ_{discount}$	Ajuste para tener en cuenta el metano que se habría quemado de dispositivo de línea de destrucción, no calificado	m^3CH_4	Anualmente	C	Calculado por año, pero puede ser escalado para periodos de reporte de proyectos menores a un año
Ecuación 5.8.	$Dest_{max}$	Deducción de la capacidad no utilizada del dispositivo de línea de destrucción	m^3CH_4	Semanal, mensual o por periodo de reporte (no más que semanal)	C	Esta deducción sólo se aplicará cuando se utilice un nuevo dispositivo de destrucción durante la actividad del proyecto

Ecuación 5.8	$LFG_{B,t}$	Flujo de gas de relleno sanitario real del dispositivo de destrucción de metano en el intervalo de tiempo t	m^3 / t	Anualmente	c	Calculado según la Sección 5. Calculado por año, pero puede ampliarse para períodos de reporte de proyecto de menos de un año.
Ecuación 5.6	$B_{CH_4, closed}$	Fracción de metano del gas de relleno destruido por antorchas de base en un relleno cerrado	m^3CH_4 / m^3LFG	Continuo/ Otro	m	Medido por un analizador de gas continuo o un analizador de gas portátil calibrado
Ecuación 5.7	LFG_{B2}	Gas de relleno que habría sido destruido por el sistema de destrucción original no calificado durante el período de reporte	$m^3LFG / year$	Anualmente	c	Calculado según la Sección 5, o según las orientaciones del Apéndice C. Calculado por año, pero puede ser escalado para los periodos de reporte de proyectos menores a un año
Ecuación 5.7	$B_{CH_4,NQ}$	Fracción de metano del gas de relleno destruido por dispositivos no calificados de la base	m^3CH_4 / m^3LFG	Continuo/ Otro	m	Medido por un analizador de gas continuo o un analizador de gas portátil calibrado

Ecuación 5.8	$LFG_{Bmax,t}$	La máxima capacidad de flujo de gas de relleno sanitario del dispositivo de destrucción de metano de en el intervalo de tiempo t	m^3 / t	Al comienzo del primer período de reporte	c	Calculado en base a las especificaciones del fabricante y/o de los ingenieros para el dispositivo de destrucción y sistema ventilador. Se utilizará la capacidad máxima del componente limitante, el dispositivo de destrucción o ventilador.
Ecuación 5.8.	$LFG_{B,t}$	El flujo de gas de relleno real del dispositivo de destrucción de metano de base en el intervalo de tiempo t	m^3	Continuo	m	Medido continuamente por un caudalímetro y registrado al menos una vez cada 15 minutos
Ecuación 5.9 Ecuación 5.10	FF_{CO2}	Emisiones de dióxido de carbono totales de la destrucción de combustibles fósiles durante el período de reporte	tCO_2	Anualmente	c	

Ecuación 5.10	$FF_{PR,j}$	Total de combustible fósil consumido por el sistema de recolección y destrucción de gas del relleno sanitario del proyecto durante el período de reporte, por combustible tipo j	GJ / yr	Mensual	o	Calculado a base de registros mensuales de combustible fósil comprado y consumido.
Ecuación 5.10	$EF_{FF,j}$	Factor de emisión de combustible específico	kgCO ₂ / GJ combustible fósil	Anualmente	r	Consulte el Apéndice B.
Ecuación 5.9 Ecuación 5.11	EL_{CO_2}	Emisiones de dióxido de carbono indirectas totales desde el consumo de electricidad de la red durante el período de reporte	tCO ₂		c	
Ecuación 5.11	EF_{EL}	Factor de emisión de carbono para la electricidad utilizada	kgCO ₂ / MWh	Anualmente	r	

Ecuación 5.11	EL _{PR}	Total de electricidad consumida por el sistema de recolección y destrucción de gas del relleno sanitario del proyecto durante el período de reporte	MWh		m/o	Obtenida de la medición en sitio o de registros de compra de utilidad. Necesarios para determinar las emisiones de CO ₂ del uso de electricidad para operar la actividad de proyecto.
Ecuación 5.9 Ecuación 5.12	NG _{PR}	Cantidad total de gas natural suplementario utilizado durante el período de reporte	tCO ₂	Anualmente	c	Incluye emisiones de metano y dióxido de carbono no combustionado.
Ecuación 5.12	NG _i	Cantidad total de gas natural suplementario entregado al dispositivo de destrucción i durante el período de reporte	m ³	Continuo	m	Medidos antes de la entrega al dispositivo de destrucción.
Ecuación 5.12	NG _{CH4}	Fracción de metano promedio del gas natural suplementario previsto por el proveedor de combustible	m ³ CH ₄ / m ³ FFG		r	Consulte los registros de compra.

Ecuación 5.2	T	Temperatura del gas de relleno sanitario	°C	Continuo	m	No requiere control independiente de temperatura cuando se utilizan medidores de flujo que ajustan los volúmenes de flujo de temperatura y presión automáticamente, expresando los volúmenes de gas de relleno sanitario en metros cúbicos normalizado.
Ecuación 5.2	P	Presión del gas de relleno sanitario	Atm	Continuo	m	No requiere control independiente de temperatura cuando se utilizan medidores de flujo que ajustan los volúmenes de flujo de temperatura y presión automáticamente, expresando los volúmenes de gas de relleno sanitario en metros cúbicos normalizado.

7 Parámetros de Reporte

Esta sección ofrece una guía sobre las reglas y procedimientos de reporte. Una de las prioridades de la Reserva es facilitar la divulgación de información en forma consistente y transparente entre los desarrolladores de proyectos. Se deben reportar las reducciones de emisiones netas de metano y dióxido de carbono dentro del Límite de Estimación de los GEI. Como mínimo, los desarrolladores de proyectos deben presentar al Reserva reportes de las reducciones de emisiones verificadas, una vez por año.

7.1 Documentación para la Presentación del Proyecto

Los desarrolladores de proyectos deben presentar la siguiente información al Reserva para enlistar un proyecto de rellenos sanitarios:

- Formato de Presentación de Proyectos
- Diagrama del anteproyecto (confidencial)
- Diagrama del proyecto (confidencial)

Los desarrolladores del proyecto deben proporcionar la siguiente documentación durante cada período para que la Reserva emita los CRTs para las reducciones de gases de efecto invernadero cuantificadas.

- Diagrama del Proyecto – Sólo si ha habido algún cambio desde el período de reporte anterior (confidencial)
- Plan de Monitoreo del Proyecto (confidencial)
- Formulario de Evaluación de Salvaguardias Sociales y Ambientales
- Herramienta para los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)
- Reporte de Datos del Proyecto
- Reporte de Verificación
- Declaración de Verificación
- Formato de Declaración de Propiedad firmado
- Formato de Declaración de Cumplimiento Reglamentario firmado
- Formato de Declaración de Implementación Voluntaria firmado
- Formato de No Conflictos firmado

Como mínimo, la documentación del proyecto anterior estará disponible al público a través del registro en línea de la Reserva. Mayor divulgación y otra documentación podrá estar puesto a disposición de forma voluntaria a través de la Reserva. Los formatos de presentación de proyectos se pueden encontrar en la página web del Protocolo.

7.2 Mantenimiento de Registros

Con el propósito de poder realizar verificaciones independientes y llevar un registro histórico de la documentación, los desarrolladores de proyectos deben conservar toda la información descrita en este protocolo por un período de 10 años desde el momento de su generación o por 7 años desde su última verificación. Esta información no estará disponible públicamente, pero puede ser solicitada por el verificador o por la Reserva.

Salvaguardas Sociales y Ambientales

- Documentación firmada (minuta/ notas de reunión) del Consentimiento Libre, Informado y Previo que se presentó al operador del relleno sanitario y/o a los participantes pertinentes en el lugar del proyecto.

- Documentación firmada que aprueba el proyecto y el desarrollador de proyecto (por ejemplo, contrato o carta)
- Registros históricos y monitoreo y reporte continuo de las salvaguardas mediante el registro de datos de mediciones físicas, fuentes en línea y datos gubernamentales.
- Declaración de no conflictos ejecutada.

