

RAGEI | 2014

Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Desechos 2014

Categoría:
**DISPOSICIÓN DE DESPERDICIOS
SÓLIDOS EN TIERRA**

Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Desechos del año 2014
Categoría: Disposición de desperdicios sólidos en tierra

Preparado por:

Ministerio del Ambiente
Viceministerio de Gestión Ambiental
Dirección General de Calidad Ambiental

Lima, 2017

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. METODOLOGÍA Y RESULTADOS SECTORIALES.....	7
2.1 Mejoras metodológicas implementadas y acciones pendientes.....	7
2.2 Metodología de cálculo aplicada.....	11
2.3 Análisis de incertidumbre.....	13
2.4 Gestión de calidad y Control de calidad.....	15
2.5 Proceso de elaboración del RAGEI.....	21
2.5.1 Procedimientos y arreglos utilizados para recolectar la información del nivel de actividad y del factor de emisión.....	21
2.5.2 Los procedimientos y arreglos utilizados para archivar la data recibida y procesada para el RAGEI.....	22
2.5.3 Los esfuerzos para hacer de la elaboración del RAGEI un proceso continuo.....	22
3. RESULTADO SECTORIAL.....	24
3.1 Emisiones sectoriales del año 2014.....	24
3.2 Descripción de la situación sectorial.....	24
3.3 Coherencia de la serie temporal.....	26
3.4 Análisis de los resultados.....	28
4. RESULTADOS POR CATEGORÍA.....	29
4.1 Categoría disposición de desperdicios sólidos en tierra.....	29
4.1.1 Elección del método.....	29
4.1.2 Descripción del nivel de actividad.....	33
4.1.3 Factores de emisión y conversión.....	38
4.1.4 Análisis de incertidumbre.....	41
4.1.5 Gestión de calidad y Control de calidad.....	43
4.1.6 Análisis de resultados de la categoría.....	47
4.1.7 Sigüientes pasos.....	51
ANEXO:.....	53
Anexo 1: Datos del responsable del RAGEI.....	53
Anexo 2: Estimación de incertidumbre asociada a las emisiones del RAGEI.....	54

RESUMEN EJECUTIVO

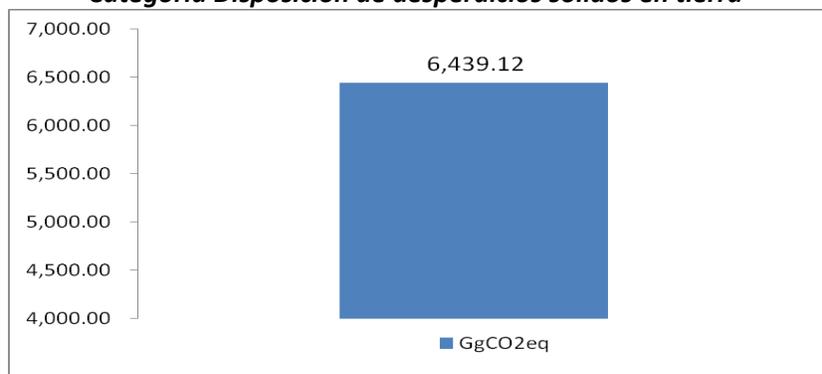
Las emisiones de gases efecto invernadero generadas por la disposición de desperdicios sólidos en la tierra en el año 2014 ascendieron a 6,439.12 GgCO₂eq.

Las metodologías utilizadas fueron: (1) las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de GEI – versión revisada en 1996 (GL 1996), (2) La Guía de Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero del año 2000 (OBP 2000) y (3) las Directrices del IPCC 2006 para los inventarios nacionales de GEI (GL 2006).

El RAGEI 2014 fue elaborado por la DGCA del MINAM contando con el acompañamiento y la supervisión, en el manejo de la información y proceso de cálculo, de la DGCCD.

El presente RAGEI contiene mejoras en el cálculo debido principalmente a que ahora se dispone de información más detallada sobre la generación y composición de residuos sólidos urbanos, información que antes se obtenía a partir de muestreo. Otra mejora importante respecto a los cálculos previos es la aplicación de un nuevo factor de emisión para el metano, calculado nacionalmente. Finalmente, el cálculo también ha incluido las recomendaciones generales dadas por la Consulta y Análisis Internacional (ICA por sus siglas en inglés) al Primer Informe Bienal de Actualización del Perú (BUR por sus siglas en inglés) donde se presentó el inventario nacional del 2010 a la CMNUCC.

Figura N°1. Emisiones en Gg CO₂eq del Sector Desechos Año 2014
Categoría Disposición de desperdicios sólidos en tierra



Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental - MINAM

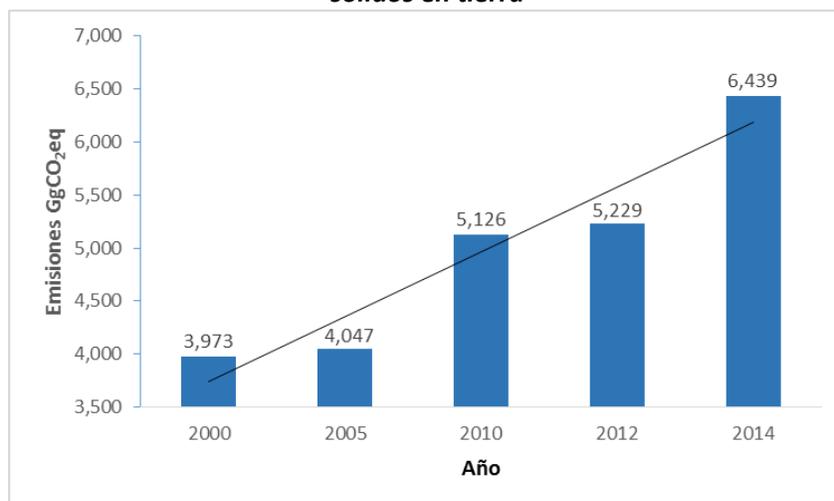
El análisis de la serie temporal de emisiones se realizó considerando que no se cuenta con la información requerida para replicar, en los años 2000, 2005, 2010 y 2012, el total de la metodología utilizada en el RAGEI 2014. El impacto de los cambios y mejoras introducidos en el presente RAGEI es evaluado en base a las directrices del IPCC, y se profundizará en los siguientes RAGEI.

Cabe resaltar que, para realizar la comparación entre el RAGEI 2014 con el RAGEI de los años anteriores, se ha asegurado que los RAGEI anteriores, además de haber sido elaboradas con la misma metodología GL1996, cuenten con las mejoras implementadas para el RAGEI 2014. Estas planillas de cálculo de los RAGEI anteriores actualizadas con las mejoras del RAGEI 2014 se encuentran disponibles en los documentos de sustento al presente reporte en los archivos con nombre: MINAM_Actualización de RAGEI Desechos_2000.xls, MINAM_Actualización de RAGEI

Desechos_2005.xls, MINAM_Actualización de RAGEI Desechos_2010.xls y MINAM_Actualización de RAGEI Desechos_2012.xls.

El comportamiento de las emisiones a lo largo del tiempo como se puede ver en la Figura N°2

Figura N°2. Curva de análisis de serie temporal RAGEI Categoría Disposición de desperdicios sólidos en tierra



Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental – MINAM

Del gráfico anterior se observa que las emisiones de GEI de la categoría de Disposición de Desperdicios Sólidos en tierra se ha incrementado en 1,209.7395 GgCO₂eq, un +23.13% respecto al último reporte del 2012, lo cual se atribuye al crecimiento de la población y al cambio de los hábitos de consumo.

Finalmente, resultado del proceso de estimación de emisiones de GEI y del análisis de su incertidumbre se han identificado necesidades como:

- Estimar la GPC de cada distrito a nivel nacional de acuerdo a la realidad de la zona, ubicación geográfica, características climatológicas y experiencia de especialistas técnicos que conocen la zona. Cuando se asume este dato únicamente por la cantidad de población que posee, el grado de incertidumbre es cada vez más alto.
- Contar con información verificada por un tercero sobre disposición de desperdicios sólidos en tierra con una antigüedad de 50 años con el fin de evaluar y desarrollar en el mediano plazo, el RAGEI con la metodología de la GL 2006. Para ello se cuenta con una estimación previa de la NAMA de Residuos Sólidos, la cual deberá ser validada.
- Fortalecer del Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL) para almacenar la información necesaria en la gestión de los residuos sólidos y de GEI. Deberá contar con un sistema de control de calidad de la información recolectada.
- Fortalecimiento de capacidades a las municipalidades para que proporcionen información confiable sobre su gestión de residuos sólidos. Lo cual se espera realizar en el corto plazo.
- Necesidad de contar con información y factores de emisión nacionales que hayan pasado por un proceso de control de calidad con el fin de disminuir la incertidumbre.