La información del sistema:

- Todas las entradas de datos sobre el cálculo de las reducciones de las reducciones de GEI.
- Copias de todos las licencias o permisos de operación de residuos sólidos, aire, agua y tierra, avisos de incumplimiento, y toda orden de autorización administrativa o legal fechada, al menos, 3 años antes de la fecha de inicio del proyecto, y por cada año siguiente de operación del mismo.
- Certificación del desarrollador del proyecto del cumplimiento de los requisitos reglamentarios relacionados con el proyecto de gas de relleno sanitario.
- Información sobre los dispositivos de recolección y control (fechas de instalación, listado de equipos, etc.)
- Información sobre el medidor de flujo del gas de relleno sanitario (número de modelo, número de serie, procedimientos de calibración del fabricante).
- Información sobre el monitor de metano (número de modelo, número de serie, procedimientos de calibración).
- Información sobre el monitor del dispositivo de destrucción (número de modelo, número de serie, procedimientos de calibración).
- Datos del flujo del biogás (para cada medidor de flujo)
- Datos de calibración del medidor de flujo del biogás (para cada medidor de flujo)
- Datos de monitoreo del metano
- Datos de calibración del monitor de metano
- Datos de monitoreo del dispositivo de destrucción (para cada dispositivo de destrucción)
- Datos de calibración del monitor del dispositivo de destrucción (para cada dispositivo de destrucción)
- Cálculos mensuales y anuales de las toneladas de CO₂e
- Registros y resultados de las verificaciones iniciales y anuales.
- Todos los registros de mantenimiento relevantes al sistema de control del gas de relleno sanitario, equipos de monitoreo y dispositivos de destrucción.
- Registros operativos del relleno sanitario relacionados con la cantidad de desechos colocados en el sitio (registros de básculas, etc.), o el reporte WIP documentado más reciente aceptado por una agencia reguladora

Si se utiliza un analizador de gas portátil calibrado:

- Fecha, hora y lugar de medición del metano
- Contenido de metano del biogás (% por volumen) para cada medición
- Tipo y número de serie del instrumento de medición del metano
- Medidas correctivas adoptadas en caso de que el instrumento no cumpla con las especificaciones de desempeño.

7.3 Periodo de Reporte y Ciclo de Verificación

7.3.1 Periodos de Reporte

El periodo de reporte es el periodo de tiempo durante el cual se cuantifican las reducciones de emisiones de GEI de las actividades del proyecto. Los desarrolladores de proyectos deben reportar las reducciones de GEI resultantes de las actividades del proyecto durante cada periodo de reporte. Un periodo de reporte no puede superar los 12 meses de duración, excepto el periodo de reporte inicial, que puede abarcar hasta 24 meses. La Reserva aceptará reportes verificados de reducción de emisiones cada seis meses, si el desarrollador del proyecto opta por un periodo de reporte y programa de verificación subanual (por ejemplo, mensual, trimestral o semestral). Los periodos de reporte deben ser contiguos; no puede haber lagunas en los reportes durante el periodo de acreditación de un proyecto una vez que el primer periodo de reporte ha comenzado.

7.3.2 Periodos de verificación

El periodo de verificación es el periodo de tiempo durante el cual se verifican las reducciones de emisiones de GEI de las actividades del proyecto. El periodo de verificación inicial de un proyecto de relleno está limitado a un periodo de reporte de hasta 24 meses de datos. Los periodos de verificación posteriores pueden abarcar hasta dos periodos de reporte, con un máximo de 24 meses de datos (es decir, 12 meses de datos por periodo de reporte). No se emitirán CRT para los periodos de reporte que no hayan sido verificados. En el caso de cualquier periodo de reporte que termine antes del final del periodo de verificación (es decir, el año 1 de un periodo de verificación de 2 años), deberá presentarse a la Reserva un reporte de monitoreo provisional a más tardar seis meses después del final del periodo de reporte correspondiente. El reporte de monitoreo intermedio contendrá un resumen de las reducciones de las emisiones, una descripción de las actividades de QA/QC y una descripción de cualquier posible incumplimiento, error en los datos, problemas de medición o cambios importantes en el proyecto. Todas las secciones obligatorias de los reportes de monitoreo provisionales deben verificarse en la verificación posterior.

Para cumplir el plazo de verificación, el desarrollador del proyecto debe tener la documentación de verificación requerida (véase el apartado 7.1) presentada en un plazo de 12 meses a partir del final del periodo de verificación. La fecha de finalización de cualquier periodo de verificación debe coincidir con la fecha de finalización de un periodo de reporte.

7.3.3 Calendario de visitas de verificación

Debe realizarse una visita al sitio durante la verificación inicial y, a partir de entonces, al menos una vez cada dos periodos de reporte. Un periodo de reporte puede ser verificado sin una nueva visita al sitio si se cumplen los siguientes requisitos:

1. Se realizó una nueva visita al sitio junto con la verificación del periodo de reporte anterior;
2. La verificación actual está siendo realizada por el mismo organismo de verificación que realizó la visita al sitio para la verificación anterior; y
3. No se han producido cambios significativos en los sistemas de gestión de datos, en los equipos o en el personal desde la anterior visita a las instalaciones.

Los requisitos anteriores se aplican independientemente de si el periodo de verificación contiene uno o dos periodos de reporte. La Reserva mantiene la discreción de requerir una nueva visita al sitio durante un periodo de reporte a pesar de la satisfacción de los requisitos

anteriores. Por ejemplo, la aprobación de una variación significativa durante el período de reporte podría considerarse motivo para negar la opción de renunciar a una visita al sitio para la verificación.

BORRADOR PCP

8 Orientación de Verificación

Esta sección les proporciona a los organismos de verificación una orientación acerca de cómo verificar la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de los proyectos de gas de rellenos sanitarios desarrollados de acuerdo con las normas del presente protocolo. Esta guía de verificación complementa al Manual del Programa de Verificación de la Reserva y describe las actividades de verificación en el contexto de los proyectos de destrucción de gas de rellenos sanitarios en Argentina.

Los organismos de verificación capacitados para verificar los proyectos de gas de rellenos sanitarios en Chile deberán de leer y familiarizarse con los siguientes documentos de la Reserva:

- Manual del Programa de Créditos de Compensación de la Reserva
- Manual del Programa de Verificación de la Reserva
- Protocolo de Rellenos Sanitarios para Chile (este documento)

El Manual del Programa de Créditos de Compensación de la Reserva, Manual del Programa de Verificación y los protocolos del proyecto están diseñados para ser compatibles entre sí y están disponibles en el sitio Web de la Reserva en <http://www.climateactionreserve.org>.

En los casos donde el Manual del Programa de Créditos de Compensación de la Reserva y/o el Manual del Programa de Verificación difieren de la orientación en el presente protocolo, registrará lo que se dicta en este protocolo.

Sólo los organismos de verificación acreditados por ISO, capacitados por la Reserva para este Protocolo son elegibles para verificar reportes sobre proyectos de rellenos sanitarios. Los organismos de verificación aprobados bajo otros protocolos de manejo de residuos y destrucción de metano de la Reserva o de la Junta de Recursos del Aire de California también pueden verificar proyectos de los rellenos sanitarios en Chile. Los organismos de verificación y los desarrolladores de proyectos deben considerar si el equipo de verificación dispone de las capacidades de lenguaje necesarias para realizar y completar las actividades de verificación. Se puede encontrar información acerca de la acreditación de los organismos de verificación y de la capacitación de verificación del proyecto de la Reserva en el sitio web de la Reserva <https://www.climateactionreserve.org/how/verification/>

8.1 Estándar de Verificación

El estándar de verificación de la Reserva para proyectos de rellenos sanitarios en Chile es el Protocolo de Rellenos Sanitarios de Chile (este documento), El Manual del Programa de Créditos de Compensación de la Reserva y el Manual del Programa de Verificación de la Reserva. Para verificar el reporte del proyecto del desarrollador de proyecto de un relleno sanitario, los organismos de verificación aplican las instrucciones del Manual del Programa de Verificación y esta sección del protocolo a las normas descritas en la Sección 2 a la 7 del presente protocolo. Las Secciones 2 a 7 proporcionar normas de elegibilidad, métodos para calcular la reducción de las emisiones, instrucciones y requisitos de supervisión del rendimiento y procedimientos para la presentación de reportes de información del proyecto a la Reserva.