1. INTRODUCCIÓN

El presente reporte se presenta en cumplimiento al Decreto Supremo N°013-2014-MINAM, donde se aprueban las disposiciones para la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INFOCARBONO), el cual contribuye al cumplimiento con los acuerdos internacionales sobre cambio climático suscritos por el país. Además, el presente reporte representa también una herramienta para monitorear el cumplimiento de las metas establecidas en las Contribuciones Nacionales y cumplir con los acuerdos internacionales sobre cambio climático suscritos por el país.

El Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero (RAGEI) en el sector desechos aporta a la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero – INGEI al proveer información del sector y de sus emisiones de GEI. Además, es una herramienta que puede ser utilizada para la toma de decisiones y para priorizar acciones de reducción de emisiones de GEI en el sector.

El Ministerio del Ambiente (MINAM) es el responsable de la generación de información del RAGEI para el Sector Residuos Sólidos; la Dirección General de Calidad Ambiental (DGCA) cumple con elaborar el presente reporte basado en la Guía N° 4: Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero – Sector Desechos. Categoría: Disposición de desperdicios sólidos en tierra, elaborada por la Dirección General de Cambio Climático y Desertificación (DGCCD) del MINAM en base a las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de GEI – Versión Revisada en 1996 (GL 1996).

Este reporte, apoyará al monitoreo sectorial para cuantificar el cumplimiento de las Contribuciones Nacionales permitiendo identificar acciones de mejora, fomento de mejora de la estadística sectorial, implementación de acciones de cambio climático, reportando las emisiones de GEI del sector residuos sólidos anualmente desde el año 2014 en adelante a través de la plataforma del INFOCARBONO.

El presente reporte muestra las emisiones de GEI de la disposición de desperdicios sólidos en tierra a nivel nacional correspondientes al año 2014, detallando la metodología empleada y el análisis de este resultado el cual se podrá observar a detalle en el archivo Excel denominado RAGEI_Desechos_DRS 2014_MINAM 2016.xls adjunto al presente reporte.

2. METODOLOGÍA Y RESULTADOS SECTORIALES

2.1 Mejoras metodológicas implementadas y acciones pendientes

El Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero (RAGEI) contiene mejoras con el fin de obtener resultados confiables, además se han implementado las recomendaciones generales dadas por la ICA al Primer Informe Bienal de Actualización del Perú (BUR por sus siglas en inglés) donde se presentó el inventario nacional del 2010 a la CMNUCC.

Las acciones de mejora descritas a continuación corresponden a la categoría de disposición de desperdicios sólidos en tierra que es la única del sector analizado.

Tabla N°1. Acciones de mejora implementadas en el RAGEI (2014) en base a la revisión del ICA

N°	Descripción de la acción de mejora	Impacto en la estimación de tCO ₂ e _q de la serie temporal u otros atributos del RAGEI
1	Se han utilizado las tablas de los informes sectoriales anexadas a las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de GEI – Versión Revisada en 1996.	Se ha obtenido una herramienta de cálculo más amigable y entendible, lo cual ha mejorado la calidad del Inventario en cuanto a la comparabilidad ya que, al utilizar el mismo formato, permite ser comparado con inventarios de otros países.
2	Se ha detallado a mayor profundidad la información necesaria sobre las metodologías utilizadas para estimar las emisiones antropogénicas por las fuentes y la absorción antropogéna por los sumideros de gases de efecto invernadero, respecto a los anteriores RAGEI, todo ello tomando información verificada sobre la captura y quema/uso de metano en los rellenos sanitarios.	Permitió mejorar la calidad del inventario en cuanto a transparencia ya que cualquier tercero al inventario podrá revisar la información y pueda asegurar que el inventario cumple los requisitos de buenas prácticas. Además, el uso de información verificada permitió tener un cálculo mucho más exacto sobre las emisiones de GEI totales.
3	Se ha implementado un nuevo cálculo para el factor de corrección de metano nacional, el cual fue calculado con factores por defecto de la GL1996 y la proporción del peso de residuos que se disponen en cada tipo de sitio de disposición de desperdicios sólidos en tierra (con información de la DGCA del MINAM).	Permitió mejorar la calidad del inventario en cuanto a la exactitud, evitando estimaciones excesivas e insuficientes al conocer el Factor de corrección para el metano (FCM) Nacional.
4	Se ha detallado la fuente de los datos de actividad (generación de residuos sólidos proveniente de la DGCA del MINAM).	Se asegura la transparencia en la elaboración del RAGEI, demostrando que los datos utilizados son reales y verificables. Así mismo, el cambio de fuente de información mejoró la calidad del inventario reduciendo la incertidumbre al evitar métodos de estimación de datos a partir de una muestra ya que se tuvo acceso a la información detallada de generación de residuos incluyendo, cantidad y composición a nivel distrital de todo el país.
5	Se han descrito los procedimientos y arreglos utilizados para recolectar y archivar la data para la preparación del inventario, describiendo la designación de los encargados	Esta designación ha permitido acceder y registrar la información necesaria de manera mucho más eficiente. Esto es importante porque a partir del RAGEI 2014 es elaborado bajo el liderazgo del sector

N°	Descripción de la acción de mejora	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI
	del RAGEI.	competente (DGCA – MINAM).
6	Se describieron los esfuerzos para hacer de este RAGEI un proceso continuo.	Se asegura que se elaboren los RAGEI los siguientes años de forma sistemática y comparable, buscando garantizar la coherencia de la serie temporal de las estimaciones a futuro.
7	En el presente RAGEI se indica el rol de los actores o instituciones involucradas en la elaboración del mismo.	La descripción de los actores ha permitido tener un panorama claro sobre el flujo de la información requerida para la elaboración del RAGEI.
8	Se ha informado de manera transparente la aplicación de la metodología para el cálculo de emisiones a partir del Nivel 1 (Tier 1) y se detalla en la Tabla N°2 las acciones que se requieren a futuro para migrar al Nivel 2 o a la GL2006	Se ha aumentado la transparencia del informe al clarificar con mayor facilidad la información necesaria para el cálculo.
9	Se ha cuantificado la incertidumbre asociada a los datos y factores de emisión.	Conocer la incertidumbre del cálculo para mejora del análisis de la exactitud de los cálculos realizados.

Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental

Tabla N°2. Acciones de mejora implementadas en el RAGEI (2014) en base a la revisión del equipo sectorial

No	Descripción de la acción de mejora	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI
1	Asignación de datos de GPC para todos los distritos a nivel nacional, lo cual no ocurría para años anteriores donde se estimaban los valores considerando un muestreo. Esta data se ha elaborado mediante rangos de población mucho más precisos y teniendo en cuenta también la ubicación geográfica.	Mejora de la calidad del inventario en cuanto a la exactitud del resultado, disminuyendo la incertidumbre.
2	Asignación de datos de composición de residuos sólidos para costa, sierra, selva y Lima Metropolitana y Callao, lo cual no ocurría para años anteriores donde se estimaban los valores considerando un muestreo.	

Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental

Así también, se han identificado algunas acciones para que sean abordadas en los siguientes RAGEI. Estas acciones se planifican implementar en un corto plazo (1 año) y mediano plazo (1 – 5 años). Ellas, requieren de esfuerzos asociados a fortalecer las capacidades de los actores involucrados por lo que a continuación se muestra el detalle de lo requerido por cada acción de mejora identificada.