8.2 Plan de Monitoreo

El Plan de Monitoreo sirve como base para los organismos de verificación para confirmar que se hayan cumplido los requisitos de monitoreo y reporte en la Sección 6 y 7, y que un

monitoreo y mantenimiento de registros consistente y riguroso esté en curso en el lugar del proyecto. Los organismos de verificación deberán confirmar que el Plan de Monitoreo cubre todos los aspectos de monitoreo y reporte contenidos en el presente protocolo y que especifiquen cómo se recogen y se registran los datos para todos los parámetros pertinentes en la Tabla 6.1.

8.3 Verificación de la Elegibilidad del Proyecto

Los organismos de verificación deben afirmar la elegibilidad de un proyecto de rellenos sanitarios de acuerdo con las reglas descritas en el presente protocolo. La tabla siguiente describe los criterios de elegibilidad para un proyecto de rellenos sanitarios. Esta tabla no representa todos los criterios para determinar la elegibilidad de manera integral; los organismos de verificación también deben observar la Sección 3 y la lista de elementos de verificación en la Tabla 8.2.

Tabla 8.1 Resumen de los Criterios de Elegibilidad

Reglas de Elegibilidad	Criterios de Elegibilidad	Frecuencia de Aplicación de la Regla
Ubicación	Chile	Una vez durante la primera verificación
Fecha de inicio	La fecha de inicio del proyecto no debe ser superior a 90 días después de que el gas de relleno sea destruido por primera vez por el dispositivo de destrucción del proyecto. Los proyectos deben presentarse para su inscripción en un plazo de 12 meses a partir de la fecha de inicio del proyecto.	Una vez durante la primera verificación
Período de acreditación del proyecto	Asegurarse de que el proyecto está dentro de su primer, segundo o tercer periodo de acreditación	Una vez durante cada periodo de acreditación
Estándar de Desempeño	Instalación de un dispositivo de destrucción que califique cuando no se requiere por ley (véase la Sección 3.4.1 para ver otros requisitos)	Una vez durante la primera verificación
Prueba de Requisito Legal	Formato de Declaración de Implementación Voluntaria firmado y procedimientos que establecen los procedimientos para determinar y demostrar que el proyecto pasa la Prueba de Requisito Legal	Cada verificación
Prueba de Cumplimiento Normativo	Formato de Declaración de Cumplimiento Regulatorio firmado y comunicación de todos los incumplimientos al verificador. El proyecto debe cumplir materialmente con todas las leyes aplicables.	Cada verificación

Exclusiones	• Biorreactores • Rellenos sanitarios que recirculan un líquido distinto a lixiviados en forma controlada Emisiones indirectas de los desplazamientos de electricidad de red o gas natural	Cada verificación
Salvaguarda Social 1 - CLPI	Documentación firmada que demuestre el cumplimiento de la salvaguarda social 1 CLPI	Una vez durante la primera verificación
Salvaguarda Social 2 - Notificación, participación y documentación continuas	Documentación firmada que demuestre el cumplimiento de la salvaguarda social 2 Notificación, participación y documentación continuas.	Cada Verificación
Salvaguarda Social 3 - Trabajo y seguridad	Formulario firmado de declaración de cumplimiento de la normativa que certifique el cumplimiento material de todas las leyes aplicables, incluidas las de trabajo y seguridad.	Cada Verificación
Salvaguarda Social 4 – Ausencia de conflictos	Certificado firmado de ausencia de conflictos que acredite que no existen disputas sobre la tenencia de la tierra que afecten a los límites del proyecto, incluidas todas las instalaciones del relleno sanitario directamente asociadas al proyecto de carbono.	Cada Verificación
Salvaguarda ambiental 1 - Calidad del aire y del agua	Formulario firmado de declaración de cumplimiento de la normativa que certifica el cumplimiento de todas las leyes aplicables, incluidas las relativas a la calidad del aire y del agua.	Cada Verificación
Salvaguarda ambiental 2 - Mitigación de contaminantes	Registros históricos y monitoreo y reporte continuos mediante el registro de datos de mediciones físicas, fuentes en línea y datos gubernamentales para demostrar que el proyecto se ha diseñado y ejecutado para mitigar las posibles emisiones de contaminantes que puedan causar la degradación de la calidad del suelo, el aire y las aguas superficiales y subterráneas, y que los desarrolladores del proyecto han obtenido los permisos locales adecuados antes de la instalación para evitar la infracción de todas las leyes aplicables.	Cada Verificación

8.4 Actividades Principales de Verificación

El Protocolo de Proyectos en Rellenos Sanitarios en Chile proporciona requisitos y orientación explícita para cuantificar las reducciones de gases de efecto invernadero asociadas con la destrucción de metano de los rellenos sanitarios. El Manual del Programa de Verificación describe las actividades principales de verificación que deberán desempeñarse por órganos de verificación para todas las verificaciones del proyecto. Las mismas se resumen más abajo en el contexto de un proyecto de rellenos sanitarios, pero los organismos de verificación también deberán seguir la orientación general en el Manual del Programa de Verificación.

La verificación es un esfuerzo de una evaluación de riesgos y datos de muestreo diseñados para asegurar que el riesgo de reportes erróneos es evaluado y abordado a través de muestreos adecuados, pruebas y revisiones y. Las tres actividades de verificación principales son:

1. Identificación de las fuentes, sumideros y depósitos de emisiones
2. Revisión de los sistemas de gestión de gases de efecto invernadero y las metodologías de estimación
3. Verificación de las estimaciones de reducción de las emisiones

Identificación de Fuentes, Sumideros y Depósitos de Emisiones

El organismo de verificación examina la totalidad de las fuentes, sumideros y depósitos identificados para un proyecto, como el uso de energía del sistema, el consumo de combustible, combustión y destrucción de varios dispositivos de destrucción calificativos y no calificativos y la oxidación del suelo.

Revisión de los sistemas de gestión de gases de efecto invernadero y metodologías de estimación

El organismo de verificación examina y evalúa la pertinencia de las metodologías y de los sistemas de gestión que el proyecto de rellenos sanitarios utiliza para recopilar datos de metano recogido y destruido y para calcular la línea base y las emisiones del proyecto.

Verificación de estimaciones de la reducción de las emisiones

El organismo de verificación además investiga áreas que tienen el mayor potencial de inexactitudes materiales y, luego confirma si se han producido inexactitudes materiales o no. Esto requiere visitas al sitio del proyecto para asegurar que los sistemas en el suelo corresponden y son coherentes con los datos suministrados al organismo de verificación. Además, el organismo de verificación vuelve a calcular una muestra representativa de los datos de rendimiento o emisiones para ser comparada con los datos reportados por el desarrollador del proyecto a fin de verificar los cálculos de reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero.

8.5 Elementos de Verificación del Proyecto de Rellenos Sanitarios de Chile

Las siguientes tablas ofrecen listas de elementos que un organismo de verificación necesita abordar mientras verifica un proyecto de rellenos sanitarios en Chile. Las tablas incluyen referencias a la sección del protocolo donde se describen los requisitos más detalladamente. La tabla también identifica elementos para los que se espera que un organismo de verificación aplique su opinión profesional durante el proceso de verificación. Se espera que los organismos de verificación utilicen su opinión profesional para confirmar que los requisitos del protocolo se

cumplen en los casos donde el protocolo no proporciona orientación prescriptiva (suficiente). Para obtener más información sobre el proceso de verificación de la Reserva y la opinión profesional, véase el Manual del Programa de Verificación.

Nota: Estas tablas no deberán considerarse como una lista completa o un plan para las actividades de verificación, sino más bien como una orientación sobre las áreas específicas de los proyectos de rellenos sanitarios que deben abordarse durante la verificación.

8.5.1 Elegibilidad del Proyecto y Emisión de CRT

La Tabla 8.2 enumera los criterios para la garantía razonable con respecto a la elegibilidad y emisión de CRT para los proyectos de rellenos sanitarios en Chile. Estos requisitos determinan si un proyecto es elegible para ser registrado en la Reserva y/o para recibir CRTs para el período de reporte. Si no se cumple uno de los requisitos, el proyecto podrá considerarse inelegible o las reducciones de gases de efecto invernadero del período de reporte (o un subconjunto del período de reporte) pueden ser inelegibles para la emisión de CRT, tal como se especifica en las Secciones 2, 3 y 6.