Tabla N°3. Acciones de mejora planificadas para futuros RAGEI en base a la revisión del ICA

No	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
1	Asegurar la coherencia temporal de la serie a través de la estimación de las emisiones del 2014 y la de al menos 2 RAGEI adicionales, con la metodología de extrapolación de datos de GPC y composición a partir de una muestra como se ha trabajado los inventarios anteriores, con el fin de aplicar el método de superposición parcial para observar el comportamiento en el tiempo y verificar su coherencia.	Garantizar la coherencia de la serie temporal. Fundamental para establecer la confianza en las tendencias de inventario declaradas.	Por implementar	Mediano plazo
2	Incluir en el cálculo de emisiones a otros gases presentes en el proceso de Disposición de Desperdicios Sólidos en Tierra, tales como el COVDM. Este gas no ha sido considerado en el RAGEI 2014 y se debe realizar un análisis adicional para definir la metodología final a ser utilizada para su estimación.	Mejorar la exhaustividad del RAGEI dado que actualmente únicamente se estima el metano (CH ₄)	Por implementar	Mediano plazo
3	Incentivar a que las municipalidades distritales a nivel nacional reporten los datos de GPC y composición de su jurisdicción anualmente, con puntualidad y coherencia.	Mejorar la exactitud y reducir la incertidumbre del RAGEI.	En el 2017 se ejecutarán estudios para el fortalecimiento del SIGERSOL.	Mediano plazo.

Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental – MINAM

Tabla N°4. Acciones de mejora planificadas para futuros RAGEI en base a la revisión del equipo sectorial

No	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
1	Establecer una organización interna que permita generar los RAGEI de forma oportuna y cada vez con mejor calidad, asegurando la institucionalización de la elaboración del RAGEI en la DGCA mediante la creación de capacidades en los funcionarios encargados.	Mejorar la sostenibilidad del proceso y asegura mantener y mejorar la calidad del RAGEI en el tiempo.	En 2014 se ha capacitado al personal de la DGCA para la elaboración del RAGEI de los siguientes años.	Corto plazo.
2	Evaluar metodologías adecuadas para determinar si es factible contar con datos de disposición de desperdicios sólidos en tierra de al menos 50 años y por tanto migrar hacia metodologías como la GL 2006.	Mejorar la exactitud de los cálculos del RAGEI al reflejar mejor las verdaderas pautas del proceso de degradación de los residuos sólidos a lo largo del tiempo.	No se han iniciado acciones al respecto.	Mediano plazo

No	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
3	Implementación de un sistema de evaluación y verificación interno de los datos que son reportados por las municipalidades distritales a MINAM, principalmente datos de generación y composición de residuos sólidos.	Mejorar la exactitud de los cálculos al contar con un proceso de control de calidad más profundo.	No se han iniciado acciones al respecto.	Mediano plazo
4	Efectuar la verificación cruzada de una muestra de datos de entrada	Detectar errores de transcripción, mejorando la calidad del inventario en cuanto a la exactitud del resultado.	No se han iniciado acciones al respecto.	Mediano plazo
5	Utilizar un método de aproximación simple que arroje resultados similares al del cálculo original y más complejo, para garantizar que no haya errores de entrada de los datos ni errores de cálculo.	Garantizar la inexistencia de errores en la entrada de datos ni errores en el cálculo, mejorando la calidad del inventario.	No se han iniciado acciones al respecto.	Mediano plazo
6	Confirmar que los pasos correctos para el procesamiento de la información se encuentren bien representados en la base de datos.	Detectar errores en el proceso de cálculo y con ello mejorar la calidad del inventario.	No se han iniciado acciones al respecto.	Mediano plazo
7	Garantizar que los campos de datos estén bien identificados y contengan las especificaciones de diseño correctas.	Mejorar la calidad del inventario.	No se han iniciado acciones al respecto.	Mediano plazo
8	Controlar que los antecedentes de quienes proporcionan el dictamen de expertos para las estimaciones de incertidumbres sean adecuados.	Reducir la incertidumbre del inventario.	No se han iniciado acciones al respecto.	Corto plazo
9	De ser necesario, duplicar los cálculos de incertidumbre de una muestra pequeña de las distribuciones de probabilidad usadas por los análisis de Monte Carlo (por ejemplo, mediante los cálculos de incertidumbre según el Método 1).	Reducir la incertidumbre del inventario.	No se han iniciado acciones al respecto.	Mediano plazo
10	Controlar que los efectos de las actividades de mitigación queden reflejados correctamente en los cálculos de la serie temporal.	Asegurar la coherencia temporal del inventario.	No se han iniciado acciones al respecto.	Mediano plazo
11	Confirmar que se declaren las estimaciones para todas las categorías y para todos los años, a partir del año de base correspondiente, hasta el período	Asegurar la coherencia temporal del inventario.	No se han iniciado acciones al respecto.	Mediano plazo

No	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
	del inventario actual.			
12	Comparar los factores de emisión por defecto del IPCC con los factores del nivel de sitio o planta	Reducir la incertidumbre del inventario	No se han iniciado acciones al respecto.	Mediano plazo
13	Analizar en más detalle las condiciones de disposición final residuos sólidos de zonas rurales para conocer el potencial de emisiones de metano y con ello evaluar su inclusión y cuantificación en el inventario.	Mejorar la exactitud de los cálculos del RAGEI al tener la certeza de que el inventario abarca todas las fuentes de emisión de metano proveniente de la gestión de desperdicios sólidos en tierra.	No se han iniciado acciones al respecto.	Mediano plazo
14	Completar datos de nivel de actividad para los nuevos distritos mediante formatos de toma de decisiones para estos casos.	Reducir la incertidumbre del inventario	No se han iniciado acciones al respecto.	Corto plazo
15	Solicitar la revisión del inventario a especialistas en las prácticas nacionales de gestión de desechos sólidos. Estos expertos deberán ser agentes externos al MINAM.	Mejorar la calidad del inventario.	No se han iniciado acciones al respecto.	Corto plazo
16	Comparar las tasas de emisión del RAGEI peruano con países similares que tengan características demográficas y económicas comparables y que además la metodología sea la misma.	Mejorar la calidad del inventario.	No se han iniciado acciones al respecto.	Corto plazo

Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental – MINAM

2.2 Metodología de cálculo aplicada

Las emisiones de GEI generados por la disposición de desperdicios sólidos en tierra han sido estimadas utilizando las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de GEI – Versión Revisada en 1996 (GL 1996). La Guía de Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero del año 2000 (OBP 2000) y las Directrices del IPCC 2006 para los inventarios nacionales de GEI (GL 2006) han sido también usados en el proceso de elaboración del RAGEI. La OPB del 2000 complementa las metodologías de cálculo y evaluación de la GL 1996, mientras que la GL2006 ha sido utilizada principalmente como documento soporte y consulta.

El cálculo se realizó en base al Nivel N°1 (Tier 1), método de cálculo que usa factores de emisión brindados por el IPCC. Además, este método de cálculo involucra el uso de datos per cápita u otros métodos cuando no se cuenta con datos históricos sobre las cantidades, la composición y las prácticas de disposición de desperdicios sólidos en tierra a lo largo de varias décadas.

A continuación, se muestra las categorías del sector desechos consideradas en el RAGEI 2014 y el tipo de gases estimados:

Tabla N°5. Categorías del sector desechos y gases estimados

Codificación		Descripción	Categorización IPCC (GL1996)	GEI generados – directos e indirectos	GEI estimados en el RAGEI 2014	
6		Sector	Desechos	CH ₄ , N ₂ O, NO _x , CO y COVDM	CH ₄	
	6A	Categoría	Disposición de desperdicios sólidos en tierra	CH ₄ , N ₂ O, NO _x , CO y COVDM	CH ₄	
		6A1	Sub-Categoría	Gestión de eliminación de residuos en la tierra	CH ₄ , N ₂ O, NO _x , CO y COVDM	CH ₄
		6A2	Sub-Categoría	Sitios de eliminación de residuos no gestionados	CH ₄ , N ₂ O, NO _x , CO y COVDM	CH ₄

Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental - MINAM

En el RAGEI 2014 se han abarcado las emisiones de gas metano (CH₄) debido a la disponibilidad de la información con la que se cuenta. La metodología del Nivel 1 de la GL1996 brinda procedimientos de cálculo para este gas de efecto invernadero. Sin embargo, se considera que se está abarcando la mayor cantidad de GEI del sector ya que el principal gas de efecto invernadero que se emite en los sitios de disposición de desperdicios sólidos en tierra producto de la descomposición anaeróbica de los residuos sólidos orgánicos es el gas metano.

Una de las acciones de mejora a implementar a futuro considera la inclusión de los GEI directos e indirectos, además del metano, que se emiten en los sitios de disposición de desperdicios sólidos en tierra.

Así mismo es importante mencionar que el presente RAGEI no considera estimaciones de emisiones a partir de fuentes que no figuren en la GL1996.

A continuación, se muestra que la terminología mencionada en la categoría de la GL1996, no ha variado, pues en la realidad nacional se califican por los mismos términos.

Tabla N° 6. Categorías de las fuentes de emisión del IPCC ajustadas a la realidad nacional – sector Desechos

Codificación		Termino original de la categoría IPCC (GL1996)	Término usado en el RAGEI	Justificación del cambio
6		Desechos	Desechos	No ha variado
	6A	Disposición de desperdicios sólidos en tierra	Disposición de desperdicios sólidos en tierra	No ha variado
		6A1	Disposición de desperdicios sólidos en tierra	No ha variado
		6A2	Sitios de eliminación de residuos no gestionados	No ha variado

Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental – MINAM

La sub categoría 6A1 considera la información de los desperdicios sólidos que son gestionados de manera controlada como un relleno sanitario y la sub categoría 6A2 considera la información de los desperdicios sólidos que no son gestionados y que por lo general se disponen en botaderos.

Para el caso de Perú, la sub categoría 6A1 abarca también los resultados de la sub categoría 6A2 debido a que la información de la gestión de los residuos sólidos gestionados y no gestionados no se puede separar.

2.3 Análisis de incertidumbre

El análisis de incertidumbre se ha realizado usando el método para la cuantificación de las incertidumbres de la OBP 2000 y se ha complementado con la GL2006 para el uso del valor de incertidumbre para la reducción de emisiones.

Para ello se han desarrollado las siguientes ecuaciones:

Ecuación N°1. Ecuación de propagación de errores - Regla A

$$U_{total} = \frac{\sqrt{(U_1 \times X_1)^2 + (U_2 \times X_2)^2 + \dots + (U_n \times X_n)^2}}{X_1 + X_2 + \dots + X_n}$$

Donde:

U_{total} = Incertidumbre porcentual en la suma de las cantidades (la mitad del intervalo de confianza del 95% dividido por el total (o sea, la media) y expresada como porcentaje)

x_i y U_i = son las cantidades inciertas y las incertidumbres porcentuales asociadas con ellas, respectivamente.

Ecuación N° 2. Incertidumbre combinada

$$G = \sqrt{E^2 + F^2}$$

Donde:

G= Incertidumbre combinada (%)

E= Incertidumbre en los datos de actividad (%)

F= Incertidumbre en el factor de emisión (%)

Ecuación N°3. Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t

$$H = \frac{G \times D}{\sum D}$$

Donde:

H = Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t (%)

G = Incertidumbre combinada (%)

D = Emisiones del año t

Ecuación N°4. Sensibilidad del tipo A

$$I = \frac{0.01 \times D_x + \sum D_i - (0.01 \times C_x + \sum C_i)}{(0.01 \times C_x + \sum C_i)} \times 100 - \frac{\sum D_i - \sum C_i}{\sum C_i} \times 100$$

Donde:

I = Sensibilidad del tipo A (%)

D = Emisiones del año t

C = Emisiones año base

Ecuación N°5. Sensibilidad del tipo B

$$J = \frac{D}{\sum C}$$

Donde:

J = Sensibilidad del tipo B (%)

D = Emisiones del año t

C = Emisiones año base

Ecuación N°6. Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en el factor de emisión

$$K = I \times F$$

Donde:

K = Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en el factor de emisión (%)

I = Sensibilidad del tipo A (%)

F = Incertidumbre en el factor de emisión (%)

Ecuación N°7. Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en los datos de actividad

$$L = J \times E \times \sqrt{2}$$

Donde:

L = Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en los datos de actividad (%)

J = Sensibilidad del tipo B (%)

E = Incertidumbre en los datos de actividad (%)

Ecuación N°8. Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales¹

$$M = \sqrt{K^2 + L^2}$$

Donde:

M = Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales

K = Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en el factor de emisión (%)

L = Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en los datos de actividad (%)

Para la aplicación de las orientaciones del cálculo de incertidumbre, se han asumido los siguientes supuestos y consideraciones:

- Asignar el promedio de incertidumbre para la información que proviene de las estadísticas oficiales.

¹ Para el análisis del presente RAGEI, esta es la incertidumbre introducida en la tendencia de las emisiones del sector en análisis.

- Colocar los valores incertidumbre en la fuente respectiva, priorizando la fuente más reciente y dependiendo de qué caso se trate (GL1996, la OBP2000 o la GL2006).
- Calcular el valor promedio ponderado de la incertidumbre del FCM nacional a partir de las incertidumbres asociadas a los FCM por defecto utilizadas de la GL 1996.
- Usar el promedio en los casos en los que se brinda un rango o valores máximos o mínimos.

Los resultados del cálculo de la incertidumbre para el presente RAGEI se puede observar a detalle en la penúltima hoja de cálculo de la planilla del RAGEI y el resultado es el siguiente:

Tabla N°7. Estimación de incertidumbre asociada a las emisiones del RAGEI²

Categoría de fuentes del IPCC	Gas	Incertidumbre de los datos de la actividad ³	Incertidumbre en el factor de emisión ⁴	Incertidumbre combinada	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
		%	%	%	%
Disposición de desperdicios sólidos en tierra	CH ₄	25%	5.6%	25.6%	44.3%
Total	CH ₄	25%	5.6%	25.6%	44.3%

Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental - MINAM

Se observa que el valor de incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones del sector es de 44.3% mientras que la incertidumbre combinada es de 25.6%.

Se espera que con el fortalecimiento del SIGERSOL y los proyectos que se desarrollen para la adecuada gestión de residuos sólidos, permita obtener datos nacionales certificados para disminuir este valor de incertidumbre actualmente reportado.

2.4 Gestión de calidad y Control de calidad

El control de calidad del presente RAGEI ha utilizado las recomendaciones brindadas por la GL1996, dichas recomendaciones implicaron un análisis de todas las etapas de elaboración, desde la recopilación de la información hasta la elaboración del reporte.

Tabla N°8. Procedimientos generales de control de calidad

Procedimiento	Procedimientos realizados por MINAM	Procedimientos realizados por la DGCA
Efectuar la verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación con la información relativa a las categorías y garantizar que estén registrados y archivados correctamente.	Realizó verificación cruzada	Se aseguró que los datos utilizados para la elaboración del RAGEI provengan de información oficial utilizada por la DGCA para la elaboración de reportes anuales. En cuanto a los datos de generación y composición de residuos sólidos, el especialista técnico de la Coordinación de Residuos Sólidos de la DGCA, quién elaboró el VII Informe Anual

² La Tabla N°6 es un resumen que muestra los resultados del cálculo de incertidumbre, evidenciados en el archivo la penúltima hoja de cálculo de la planilla del RAGEI 2014.

³ Los valores de incertidumbre asignados a los datos de actividad fueron tomados de OBP 2003, Capítulo 5, Cuadro 5.2, p.5.12

⁴ Los valores de incertidumbre asignados a los factores de emisión fueron tomados de OBP 2003, Capítulo 5, Cuadro 5.2, p.5.12

Procedimiento	Procedimientos realizados por MINAM	Procedimientos realizados por la DGCA
		<p>de Residuos Sólidos 2014, proporcionó la información requerida. El referido especialista fue quién generó la información utilizada en el presente RAGEI. El Coordinador de Residuos Sólidos, tiene conocimiento que dicha información se recolectó y generó siguiendo un método pertinente y reconocido por la DGCA para la elaboración de sus reportes anuales de gestión de residuos sólidos.</p> <p>El factor de corrección para el metano nacional se ha calculado relacionando los factores de corrección de metano por defecto de la GL1996 para cada tipo de sitio de disposición de desperdicios sólidos en tierra y además utilizando la proporción en peso de residuos que son destinados a cada tipo de sitio.</p> <p>En cuanto a los factores restantes, se han tomado los valores por defecto brindados por la GL1996, los cuales pueden ser verificados en el presente reporte y en la planilla de cálculo RAGEI_Desechos_DRS_2014_MINAM 2016.xls</p>
Confirmar que las referencias bibliográficas estén citadas correctamente en la documentación interna.	Confirmó las referencias	Para citar las referencias bibliográficas se utilizó el manual de la Asociación Psicológica Americana (APA) con el fin de uniformizar la información de sustento del presente reporte.
Efectuar la verificación cruzada de una muestra de datos de entrada de cada categoría (fueran mediciones o parámetros utilizados en los cálculos) para detectar errores de transcripción.	No se realizó la verificación cruzada	La DGCA no realizó la verificación cruzada de una muestra de datos. Esta verificación se realizará en un mediano plazo para la elaboración de los RAGEI.
Reproducir un conjunto de cálculos de emisiones y absorciones.	No se implementó.	En la planilla de cálculo del RAGEI se realizaron todos los cálculos utilizando las ecuaciones indicadas en la GL1996. Así mismo cada celda se encuentra enlazada con las celdas precedentes, lo cual facilitó la verificación del cálculo de las emisiones y reducciones de GEI del sector realizada por la DGCA
Utilizar un método de aproximación simple que arroje resultados similares al del cálculo original y más complejo, para garantizar que no haya errores de entrada de los datos ni errores de cálculo.	No se implementó.	No se implementó.
Controlar que las unidades estén identificadas correctamente en las planillas de cálculos.	Realizó control aleatorio de unidades.	Se aseguró que todos los datos de cálculo presenten las unidades correspondientes en la planilla de cálculo.