Tabla 8.2 Elementos de Verificación de Elegibilidad

Sección del Protocolo	Elemento de Calificación de Elegibilidad	¿Aplicar Opinión Profesional?
2.1	Verificar que el proyecto cumpla con la definición de un proyecto de rellenos sanitarios y que esté correctamente definido	No
2.1, 4	Confirmar que todos los dispositivos de calificación de línea base hayan sido correctamente justificados dentro del Límite Evaluación de Gases de Efecto Invernadero del proyecto	No
2.2	Verificar la titularidad de las reducciones revisando la Certificación del Título	No
2.2, 2.3	Para los acuerdos de uso directo entre el desarrollador del proyecto y el usuario final del gas de rellenos sanitarios (es decir, un cliente industrial que compra el gas de rellenos sanitarios de parte del desarrollador del proyecto), verificar que un mecanismo jurídicamente vinculante esté integrado en el lenguaje del acuerdo para asegurar que los créditos de desvío de los gases de efecto invernadero no serán contados dos veces	No
3.2	Verificar la elegibilidad de la fecha de inicio del proyecto	No
3.2	Verificar la precisión de la fecha de inicio del proyecto en base a los registros operacionales	Sí
3.3	Verificar que el proyecto esté dentro de su primer, segundo o tercer período de acreditación de 10 años	No
3.4.1	Verificar que el proyecto cumpla con la Prueba del Estándar de Desempeño adecuada para el tipo de proyecto	No
3.4.2	Confirmar la ejecución del Formato de Declaración de Implementación Voluntaria para demostrar la elegibilidad bajo la Prueba de Requerimiento Legal	No
3.5	Verificar que las actividades del proyecto cumplan con las leyes aplicables revisando los casos de incumplimiento proporcionados por el desarrollador del proyecto y realizar una evaluación del riesgo para	Sí

Sección del Protocolo	Elemento de Calificación de Elegibilidad	¿Aplicar Opinión Profesional?
	confirmar las declaraciones hechas por el desarrollador del proyecto en el Formato de Declaración de Cumplimiento Regulatorio	
6	Verificar que el Plan de Monitoreo del proyecto contenga los procedimientos para determinar y demostrar que el proyecto pasa la Prueba de Requerimiento Legal en todo momento	Sí
6	Verificar que el monitoreo cumpla con los requisitos del protocolo. Si no es así, verificar que una variación haya sido aprobada para las variaciones de monitoreo	No
6	Verificar que el sistema de control de gases de rellenos sanitarios esté siendo operado de manera compatible con las especificaciones de diseño	Sí
6	Verificar que haya una persona responsable de administrar y notificar las emisiones de gases de efecto invernadero, y que dicha persona esté debidamente capacitada y calificada para realizar esta función	Sí
6.2	Verificar que todos los medidores de flujo de gas y los analizadores de metano se adhieran a la programación de inspección, limpieza y calibración especificada en el protocolo. Si no es así, verificar que la variación para vigilar las variaciones haya sido aprobada o que se hayan hecho ajustes a los datos de acuerdo a los requisitos del protocolo	No
6.2	Si algún equipo falló una verificación de calibración, verificar que los datos de ese equipo fueron escalados según el procedimiento de calibración fallido para el período de tiempo adecuado	No
6.3	Si se utiliza, verificar que se haya aplicado la metodología de sustitución de datos correctamente	No
7.1, 7.2	Verificar que se creen los documentos apropiados para apoyar y/o justificar actividades relacionadas con el reporte de emisión de gases de efecto invernadero y que tal documentación se mantiene adecuadamente	Sí
	Si se concedieron variaciones, verificar que los requisitos de variación fueron cumplidos y aplicados correctamente	Sí
	Si se tomaron períodos de reporte de cero créditos, verifique que se cumplieron los requisitos del período de reporte de cero créditos	Si

8.5.2 Cuantificación de Reducciones de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

La Tabla 8.3 enumera los elementos que los organismos de verificación deberán incluir en su evaluación de riesgos y re-cálculo de las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero del proyecto. Estos elementos de cuantificación mostrarán cualquier decisión con respecto a si existen inexactitudes materiales y/o inmateriales en los cálculos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero del proyecto. Si existen inexactitudes materiales, deben revisarse los cálculos antes de que se emitan las CRTs.

Tabla 8.3 Elementos de Verificación de Cuantificación

Sección del protocolo	Elemento de Cuantificación	¿Aplicar Opinión Profesional?
4	Verificar que los SSRs incluidos en el Límite de la Evaluación de Gases de Efecto Invernadero correspondan a aquellos requeridos por el protocolo y los representados en el proyecto	No
5	Verificar que el desarrollador del proyecto haya cuantificado y agregado el uso de electricidad correctamente	Sí
5	Verificar que el desarrollador del proyecto haya cuantificado y agregado el uso de combustibles fósiles correctamente	Sí
5	Verificar que el desarrollador del proyecto haya aplicado los factores de emisión de combustibles fósiles y la entrega de electricidad por redes correctos	No
5.1	Verificar que el desarrollador del proyecto haya justificado la destrucción de metano de línea base en el escenario de línea base correctamente	No
5.2	Verificar que el desarrollador del proyecto haya monitoreado, cuantificado y agregado la cantidad de metano recogido de los rellenos sanitarios y destruido por el sistema de control de gases de rellenos sanitarios de proyecto correctamente	No
5, Apéndice B	Verificar que el desarrollador del proyecto haya aplicado las eficiencias de destrucción de metano correctas	No
Apéndice B	Si el desarrollador del proyecto ha utilizado los datos de prueba de origen en lugar de las eficiencias de destrucción predeterminadas, verificar la exactitud y pertinencia de los datos y cálculos	Sí

8.5.3 Evaluación de Riesgos

Los organismos de verificación revisarán los siguientes elementos en la Tabla 8.4 para orientar y dar prioridad a la evaluación de los datos utilizados para determinar la elegibilidad y cuantificación de las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero.

Tabla 8.4 Elementos de Verificación de Evaluación de Riesgos

Sección de Protocolo	Elemento que Informan la Evaluación de Riesgos	¿Aplicar Opinión Profesional?
6	Verificar que el plan de monitoreo del proyecto es suficientemente riguroso como para apoyar los requisitos del protocolo y el buen funcionamiento del proyecto	Sí
6	Verificar que la persona o el equipo responsable de la administración del reporte de actividades del proyecto están capacitadas para realizar esta función	Sí
6	Verificar que se haya impartido capacitación adecuada al personal asignado para las funciones de reporte de gases de efecto invernadero	Sí
6	Verificar que todos los contratistas estén cualificados para la administración y reporte de las emisiones de gases de efecto invernadero si el desarrollador del proyecto depende de ellos. Verificar	Sí

Sección de Protocolo	Elemento que Informan la Evaluación de Riesgos	¿Aplicar Opinión Profesional?
	que haya una supervisión interna para asegurar la calidad del trabajo del contratista	
6.1	Verificar que el equipo de monitoreo adecuado esté en su lugar para satisfacer los requisitos del protocolo	No
6.2	Verificar que el equipo de destrucción de metano fue operado y mantenido de acuerdo a las especificaciones del fabricante	Sí
7.2	Verificar que todos los registros necesarios se hayan mantenido por el desarrollador del proyecto	No

8.5.4 Completando la Verificación

El Manual del Programa de Verificación proporciona información detallada e instrucciones para que los organismos de verificación finalicen el proceso de verificación. Describe cómo completar un Reporte de Verificación, cómo preparar una Declaración de Verificación, cómo presentar los documentos necesarios a la Reserva y cómo notificar a la Reserva sobre el estado verificado del proyecto.