Procedimiento	Procedimientos realizados por MINAM	Procedimientos realizados por la DGCA
Controlar que se mantengan las unidades correctamente desde el comienzo hasta el final de los cálculos.	Realizó control aleatorio de unidades.	Se aseguró que todas las unidades de los datos de cálculo se mantengan hasta el final, teniendo cuidado en las conversiones, lo cual fue verificado con las consistencias de los resultados.
Controlar que los factores de conversión sean correctos.	Realizó control aleatorio de unidades.	Se aseguró que los factores de conversión utilizados sean los correctos y que cada uno provenga de una fuente confiable, la cual se detalla en la planilla de cálculo. En la planilla de cálculo se han colocado hojas específicas para mostrar los factores y parámetros utilizados. Las hojas de cálculo denominadas "Factores 6A" y "Prop. y Fact. de conversión", poseen la fuente de donde provienen los datos los cuales pueden ser verificados.
Controlar que se usen correctamente los factores de ajuste temporal y espacial.	No se requirió implementar.	No se requirió implementar.
Confirmar que los pasos correctos para el procesamiento de la información se encuentren bien representados en la base de datos.	No se implementó.	No se implementó.
Confirmar que las relaciones de los datos se encuentren bien representadas en la base de datos.	Confirmó existencia de relación entre los datos.	Todas las celdas de la planilla de cálculo se encuentran enlazadas una con la otra para confirmar la procedencia de los datos y el corroborar un resultado coherente.
Garantizar que los campos de datos estén bien identificados y contengan las especificaciones de diseño correctas.	No se implementó.	No se implementó.
Garantizar que se archive la documentación adecuada de la estructura y el funcionamiento de la base de datos y del modelo.	Se almacenó el inventario en la plataforma del INFOCARBONO.	La información utilizada para fines del presente reporte se encuentra en la carpeta denominada "RECURSOS", la misma que ha sido presentada para su revisión. Adicionalmente cada archivo posee un orden en el nombre de los archivos donde se especifica la información que contiene, el año al que pertenece la información y el año de elaboración del archivo. Con el fin de que la información se encuentre mucho más accesible.
Identificar parámetros (p. ej. datos de la actividad, constantes) comunes a muchas categorías y confirmar que haya coherencia en los valores usados para estos parámetros en los cálculos de emisión/absorción.	No se implementó	No se implementó debido a que este inventario consta de una sola categoría.

Procedimiento	Procedimientos realizados por MINAM	Procedimientos realizados por la DGCA
Controlar que los datos de emisiones y absorciones estén agregados correctamente de los niveles inferiores a los niveles superiores de generación de informes, al elaborar los resúmenes.	No se implementó	No se implementó debido a que este inventario consta de una sola categoría.
Controlar que se transcriban correctamente los datos de emisiones y absorciones entre los diferentes productos intermedios.	No se implementó	No se implementó pues no existen productos intermedios al contar con una sola categoría.
Controlar que los antecedentes de quienes proporcionan el dictamen de expertos para las estimaciones de incertidumbres sean adecuados.	No se implementó	No se implementó
Comprobar que se registren los antecedentes, las hipótesis y los dictámenes de expertos.	No se implementó	No se implementó
Comprobar que las incertidumbres calculadas estén completas y hayan sido calculadas correctamente.	Revisó el proceso de cálculo de la incertidumbre	Se realizó una revisión minuciosa del cálculo de la incertidumbre, verificando que los datos utilizados sean los correctos y los valores de incertidumbre sean elegidos coherentemente.
De ser necesario, duplicar los cálculos de incertidumbre de una muestra pequeña de las distribuciones de probabilidad usadas por los análisis de Monte Carlo (por ejemplo, mediante los cálculos de incertidumbre según el Método 1).	No se implementó	No se implementó
Controlar la coherencia temporal de los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría.	Revisó la coherencia temporal	Debido a que el presente RAGEI contiene acciones de mejora implementadas, para realizar el análisis de la serie temporal se han realizado los cambios necesarios en los RAGEI de años anteriores para elaborar una serie temporal coherente con la misma metodología.
Verificar la coherencia del algoritmo/método utilizado para los cálculos a través de la serie temporal.	No se implementó.	El método de superposición parcial se utilizó para garantizar la coherencia de los resultados
Verificar los cambios metodológicos y de datos que producen nuevos cálculos.	No se implementó.	Se verificó que la metodología para hallar el valor nacional del FCM y del COD sea la correcta y sea replicada en los RAGEI anteriores para analizar la coherencia temporal.
Controlar que los efectos de las actividades de mitigación queden reflejados	No se implementó.	No se implementó.

Procedimiento	Procedimientos realizados por MINAM	Procedimientos realizados por la DGCA
correctamente en los cálculos de la serie temporal.		
Confirmar que se declaren las estimaciones para todas las categorías y para todos los años, a partir del año de base correspondiente, hasta el período del inventario actual.	No se implementó.	No se implementó.
Para las subcategorías, confirmar que quede cubierta la categoría en su totalidad.	No se considera sub categorías para este inventario.	No se considera sub categorías para este inventario.
Proporcionar una definición clara de «Otro» tipo de categorías.	No se considera otras categorías para este inventario.	No se considera otras categorías para este inventario.
Controlar que se documenten los vacíos de datos conocidos que producen estimaciones incompletas, incluida una evaluación cualitativa de la importancia de la estimación respecto de las emisiones totales (p. ej., las subcategorías clasificadas como «sin estimar»)	No se considera sub categorías para este inventario.	No se considera sub categorías para este inventario.
Para cada categoría, deben compararse las estimaciones actuales del inventario con las estimaciones anteriores, si están disponibles. Si hay cambios significativos o divergencias de las tendencias esperadas, volver a controlar las estimaciones y explicar las diferencias. La existencia de cambios significativos en las emisiones o absorciones de los años anteriores puede indicar posibles errores de entrada o cálculo.	No se considera otras categorías para este inventario.	No se considera otras categorías para este inventario.
Controlar el valor de los factores de emisión implícitos (emisiones agregadas divididas por los datos de la actividad) en la serie temporal. - ¿Algún año presenta valores erráticos no explicados? - Si se mantienen estáticos en toda la serie temporal, ¿están capturándose los cambios en las emisiones o absorciones?	Se ha verificado las variaciones e identificado las posibles causas.	De acuerdo a las mejoras implementadas en el presente RAGEI las cuales además se implementaron en los RAGEI de años anteriores se ha comparado la variación que existe entre las emisiones actuales y las anteriores y en casos donde ha existido una variación considerable se ha identificado las posibles causas de esta variación.
Verificar si se advierten tendencias inusuales e	No se ha observado tendencias inusuales.	No se ha observado tendencias inusuales.

Procedimiento	Procedimientos realizados por MINAM	Procedimientos realizados por la DGCA
inexplicadas para los datos de la actividad u otros parámetros en la serie temporal.		
Comprobar que exista documentación interna detallada que respalde las emisiones y permita la reproducción de las estimaciones de emisión, absorción e incertidumbre.	Se ha solicitado la información de sustento.	Toda la información que sustenta el cálculo del RAGEI 2014 se encuentra adjunta al presente reporte.
Comprobar que los datos del inventario, los datos de respaldo y los registros del inventario se archiven y guarden para facilitar la revisión detallada.	Se ha almacenado la información en la plataforma del INFOCARBONO	Se aseguró que esta información se encuentre almacenada en medio físico y virtual en el archivo de la coordinación de Residuos Sólidos a cargo del coordinador.
Controlar que el archivo esté cerrado y se conserve en sitio seguro, una vez finalizado el inventario.	Se ha almacenado la información en la plataforma del INFOCARBONO	Se aseguró que esta información se encuentre almacenada en medio físico y virtual en el archivo de la coordinación de Residuos Sólidos a cargo del coordinador.
Controlar la integridad de los arreglos para el archivo de datos de los organismos externos participantes en la elaboración del inventario.	No se ha implementado.	No se tiene participación externa en la elaboración del inventario.

Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental - MINAM

Cabe mencionar que cada procedimiento realizado para asegurar la calidad del RAGEI 2014 ha sido evaluado y revisado previamente por la DGCCD quienes han brindado sus recomendaciones oportunamente para entregar el informe oportunamente.

Así mismo la OBP 2000 presenta técnicas de control de calidad específicas que se van a detallar en el punto 5.1.5 del presente reporte.

No se han podido aplicar procedimientos de control de calidad para factores de emisión tomados por defecto de la GL1996 debido a que no se cuenta con información sobre el contexto de los estudios sobre los cuales se basaron los factores de emisión por defecto del IPCC para compararlos con las condiciones nacionales. Sin embargo, se ha considerado como una acción de mejora que se implementará a futuro en un mediano plazo.

Así también, no se comparan los factores de emisión por defecto del IPCC con los factores del nivel de sitio o planta puesto que ese procedimiento no se realiza en el Perú en los sitios de disposición de desperdicios sólidos en tierra. Sin embargo, se espera que en el futuro se cuente con esta información.

No se aplican procedimientos de control de calidad para factores de emisión nacionales debido a que se utilizan los factores de emisión por defecto de la GL1996 para calcular el factor de

corrección para el metano nacional relacionándolo con la proporción en peso que recibe cada sitio de disposición de desperdicios sólidos en tierra.

Para el control de calidad de los datos del nivel de actividad, se ha considerado que los valores tomados de generación per cápita de residuos sólidos y la composición de los mismos, son coherentes con la realidad nacional, debido a que se posee información para cada distrito a nivel nacional. Sin embargo, se espera que en el futuro se implemente un sistema de control de calidad de la información recolectada del SIGERSOL.

2.5 Proceso de elaboración del RAGEI

2.5.1 Procedimientos y arreglos utilizados para recolectar la información del nivel de actividad y del factor de emisión.

A continuación, se describen los procesos implementados para obtener la información para la elaboración del RAGEI y los acuerdos que se han gestionado para la elaboración de los siguientes RAGEI en los siguientes niveles:

- Nivel interno en la Dirección General de Calidad Ambiental – MINAM

Acciones y arreglos implementados para el RAGEI en curso

- Los datos del nivel de actividad requeridos para la elaboración del RAGEI son datos de población los cuales se encuentran disponibles en la página web del Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI por lo que no se requirió realizar ninguna solicitud a esta institución. Para el caso de la información sobre la generación y composición de residuos sólidos, dicha información pertenece a la DGCA y ya se encontraba disponible dado que a la par se elaboró el VII Informe Anual de Residuos Sólidos para el año 2014. En este caso, solo fue requerido coordinar con el especialista técnico para utilizar la misma información en ambos reportes.
- Sobre el uso de los datos para el factor de corrección para el metano y el carbono orgánico degradable, se han utilizado los valores por defecto del IPCC para hallar el valor ponderado nacional que resultó en 0.82. Estos valores por defecto utilizados, se encuentran disponibles en la GL1996 la cual se encuentra disponible en la web del IPCC por lo cual no fue necesario emitir una solicitud formal.

Acuerdos de acciones y arreglos acordados para siguientes RAGEI

- El RAGEI considerará las mejoras identificadas e implementadas en el RAGEI 2014 con el fin de que, cuando se tenga los RAGEI de al menos dos años, se evalúe la coherencia temporal siguiendo la misma metodología.
- La elaboración del RAGEI estará a cargo de una organización interna de la DGCA que permita generar el inventario de forma oportuna, asegurando la institucionalización de la elaboración del RAGEI en la DGCA.

Acciones y arreglos propuestos por la entidad competente como mejoras a ser evaluadas/implementadas a futuro.

- Así también, se ha identificado que el trabajo de elaboración del RAGEI 2014 se ha visto beneficiado por el trabajo paralelo con el VII Informe Anual de Residuos Sólidos 2014, por lo cual se ha recomendado que los RAGEI de los siguientes años se trabajen en paralelo con la elaboración de estos informes anuales.
- Nivel interinstitucional:
- Debido a que la información necesaria para la elaboración del RAGEI se encuentra disponible en la DGCA, no se requiere de una coordinación interinstitucional para elaborar los siguientes RAGEI.

2.5.2 Los procedimientos y arreglos utilizados para archivar la data recibida y procesada para el RAGEI.

La información de base que fue procesada para la elaboración de RAGEI, incluyendo además la documentación de sustento, como guías, manuales, estudios, etc. son archivados de manera digital y en físico en el despacho de la coordinación de residuos sólidos de la DGCA.

A su vez, el especialista encargado de la elaboración de los informes anuales de GEI, el mismo que es encargado de la elaboración del VII Informe Anual de Residuos Sólidos, posee una copia de la totalidad de la carpeta.

Finalmente, esta información también se envía a la DGCCD de MINAM mediante la plataforma del INFOCARBONO y también mediante un memorándum adjuntando el presente reporte con la planilla de cálculo y los sustentos.

2.5.3 Los esfuerzos para hacer de la elaboración del RAGEI un proceso continuo.

- Dentro de la DGCA, la encargada de la elaboración del RAGEI es la Coordinación de Residuos Sólidos.
- Dentro de dicha coordinación, el especialista en residuos sólidos, es quién se encarga de sistematizar la información respecto a la gestión de residuos con fines de elaborar el Informe Anual de Residuos Sólidos y generar los insumos para el RAGEI.
- En esta oportunidad, por ser el primer año de elaboración de RAGEI sectorial, se ha contado con el apoyo de una especialista en GEI en el marco de la implementación de la Acción de Mitigación Nacionalmente Apropiada (NAMA, por sus siglas en inglés) de Residuos Sólidos, quien ha sido responsable de la elaboración del RAGEI. Dentro de esta asistencia técnica también se realizó capacitación sobre la elaboración del RAGEI para que se internalice la elaboración del RAGEI por propios especialistas de la DGCA.
- De acuerdo a lo mencionado anteriormente, este proceso de internalización del RAGEI en la DGCA requiere de capacitación constante a los especialistas de la DGCA sobre temas de cambio climático, la relación de la gestión de residuos sólidos y la gestión de GEI. Es necesario que se realice un acompañamiento en la elaboración del RAGEI, para asegurar el

control de calidad, y que se haga partícipe de las capacitaciones en GEI a los especialistas de la DGCA que se designen para la elaboración anual del reporte.

- Dado que la gestión de residuos sólidos es de competencia municipal, se ha identificado la necesidad de sensibilizar y capacitar a las mismas en la elaboración y puesta en práctica de su plan de gestión de residuos sólidos en cada institución con el fin de que los resultados sean reportados mediante SIGERSOL para ser utilizados en el RAGEI y en los informes nacionales de gestión de residuos sólidos.
- Dentro del proceso de recolección de la información se ha identificado la necesidad de fortalecer el Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos – SIGERSOL, que es un aplicativo web que recibe la información de la gestión de residuos de las municipalidades a nivel nacional. Así mismo se requiere capacitación a las municipalidades con el fin de que se incentive registrar dicha información a través de esta herramienta y de ese modo contar con datos de composición y generación de residuos sólidos de cada distrito. Además, se requiere un sistema de control de calidad para la información almacenada en el SIGERSOL. Es por ello que, este fortalecimiento del SIGERSOL, se ha identificado como una necesidad de mejora a corto plazo.
- A continuación, se presenta un resumen del rol de cada institución involucrada en el proceso de elaboración del RAGEI.