9 Glosario de Términos

Adicionalidad	Prácticas de manejo de rellenos sanitarios que exceden las prácticas de operación habituales, superan la caracterización original, y no son exigidas por la ley.
Anaeróbico	Relativo a, o causado por la ausencia de oxígeno.
Antorcha Pasiva	Sistema de destrucción por combustión del gas que no cuenta con un ventilador ni con un sistema de vacío que succione o empuje el gas del relleno sanitario hacia un quemador, si no que el gas se desplaza de forma natural sin intervención mecánica. A diferencia de los sistemas de destrucción activos, que utilizan sistemas para fomentar el flujo de gas (bombas, ventiladores, etc.)
Biorreactor	Cualquier relleno sanitario que: a. Cumple con la definición de la EPA de un biorreactor: "un relleno sanitario municipal (MSW, por sus siglas en ingles) o parte de un relleno sanitario MSW donde cualquier líquido distinto de lixiviados (lixiviado incluye condensado de gas de relleno sanitario) se agrega de forma controlada en la masa de residuos (a menudo en combinación con recirculación de lixiviados) para llegar a un contenido de humedad promedio mínimo de al menos 40 por ciento en peso para acelerar o mejorar la biodegradación anaeróbica (sin oxígeno) de los residuos." b. Ha sido designado por los reguladores federales, estatales o locales como un biorreactor. c. Ha recibido subvenciones o financiación para operar como un biorreactor.
CO ₂ equivalente (CO ₂ e)	La cantidad de un determinado GEI multiplicada por su Potencial de Calentamiento Global total. Esta es la unidad estándar para comparar el grado de calentamiento que pueden causar los diferentes gases de efecto invernadero.
Combustible fósil	Combustible, como el carbón, aceite y gas natural, producido por la descomposición de plantas y animales fosilizados.
Combustión móvil	Emisiones resultantes del transporte de materiales, productos, residuos y empleados como consecuencia de la combustión de los combustibles de las fuentes de combustión móviles pertenecientes a, o controladas por una compañía (ej. Automóviles, camiones, tractores, topadoras, etc.).
Compuestos orgánicos no metánicos (NMOC)	Compuestos orgánicos no metánicos medidos de acuerdo a las disposiciones de 40 CFR 60.754.
Desarrollador del proyecto	Entidad que lleva a cabo una actividad de proyecto, como se identifica en el Protocolo de Proyectos en Rellenos Sanitarios en Chile. El desarrollador del proyecto puede ser un tercero independiente o la entidad que maneja el relleno sanitario.
Bióxido de carbono (CO ₂)	El gas más común de los seis gases de efecto invernadero primarios, compuesto por un solo átomo de carbono y dos átomos de oxígeno.

Emisiones antropogénicas	Emisiones de gas de efecto invernadero provocadas por la actividad humana, consideradas como un componente no natural del Ciclo del Carbono (ej: destrucción de combustibles fósiles, deforestación, etc.).
Emisiones de CO ₂ biogénicas	Emisiones de CO ₂ que resultan de la destrucción y/o descomposición aeróbica de la materia orgánica. Las emisiones biogénicas son consideradas una parte natural del Ciclo del Carbono, a diferencia de las emisiones antropogénicas.
Emisiones directas	Emisiones de gas de efecto invernadero de fuentes pertenecientes a, o controladas por la entidad que las reporta.
Emisiones indirectas	Emisiones que resultan como consecuencia de las acciones de la entidad que las reporta, pero que son producidas por fuentes pertenecientes a, o controladas por otra entidad.
Dispositivo de destrucción no calificativo	Un quemador pasivo u otro sistema de combustión que da como resultado la destrucción de metano, pero que no puede ser usado como dispositivo de destrucción principal para un proyecto de destrucción de metano en virtud del presente protocolo.
Gas Licuado del Petróleo (GLP)	Combustible que se obtiene de la destilación del petróleo y del tratamiento de los líquidos del gas natural. Se compone principalmente de propano, butano, o una mezcla de ambos.
Gas de efecto invernadero (GEI)	Dióxido de carbono (CO ₂), metano (CH ₄), óxido nitroso (N ₂ O), hexafluoruro de azufre (SF ₆), hidrofluorocarbonos (HFCs), o perfluorocarbonos (PFCs).
Gas de relleno sanitario (biogás)	Gas que resulta de la descomposición de los residuos dispuestos en un relleno sanitario. Generalmente, el gas de relleno sanitario contiene metano, dióxido de carbono y otros gases orgánicos e inertes.
Línea Base del proyecto	Estimación de emisión de GEI habitual con respecto a la cual se miden las reducciones de emisiones de GEI generadas por una actividad de reducción de GEI específica.
Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL)	Uno de los mecanismos de flexibilización del Protocolo de Kyoto. Permite a los países del Anexo 1 del Protocolo de Kyoto suscribir acuerdos para cumplir con metas de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) en el primer periodo de compromiso comprendido entre los años 2008 - 2012, invirtiendo en proyectos de reducción de emisiones en países en vías de desarrollo (también denominados países no incluidos en el Anexo 1 del Protocolo de Kyoto).
Metano (CH ₄)	Potente gas de efecto invernadero con un Potencial de Calentamiento Global de 28 ³⁰ , compuesto por un solo átomo de carbono y cuatro átomos de hidrógeno.
MMBtu	Un millón de "British thermal units" (Btu).
Organismo verificador	Firma acreditada por la Reserva y el Estado de California para emitir un dictamen de verificación y ofrecer servicios de verificación a los

³⁰ Quinto Informe de Evaluación del IPCC: Cambio Climático 2014.

	operadores que deben presentar los reportes establecidos por este protocolo.
Óxido nitroso (N ₂ O)	Gas de efecto invernadero compuesto por dos átomos de nitrógeno y un solo átomo de oxígeno.
Período de reporte	Período específico de operación del proyecto para el cual el desarrollador del proyecto ha calculado y reportado reducciones de las emisiones y busca la verificación y la emisión de créditos. El período de reporte no puede ser de más de 12 meses.
Potencial de calentamiento global (PCG)	Índice de fuerza radiativa (grado de calentamiento atmosférico) que podría resultar de la emisión de una unidad de un determinado GEI comparado con una unidad de CO ₂ .
Proyecto de gas de relleno sanitario	Instalación de infraestructura cuya operación genera una disminución de las emisiones de GEI por medio de la destrucción del componente de metano del gas de relleno sanitario.
Quemador	Dispositivo de destrucción que utiliza una llama abierta para quemar gases combustibles con aire de combustión provisto por el aire ambiental no controlado que rodea a la llama.
Rellenos sanitarios	Área de tierra definida o excavación que recibe o ha recibido residuos como residuos domésticos, residuos sólidos comerciales, residuos no peligrosos y residuos sólidos industriales.
Relleno sanitario elegible	Un relleno sanitario: 1. No está sujeto a reglas u otros requisitos legales que requieran la destrucción de gas metano 2. No es biorreactor 3. No agrega ningún líquido lixiviado en la masa de residuos de una manera controlada
Verificación	Proceso utilizado para garantizar que las emisiones o reducciones de emisiones de GEI de un determinado participante han cumplido con el estándar mínimo de calidad y con los procedimientos y protocolos establecidos por la Reserva para calcular y reportar las emisiones y reducciones de emisiones de GEI.
Verificador acreditado	Firma verificadora aprobada por la Reserva para proveer servicios de verificación a los desarrolladores de proyectos.

10 Referencias

Ambiente, M. d. (2022). 5to Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Santiago de Chile.

Página web de la Junta de Recursos del Aire de California: California Air Resources Board, Landfill Methane Control Measure <http://www.arb.ca.gov/cc/ccea/landfills/landfills.htm>.

Climate Action Reserve, Program Manual (April 2024).

Climate Action Reserve, U.S. Landfill Project Protocol Version 6.0 (2022).

Climate Action Reserve Mexico Landfill Protocol Version 2.0 (2022)

Climate Action Reserve, Verification Program Manual (Febrero 2021).

Disposición final de residuos sólidos Rellenos sanitarios, v. y. (Marzo de 2023). Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Obtenido de <https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/340>

GE AES Greenhouse Gas Services, Landfill Gas Methodology, Versión 1.0 (Julio 2007).

Intergovernmental Panel on Climate Change, Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (2001).

Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 10: Emissions from Livestock and Landfill (2006)

International Organization for Standardization, ISO 14064 Greenhouses Gases Part 2, "Specification with Guidance at the Project Level for Quantification, Monitoring and Reporting of Greenhouse Gas Emissions Reductions or Removal Enhancements", Segunda Edición, 2019.

International Organization for Standardization, ISO 14064 Greenhouses Gases Part 3, "Specification With Guidance for the Validation and Verification of Greenhouse Gas Assertions", Segunda Edición, 2019.

Methane to Markets Partnership Landfills Subcommittee. 2007 Methane To Markets Partnership Expo, Preliminary Assessment For Landfill Methane Partnership Opportunities.

Ministerio de Energía Gobierno de Chile, Balance Nacional de Energía (2020), Santiago de Chile. Disponible en: https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/2022_informe_anual_bne_2020.pdf

Ministerio de Salud. (2006, enero 12). Decreto Supremo N.º 189: Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios. Diario Oficial de la República de Chile.

Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions. "Harnessing Farms and Forests in the Low-Carbon Economy How to Create, Measure, and Verify Greenhouse Gas Offsets", Duke University Press, Durham & London, 2007.

LTDA, G. S. (s.f.). Guía Técnica para la Fiscalización Ambiental a Rellenos Sanitarios SMA-Chile. Santiago de Chile, 2024.

Project: Proposal of Mitigation Instruments for the Waste Sector. Santiago, Chile: Implementa Sur and Ministry of Environment, Government of Chile, 2024

Regional, S. D. (2024). Informe Diagnostico y Catastro Nacional de Residuos Sólidos. Santiago de Chile.

Regional Greenhouse Gas Initiative, Draft Model Rule (Enero 2007).

Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE), Catastro de Residuos Sólidos Domiciliarios (2024), disponible en [Síntesis Nacional Diagnóstico y Catastro Nacional de RSD Marzo 2024.pdf](#)

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Revisions to the Approved Consolidated Baseline and Monitoring Methodology ACM0001, "Consolidated baseline methodology for landfill gas project activities," Clean Development Mechanism, Versions 06, Sectoral Scope 13 (Julio 2007).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Revisions to the Approved Consolidated Baseline and Monitoring Methodology ACM0001, "Consolidated baseline methodology for landfill gas project activities," Clean Development Mechanism, Versions 07, Sectoral Scope 13 (Noviembre 2007).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Approved Baseline and Monitoring Methodology AM0053, "Biogenic methane injection to a natural gas distribution grid" Clean Development Mechanism, Version 01, Sectoral Scopes 01 and 05 (2007).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (10 de 2025). Obtenido de Mecanismo de Desarrollo Limpio: <https://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>

U.S. Department of Energy 1605(b) Technical Guidelines for Voluntary Reporting of Greenhouse Gas Program.

U.S. Environmental Protection Agency, Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2005, EPA-430-R-07-002 (Abril 2007).

U.S. Environmental Protection Agency - Climate Leaders, Draft Offset Protocol – Landfill Methane Collection and Combustion (Octubre 2006).

World Resource Institute y World Business Counsel for Sustainable Development, Greenhouse Gas Protocol for Project Accounting (Noviembre 2005).

Apéndice A Revisión Marco Regulatorio

A.1 Leyes y Reglamentos

En Chile, la regulación de los rellenos sanitarios y la gestión de residuos sólidos está principalmente guiada por leyes nacionales y decretos supremos que establecen normas técnicas y ambientales. A continuación, se presenta un resumen de las leyes y normativas nacionales relacionadas con los rellenos sanitarios en el territorio de Chile

- Ley N° 18.695 (Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades, 1988)
Esta ley regula las funciones y atribuciones de las municipalidades en Chile, el Artículo 3 indica que corresponderá a las municipalidades la función privativa de aseo y ornato de la comuna la cual debe velar por el servicio de extracción de basura.
- Ley N° 21.455 (Ley Marco de Cambio Climático, 2022)
Esta ley establece el marco jurídico para que Chile enfrente el cambio climático, fijando como meta alcanzar y mantener la carbono-neutralidad al 2050.
Define instrumentos de gestión (planes, estrategias, presupuestos de carbono) y asigna responsabilidades a nivel nacional, regional y local, con el fin de coordinar acciones de mitigación y adaptación frente a los impactos climáticos.
- DFL 725 (Código Sanitario)
Corresponde a la Ley que establece las normas para fomentar, proteger y recuperar la salud de la población de Chile. Regula, sin limitarse a ello, desperdicios y basuras. En particular, el Decreto establece que existirá un Reglamento que fijará las condiciones de seguridad asociadas a la acumulación y disposición final de basuras y desperdicios (Artículo 78) y que le corresponde al Servicio Nacional de Salud autorizar y vigilar cualquier lugar destinado a estos fines (Artículo 80).
- Ley N.º 19.300 (Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, 1994)
Marco jurídico ambiental principal en Chile que consagra el derecho de la población a un ambiente libre de contaminación y reula instrumentos como la evaluación de impacto ambiental (EIA). El cual establece que todo proyecto que pueda causar impacto ambiental(incluyendo rellenos sanitarios) debe someterse al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental y obtener la aprobación mediante una Resolución de Calificación Ambiental (RCA) antes de poder construirse u operar. Esto garantiza que se adopten medidas para mitigar los efectos ambientales, como la contaminación del suelo y el agua.
- Decreto Supremo N.º 40/2012 (Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental-SEIA)
Establece el procedimiento y los requisitos del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), que es obligatorio para proyectos que pueden generar impactos ambientales significativos, como los rellenos sanitarios. Los proyectos de rellenos sanitarios deben ser sometidos al SEIA para evaluar sus posibles impactos sobre el entorno. Este proceso incluye la participación ciudadana y la consulta pública, permitiendo a las comunidades cercanas expresar sus preocupaciones y opiniones sobre el proyecto.Cualquier relleno sanitario nuevo o ampliación significativa debe someterse a evaluación, incluyendo medidas de mitigación, compensación o reparación de impactos

- Decreto Supremo N.º 189/2005 Reglamento Sobre condiciones sanitarias y de seguridad básica en los rellenos sanitarios.
Emitido por el Ministerio de Salud, Norma técnica específica que regula el diseño, construcción, operación, clausura y post-clausura de rellenos sanitarios. Destacando los siguientes puntos relevantes relativos a:
 - Biogás
 - *El Artículo 16 dentro de sus requerimientos establece que relleno Sanitario deberá contemplar un sistema de manejo de biogás diseñado en base a una proyección de la cantidad de biogás que se generará, garantizando condiciones de seguridad tanto en el interior como en los alrededores del sitios constructivas y operativas de los sitios de disposición final³¹. No obstante, lo anteriormente señalado en este artículo, los Rellenos Sanitarios que tengan una altura total inferior a seis metros no estarán obligados a contemplar un Sistema de Manejo de Biogás.*
Además, el Artículo 49. Establece que los rellenos con manejo de biogás deben tener un plan de monitoreo que controle fugas y asegure que el metano no supere niveles explosivos dentro ni fuera del sitio. considerando aspectos como condiciones climáticas, condiciones físicas de la instalación, entre otros.
- Decreto Supremo N.º 148/2003 (Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos)
Regula la disposición de residuos peligrosos, algunos de los cuales pueden ser tratados en rellenos sanitarios especiales. Si bien no regula directamente los rellenos sanitarios comunes, establece normas para la correcta disposición de residuos peligrosos que deben ser segregados y tratados de manera diferente a los residuos sólidos municipales.
- Decreto Supremo 1 (Aprueba Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, 2013)
El Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC)³², es una base de datos pública, destinada a capturar, recopilar, sistematizar, conservar, analizar y difundir la información sobre 26 emisiones, residuos y transferencia de contaminantes potencialmente dañinos para la salud y el medio ambiente. Relacionado con esto existe el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), el cual es una plataforma web que permite al generador, destinatario y gestores de residuos, cumplir con las obligaciones establecidas en el Reglamento RETC. Que puede consultarse en

A.2 Legislación Regional y Provincial.

Si bien a la fecha no hay una normativa regional específica para proyectos de Rellenos Sanitarios en Chile, los proyectos de rellenos sanitarios para la disposición de residuos sólidos domiciliarios y asimilables, deben someterse al sistema de evaluación ambiental (SEA), ingresando un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o una Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Posteriormente para poder funcionar, debe contar con los permisos sectoriales, correspondientes, emitidos por la Secretaria Regional Ministerial de Salud (SEREMI de Salud) de la región en que se emplazará el relleno sanitario.

³¹ El Decreto No 189, No exige la instalación de sistemas de recolección o destrucción de biogás, ni establece la cantidad mínima de gas que debe ser captada y quemada, ni las tecnologías específicas a ser usadas.