Tabla N° 9. Rol de las entidades involucradas en la elaboración del RAGEI

Entidad	Rol en la elaboración de RAGEI
Dirección General de Calidad Ambiental – DGCA MINAM	Responsable de elaborar RAGEI y documento Excel, responsable de proveer información para la categoría Disposición de desperdicios sólidos en tierra, específicamente: Generación per cápita de residuos sólidos municipales, generación de residuos sólidos no municipales y composición de residuos sólidos municipales.
Dirección General de Cambio Climático y Desertificación– DGCCD MINAM	Responsable de la elaboración del Inventario Nacional de GEI para el cual, acompaña, comenta y apoya en la elaboración del RAGEI del sector.
Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI	Tiene el rol de proveer la información sobre población total y urbana nacional, regional, provincial y distrital y hacerla disponible en su plataforma web para su acceso libre.

Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental – MINAM

3. RESULTADO SECTORIAL

3.1 Emisiones sectoriales del año 2014

Las emisiones de GEI totales del Sector Desechos – Categoría Disposición de desperdicios sólidos en tierra para el año 2014 es de 6,439.12 GgCO₂eq

Tabla N°10. Emisiones estimadas del Sector Desechos - Categoría Disposición de desperdicios sólidos en tierra

Reporte sectorial para Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (Gg)							
Categorías de fuentes o sumideros de GEI	CO ₂ ⁽¹⁾	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMOC	GgCO ₂ eq ⁽²⁾
Desechos totales	-	306.62	-	-	-	-	6,439.12
A Disposición de desperdicios sólidos en tierra	-	306.62	-	-	-	-	6,439.12
1 Gestión de eliminación de residuos en tierra ⁽³⁾	-	306.62	-	-	-	-	6,439.12
2 Sitios de eliminación de residuos no gestionados	-	NE	-	-	-	-	-
3 Otros	-	-	-	-	-	-	-

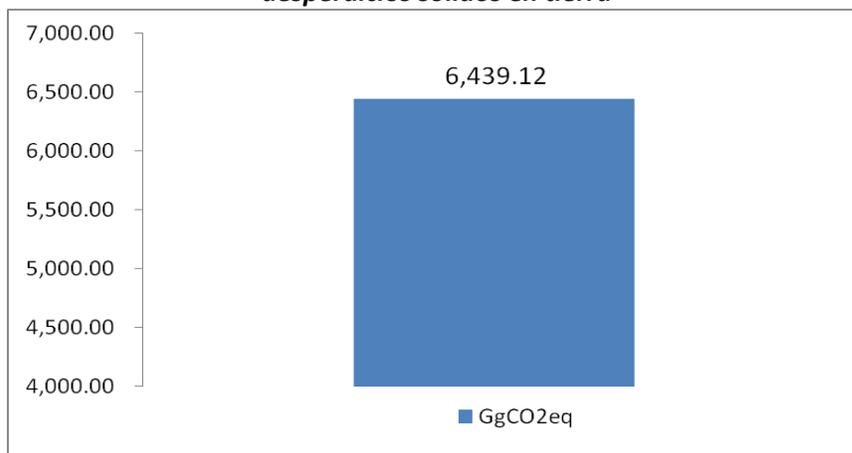
Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental – MINAM

(1) Tenga en cuenta que el CO₂ de la eliminación de residuos y la incineración sólo debe incluirse si proviene de fuentes de residuos no biológicos o inorgánicos.

(2) Columna añadida al modelo de tabla original mostrada en GL 1996. Instrucciones de reporte, Tablas. 23

(3) La sub categoría A1 abarca también los resultados de la sub categoría A2 debido a que la información de la gestión de los residuos sólidos gestionados y no gestionados no se puede separar.

Figura N°3. Emisiones en Gg CO₂eq del Sector Desechos – Categoría Disposición de desperdicios sólidos en tierra



Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental – MINAM

3.2 Descripción de la situación sectorial

La gestión de residuos sólidos en el Perú viene siendo abordada por los gobiernos locales como una responsabilidad de carácter exclusivo de acuerdo a la Ley General de Residuos Sólidos - LEY N° 27314 del año 2000. El MINAM cumple con su rol de coordinar con las autoridades sectoriales y municipales la debida aplicación de la Ley y promover la aplicación de planes integrales de gestión ambiental de residuos sólidos en las distintas ciudades del país.

De conformidad con lo establecido en la Ley, se incorpora en el Sistema Nacional de Información Ambiental la información referida a la gestión y manejo de los residuos sólidos.

Debido a la necesidad de contar con información sobre la gestión de los residuos sólidos se cuenta con el Sistema de Información para la Gestión de los Residuos Sólidos – SIGERSOL donde, las municipalidades cumplen con informar al MINAM acerca de su gestión de residuos sólidos. De acuerdo al marco normativo se ha establecido que las autoridades sectoriales y municipales deben poner a disposición del público información relativa a esta temática, por lo que, aunque la Ley General de Residuos Sólidos y su reglamento no hace mención específica al SIGERSOL, es un sistema que es utilizado para tal fin.

Si bien, desde la creación del SIGERSOL del año 2008 al año 2011; las municipalidades no han utilizado el SIGERSOL para enviar su información; actualmente el SIGERSOL ya viene recolectando bastante información ya que el Programa de Incentivos Municipales, promovido por el Ministerio de Economía y Finanzas, toma en cuenta al SIGERSOL como un medio para verificar el cumplimiento de las sobre la gestión de residuos sólidos que debe cumplir las municipalidades para acceder a estos incentivos.

Debido a ello, existe la necesidad de fortalecer el SIGERSOL para recolectar mayor información y con el fin de que tenga capacidad para procesar datos y que las municipalidades reciban una retroalimentación detallada de su gestión. Es por ello que se tiene previsto el rediseño de este aplicativo para el mediano plazo, el cual además recolectará información que servirá para la elaboración del RAGEI y como el sistema de monitoreo y verificación para la NAMA de Residuos Sólidos.

Por otro lado, es importante mencionar que, dentro del contexto de los residuos sólidos en el Perú, el gas metano (CH_4) es el gas de efecto invernadero relacionado a la categoría Disposición de desperdicios sólidos en tierra, producto de la descomposición anaeróbica de los residuos orgánicos que en el caso del Perú es un promedio del 53.16% del total de residuos sólidos (VII Informe Anual de Residuos Sólidos 2014, MINAM, 2016, p.18). Es por la presencia de gran cantidad de materia orgánica que va a sitios de disposición final, que se genera gran cantidad de metano.

Sin embargo, se puede notar que en el Perú se tienen diferentes tipos de disposición de desperdicios sólidos en tierra, los cuales, de acuerdo a sus características emiten diferentes cantidades de metano. La GL1996 proporciona diferentes factores de corrección de metano para cada tipo. Los botaderos no controlados con profundidad menor de 5 metros emiten menor cantidad de metano por la presencia de aire tienen descomposición aeróbica en la superficie. Los botaderos no controlados con una profundidad mayor a 5 metros emiten más cantidad de metano que el anterior ya que la descomposición es anaeróbica en la profundidad. Los rellenos sanitarios poseen mayor generación de metano ya que la descomposición de los residuos sólidos se presenta en condiciones anaeróbicas. De ello, mediante un estudio elaborado en el marco de la NAMA de Residuos Sólidos, se ha identificado un criterio nacional para la clasificación de los botaderos a nivel nacional: Los botaderos donde se almacenan los residuos sólidos de poblaciones mayores a 50,000 habitantes, poseían una profundidad mayor a 5 metros y los botaderos donde se almacenaban residuos sólidos de poblaciones menores a 10,000 habitantes, poseen una profundidad menor a 5 metros. Sin embargo, no se posee información de los botaderos que almacenan residuos

sólidos de poblaciones entre 10,000 y 50,000 habitantes, de las cuales se desconoce la profundidad del botadero.

La disposición de desperdicios sólidos en tierra debe darse en infraestructuras que cumplan los requisitos técnicos y legales. En el Perú, se cuenta al año 2014 con 10 rellenos sanitarios en Lima, Ancash, Cajamarca, Junín, Loreto y un botadero que se viene utilizando en la Región Callao.

La mayor disposición de desperdicios sólidos en tierra se da en las ciudades de Lima Metropolitana y Callao, con 2, 846,053 y 304,266 toneladas en el año 2014 respectivamente. A nivel nacional se dispusieron alrededor de 3, 380,384 toneladas en el mismo periodo esta cantidad, que corresponde al 45% de cobertura en cuanto a la cantidad de residuos sólidos dispuestos (VII Informe Anual de Residuos Sólidos 2014, 2016).