³² <https://datosretc.mma.gob.cl/group/residos>

Entre las funciones y obligaciones de Las SEREMI de Salud y SEREMI de Ambiente para cada una de las regiones en Chile están sin limitarse a ello, dictar disposiciones complementarias adaptadas a las realidades locales, así como fiscalizar el cumplimiento de las normas nacionales, y colaborar en la gestión ambiental y de salubridad; Emitir opinión sobre anteproyectos de ley o decretos supremos que afecten a la región en materia de calidad ambiental; entre otros

A continuación, se enlistan ejemplos de guía y planes gestionadas por las SEREMI de salud y SEREMI de ambiente

La SEREMI de Salud y la SEREMI de Medio Ambiente también han publicado directrices y planes, como la Guía para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial, 2000, que aborda los impactos ambientales causados por los residuos generados por las industrias de galvanoplastia.

Otras normativas complementarias: Aparte, existen instrumentos de planificación obligatorios para cada región, que establecen metas de reducción, valorización y disposición final segura, se trata de los Planes Regionales de Gestión de Residuos Sólidos (PRGRS).

A.3 Regulaciones en materia de prevención, higiene y seguridad en el trabajo en Chile

- Decreto Supremo N.º 594/1999 (Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo)
Regula las condiciones sanitarias y ambientales en los lugares de trabajo, incluyendo rellenos sanitarios. Establece medidas de protección para los trabajadores expuestos a residuos sólidos y materiales peligrosos.
Asegura condiciones seguras y (LTDA) adecuadas para los trabajadores de los rellenos sanitarios, protegiéndolos de los riesgos asociados con el manejo de residuos y la exposición a gases y otros subproductos de la descomposición.
- Decreto Supremo 119 (Aprueba reglamento de seguridad de las plantas de biogás e introduce modificaciones al reglamento de instaladores de gas, 2017)
Este reglamento fija los requisitos mínimos de seguridad en todas las etapas de una planta de biogás: diseño, construcción, operación, mantenimiento, inspección y cierre. Se aplica a actividades de producción, almacenamiento, uso o consumo de biogás y procesos relacionados.

Los desarrolladores de proyectos no sólo deben seguir el protocolo para registrar las reducciones de GEI en la Reserva, sino que también deben cumplir todas las normativas locales regionales y nacionales sobre calidad del aire y del agua. Los proyectos deben diseñarse y ejecutarse para mitigar las posibles emisiones de contaminantes y los responsables de los proyectos deben adquirir los permisos locales adecuados antes de la instalación para evitar que se infrinja la ley.

Apéndice B Desarrollo del Umbral del Estándar de Desempeño

El propósito del estándar de desempeño es establecer un umbral que sea significativamente mejor que la producción media de GEI para un servicio específico, el cual, si es alcanzado o superado por el desarrollador de un proyecto, cumple con el criterio de “adicionalidad”. El protocolo de la Reserva se centra en la captura y combustión de metano procedente de rellenos sanitarios situados en Chile.

El análisis para establecer el estándar de desempeño evaluó datos específicos de Chile sobre prácticas de gestión de residuos. En última instancia, recomendó un umbral de cambio de prácticas que se centra en el escenario de línea base y en los cambios realizados en el escenario del proyecto. El resumen del análisis del estándar de desempeño incluye las siguientes secciones:

- Prácticas de gestión de residuos en Chile;
- Participación en el mercado del carbono; y
- Recomendación para el estándar de desempeño

B.1 Análisis de las Prácticas Comunes – Estándar de Desempeño

En Chile operan en el país 103 sitios de disposición final de residuos sólidos domiciliarios y asimilables (RSDyA), de los cuales 34 son rellenos sanitarios, ocho rellenos manuales, 36 vertederos y 25 basurales³³. Los porcentajes de disposición final de (RSDyA) en Chile se presentan en la tabla B.1. Los vertederos y basurales son métodos de eliminación que carecen de la gestión y el tratamiento de residuos más integrales que implica un relleno sanitario. Además la existencia de casi 61 vertederos y basurales a cielo abierto en todo el país conlleva impactos negativos ambientales, sociales y riesgos a la salud. Sin embargo, cabe destacar que, si bien el número de rellenos sanitarios es menor al número de vertederos y basurales como se muestra en Tabla B.1, el porcentaje de los residuos que llegan a los Rellenos Sanitarios sienta sitios de disposición ambiental y sanitariamente adecuados es mucho mayor, 85,4% de los RSDyA generados en el país. La siguiente tabla muestra la distribución de la disposición final de residuos en el país.

Tabla B.1 Situación de la disposición final en Chile en 2023

Basural	Vertedero	Relleno Sanitario	Rellenos Sanitarios Manuales
24%	35%	33%	9%

Fuente: Informe diagnóstico y catastro Nacional de Residuos Sólidos Domiciliarios en el 2022 ³⁴

A continuación, se presenta una lista de los rellenos sanitarios del país según la SUBDERE.

³³ Catastro de Residuos Sólidos Domiciliarios publicado en 2023 por la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE) disponible en Síntesis Nacional_Diagnóstico y Catastro Nacional de RSD Marzo_2024.pdf

³⁴ https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34919/Roadmap_ES.pdf?sequence=8

Tabla B.2 Rellenos sanitarios existentes en Chile, por región (2023).

Provincia	Relleno Sanitario*	RSDyA Recibidos en Rellenos Sanitarios (toneladas)
Tarapacá	-	-
Antofagasta	4	424.058
Atacama	4	123.619
Coquimbo	1	238.639
Valparaíso	3	736.398
O'Higgins	2	335.534
Maule	4	528.805
Biobío	3	709.700
La Araucanía	1	25.812
Los Lagos	2	173.658
Aysén	5	42.639
Magallanes	-	-
Metropolitana	3	3.388.652
Los Ríos	-	-
Arica y Parinacota	1	172
Ñuble	1	312.120
<i>Total de residuos municipales desechados en rellenos sanitarios (tonelada)</i>	34	7.039.806

*El sitio de vertido de residuos se considera un relleno sanitario si los gases y lixiviados generados se gestionan adecuadamente y se compactan y cubren periódicamente (preferiblemente a diario).

**Información obtenida de los administradores de rellenos sanitarios o de sitios web oficiales, basada en los registros de sitios de disposición de residuos.

***Se considera una generación de RSDyA es de 1,20 kg/persona*día y una población atendida de 23.000.432 habitantes.

B.2 Participación en los Mercados de Carbono

En Chile desde el 2003 al 2022, según datos del Quinto Informe Bienal de Actualización (BUR4) 16 proyectos de gas de relleno sanitario se encontraron en etapa de validación o registró, ante la junta directiva del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), habiendo aportado 19MW de capacidad instalada al país, en la Tabla B.3, se encuentra el detalle de los proyectos de Rellenos sanitarios que fueron acreditados o estuvieron fase de validación bajo el MDL

Tabla B.3 Rellenos sanitarios que fueron acreditados o estuvieron en proceso de acreditación bajo el MDL en Chile

Región / Área	Número aproximado de proyectos CDM	Detalle
Región Metropolitana	6	Incluye Loma Los Colorados, El Panul, Santa Marta. Proyectos más grandes con CERs significativos.
Región del Biobío	4	Coronel, El Empalme y algunos proyectos regionales agrupados.
Región de Valparaíso	2	La Hormiga (San Felipe), El Belloto (Quilpué).
Otras regiones (Copiapó, Los Ángeles, etc.)	4	Copiulemu, Cosmito, Lepanto y proyectos pequeños en diversas localidades.

Fuente: Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), datos de septiembre 2025
<https://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>

B.3 Recomendación para el estándar de desempeño

El estándar de desempeño recomendado es un umbral de cambio de prácticas que se centra en el escenario de línea base y en los cambios realizados en el escenario del proyecto. Según el 5º Informe Bienal, se encontraron en etapa de validación registro un total de 16 proyectos de gas rellenos sanitarios que informaron activamente durante el apogeo del MDL de los cuales se encontró que el Rellenos Sanitario de Santa Marta se permanecen activos bajo algún registro de certificaciones, el resto dejaron de acreditarse tras la caída del programa. Desde entonces, ha habido poca actividad de rellenos sanitarios en el mercado del carbono, lo que indica la necesidad de incentivos para controlar las emisiones.

Apéndice C Tablas de Factores de Emisión

Tabla C.1. Emisión de Combustible Factores para Combustión Estacionaria y Móvil

Combustible	Factor de emisión [kg CO ₂ /GJ]
Combustión estacionaria ^a	
Petróleo crudo	73.30
Líquidos de gas natural	64.20
Gasolina	69.30
Keroseno	71.90
Diesel	74.10
Combustóleo	77.40
Gas licuado de petróleo (GLP)	63.10
Nafta	73.30
Lubricantes	73.30
Coque de petróleo	97.50
Coque de carbón	94.60
Carbón bituminoso	94.60
Carbón subbituminoso	96.10
Gas natural	56.10
Aceites usados	73.30
Combustible	Factor de emisión [kg CO ₂ /GJ]
Combustión móvil ^b	
Vehículos de gasolina	69.3
Vehículos de gasolina/diésel	74.1
Vehículos de gas licuado de petróleo (GLP)	70.07
Vehículos de GLP	63.1
Vehículos de gas natural comprimido (GNC)	56.10
Vehículos de gas natural licuado	56.10
Aeronaves (queroseno)	71.90

^a IPCC, 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Volumen 2, Capítulo 2, Combustión Estacionaria, Tabla 2.5, páginas 2.22-2.23.

^b IPCC, 2006. Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Volumen 2, Capítulo 3, Combustión móvil, Tabla 3.2.1, página 3.16. No se hicieron correcciones en el IPCC 2019 Refinamiento.

Tabla C.2. Valores Caloríficos netos de Combustibles Fósiles

Combustible	Poder calorífico neto	
Combustibles sólidos	Kcal/Kg	GJ/tonelada métrica*
Carbón	7.000	29.29
Coque de petróleo	8.100	33.89
Coque de mineral	7000	29.29
Combustibles líquidos ^a	Kcal/Kg	GJ/litro
Petróleo crudo nacional	10.963	0.03781
Petróleo crudo importado	10.860	0.03884
Gasolina motor	11.200	0.03420
Gasolina aviación	11.400	0.03338
Keroseno	11.100	0.03761
Keroseno de Aviación	11.400	0.03761
Petróleo Diesel	10.900	0.03830
Nafta	11.500	0.03831
Combustibles gaseosos		GJ/m³
Gas natural	9.341	

Fuente: Balance Nacional de Energía (2020), Chile. Disponible en:

https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/2022_informe_anual_bne_2020.pdf

* Factor de conversión: 1 kilocaloría = 0,004184 gigajulios.

Eficiencias de Destrucción para Dispositivos de Combustión

Si está disponible, se utilizará la eficacia de destrucción de metano de fuente oficial probada en lugar de la eficacia de destrucción de metano predeterminada. Los desarrolladores del proyecto tienen la opción de utilizar las eficacias de destrucción de metano predeterminadas proporcionadas, o las eficiencias de destrucción de metano específicas por sitio proporcionadas por un proveedor de servicios de prueba de una fuente acreditada por una agencia estatal o local, para cada uno de los dispositivos de combustión utilizados en el proyecto, realizado cada 12 meses.

Tabla C.3. Eficiencias de Destrucción Predeterminadas para Dispositivos de Combustión

Dispositivo de Destrucción	Eficiencia de Destrucción
Quemador abierto	0.96
Quemador cerrado	0.995
Motor de combustión interna de combustión suave	0.936
Motor de combustión interna de combustión rica	0.995
Caldera	0.98
Microturbina o grandes turbinas de gas	0.995
Actualizar y el uso de gas como combustible gas natural/LNG	0.95
Inyección en tubería de transmisión y distribución de gas natural y actualización	0.98*
Uso fuera del sitio de gas en virtud del acuerdo de uso directo	Por el factor del dispositivo de destrucción correspondiente (no tubería)

Fuente: Las eficiencias de destrucción predeterminadas para quemadores cerrados y dispositivos de generación de electricidad se basan en un conjunto preliminar de datos de prueba de una fuente real proporcionados por el Distrito de Administración de Calidad del Aire del Área de la Bahía. Los valores predeterminados de la eficiencia de destrucción son los menores del percentil veinticinco de los datos proporcionados o 0.995. Estas eficiencias de destrucción predeterminadas pueden ser actualizadas a medida que más datos de prueba de fuente se encuentran disponibles para la Reserva.

* Las Directrices Revisadas del IPCC 1996 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero da un valor estándar para la fracción de óxido de carbono para el gas destruido del 99,5% (Manual de Referencia, Tabla 1.6, página 1.29). También da un valor para las emisiones de procesamiento, transmisión y distribución de gas que sería una estimación muy conservadora por pérdidas en la tubería y fugas en el usuario final (Manual de Referencia, Tabla 1.58, página 1.121). Estas emisiones se dan como 118, 000kgCH₄/PJ sobre la base del consumo de gas, que es del 0,6%. Se dicen que las fugas en los sectores residenciales y comerciales son de 0 a 87, 000kgCH₄/PJ, que equivale al 0,4% y en plantas industriales y estaciones de energía, las pérdidas son de 0 a 175, 000 kg/CH₄/PJ, que es equivale al 0,8%. Estas estimaciones de fugas se componen y son multiplicadas. La eficacia de destrucción de metano para gas de relleno sanitario inyectada en el sistema de transmisión y distribución de gas natural ahora puede calcularse como el producto de estos tres factores de eficiencia, dando una eficacia total de $(99,5\% \times 99,4\% \times 99,6\%) = 98,5\%$ de los usuarios del sector residencial y comercial y $(99,5\% \times 99,4\% \times 99,2\%) = 98,1\%$ para plantas industriales y estaciones de energía.³⁵

³⁵ GE AES Greenhouse Gas Services, Landfill Gas Methodology, Version 1.0 (July 2007).

Apéndice D Directrices de Presentación de Datos

Este anexo proporciona una guía para calcular las reducciones de emisiones cuando la integridad de datos se ve comprometida por la falta de datos puntuales. Ninguna sustitución de datos es permisible para equipos, tales como termopares que monitorean el funcionamiento apropiado de los dispositivos de destrucción. Por ello, las metodologías presentadas a continuación deberán ser usadas sólo para los parámetros de concentración de metano y de medición de flujo.

La Reserva esperaría que los proyectos tengan datos continuos e ininterrumpidos para el período completo de la verificación. Sin embargo, la Reserva reconoce que acontecimientos u ocurrencias inesperados pueden tener como resultado vacíos de datos.

La siguiente metodología de sustitución de datos se puede usar sólo para vacíos de datos del flujo y de concentración de metano, que son limitados, no crónicos, y debidos a circunstancias imprevistas. La sustitución de datos puede ser aplicado únicamente a la concentración del metano o a las lecturas de flujo, pero no a ambos simultáneamente. Si hacen falta los datos para ambos parámetros, las reducciones no podrán ser acreditadas.

Además, la sustitución sólo puede ocurrir cuando se corrobora que dos otros parámetros monitoreados del dispositivo de destrucción funcionan apropiadamente y la operación de sistema se encuentra dentro de los rangos normales. Se deben demostrar estos dos parámetros como sigue:

1. El funcionamiento apropiado puede ser evidenciado por las lecturas del termopar para la flama, la salida de energía para motores, etc.
2. Para la sustitución de datos de la concentración del metano, los índices de flujo durante el vacío de datos deben ser consistentes con los de las operaciones normales.
3. Para la sustitución de datos del flujo, los índices de la concentración del metano durante el vacío de datos deben ser consistentes con los de las operaciones normales.

Si los parámetros de confirmación no demuestran cualquiera de estos requisitos, no se puede emplear ninguna sustitución. Si los requisitos mencionados se cumplen, la siguiente metodología de sustitución podrá ser aplicada:

Duración de falta de datos	Metodología de Sustitución
Menos de 6 horas	Usar el promedio de cuatro horas inmediatamente antes de y después de la falla
De 6 a 24 horas	Usar el 90% del límite de confianza inferior de las 24 horas previas y posteriores a la falla
De uno a siete días	Usar el 95% del límite de confianza inferior de las 72 horas previas y posteriores a la falla
Más de una semana	No se pueden sustituir datos y no se generarán créditos

El límite de confianza inferior se debe usar tanto para la concentración del metano como para las lecturas de flujo para proyectos de rellenos sanitarios, ya resulta en una mayor actitud conservadora.

Para la concentración de metano medida semanal, debe utilizarse el menor valor de la medición antes y la medición después. Esta sustitución sólo puede utilizarse para sustituir datos para datos de medición faltantes consecutivos de una sola semana.