Si se toma en cuenta la población urbana que recibe el servicio de disposición de desperdicios sólidos en tierra, se tiene una cobertura de atención del 46%; sin embargo, si el análisis comprendiera solo a la población del interior del país (sin considerar Lima Metropolitana y Callao), se tiene que en el interior del país existe un déficit de atención a la población del 94% aproximadamente.

La cantidad anual de RSU generados depende del comportamiento de la población, tanto de la cantidad de habitantes y de los hábitos de consumo de los mismos y debido a que la población ha ido creciendo, la cantidad anual de RSU generados también se ha incrementado y por ende la cantidad de metano ha subido como se muestra en los resultados en comparación a los años anteriores.

3.3 Coherencia de la serie temporal

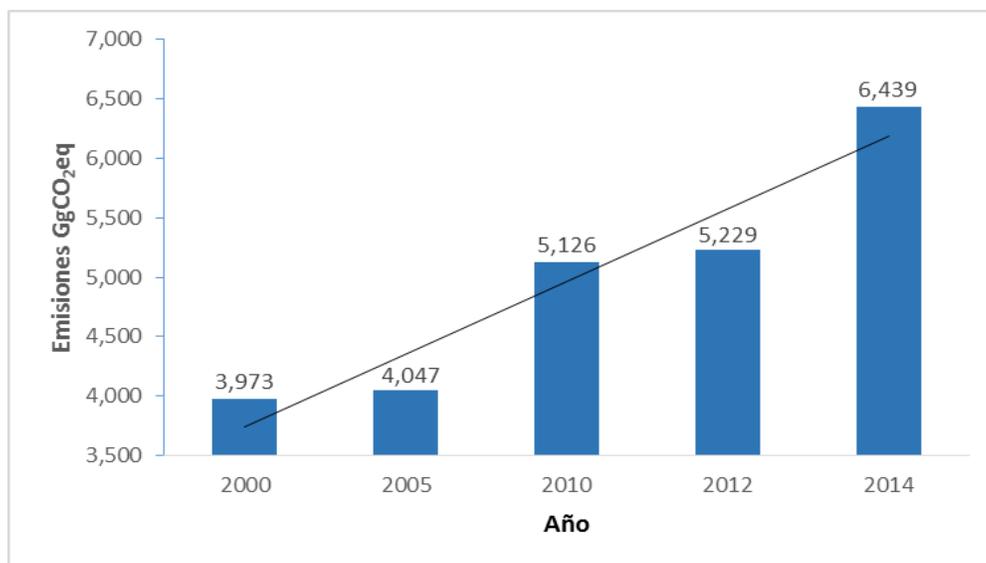
La serie temporal se ha realizado teniendo en cuenta lo siguiente:

- Para el presente RAGEI la DGCA cuenta con datos asignados mucho más precisos que en años anteriores sobre generación per cápita (GPC) de residuos sólidos tanto municipales como no municipales, de cada distrito a nivel nacional y con información específica sobre composición de residuos sólidos por región geográfica. Previamente la información con la que se contaba para la elaboración de los inventarios era tomada de una muestra de municipalidades de las cuales se contaba información y de acuerdo a rangos de población y a zonas de ubicación geográfica de las municipalidades que no contaban información, se les asignaba un valor de GPC, aplicando el método de extrapolación de información diferentes a lo utilizado para el RAGEI 2014.
- La metodología de análisis de la GPC del 2014 no se puede replicar para todas las estimaciones de la serie temporal debido a que no se tiene la información detallada de la GPC para los años anteriores, como se explica en el punto anterior. La GPC se utiliza en el cálculo del FCM nacional, que impacta directamente en las emisiones sectoriales. En este caso se ha considerado pertinente aplicar la Técnica de Superposición Parcial para asegurar la coherencia de la serie temporal. La aplicación de esta técnica se detalla en la sección 5.1.6

- Se ha estimado el FCM nacional aplicando correctamente los pasos y formulas indicados en la GL1996. Dichos ajustes se han usado en los FCM de todos los años inventarios anteriores gracias a que la metodología para hallar la GPC en los RAGEI anteriores ha permitido tener valores asignados a todos los distritos a nivel nacional.

Una vez actualizada la serie temporal (en todos los aspectos posibles) se procede a graficar los resultados obtenidos para su análisis:

Figura N°4. Curva de análisis de serie temporal RAGEI Categoría Disposición de desperdicios sólidos en tierra



Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental – MINAM

A continuación, se presenta la información temporal con los datos originales (sin las mejoras identificadas en la elaboración del presente RAGEI) y los valores actualizados (con las mejoras implementadas).

Tabla N° 11. Serie temporal de emisiones originales y actualizadas: 2000, 2005, 2010, 2012. GgCO₂eq

Categoría	2000		2005		2010		2012		2014
	O	A	O	A	O	A	O	A	O
Disposición de desperdicios sólidos en tierra	4,087.89	3,973.29	4,229.99	4,047.48	5,297.21	5,126.20	6,005.25	5,229.38	6,439.12
Total	4,087.89	3,973.29	4,229.99	4,047.48	5,297.21	5,126.20	6005.25	5,229.38	6,439.12

O: original, A: actualizado

Fuente: Dirección de Calidad Ambiental – MINAM

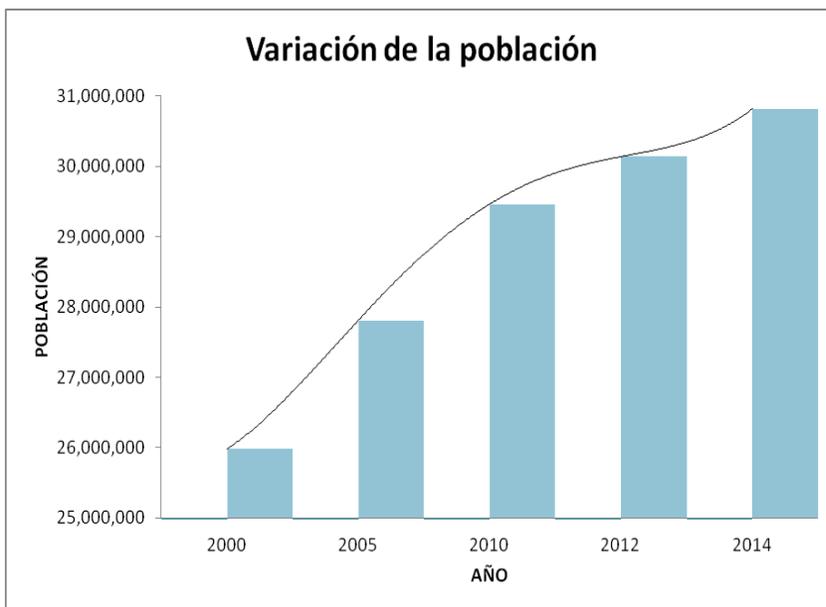
Se puede observar que, los ajustes realizados a los RAGEI anteriores implementando las mejoras identificadas en el RAGEI 2014, variaron los resultados obtenidos, disminuyendo las emisiones de GEI obtenidas.

Se ha identificado que esta variación se debe principalmente al ajuste realizado al FCM para los años 2000, 2005, 2010 y 2012, hallando el FCM ponderado nacional de igual forma que en el año 2014.

3.4 Análisis de los resultados

De acuerdo a la Figura N° 4 se puede observar que ha habido un incremento en las emisiones de GEI de la categoría de Disposición de Desperdicios Sólidos en Tierra, lo cual guarda relación con el crecimiento de la población.

Figura N°5. Crecimiento de la población a través del tiempo.



Fuente: Dirección de Calidad Ambiental – MINAM

Así mismo se puede observar que, la pendiente de crecimiento es mayor para el tramo de tiempo entre el año 2012 al año 2014 con respecto al crecimiento en el rango de tiempo del 2000 al 2010. Se considera que esta variación de pendiente se debe a las mejoras implementadas en el RAGEI 2014, que incluye contar con datos de generación y composición de residuos sólidos asignados para todos los distritos a nivel nacional (no extrapolado), lo cual arroja un resultado más cercano a la realidad.

4. RESULTADOS POR CATEGORÍA

4.1 Categoría disposición de desperdicios sólidos en tierra

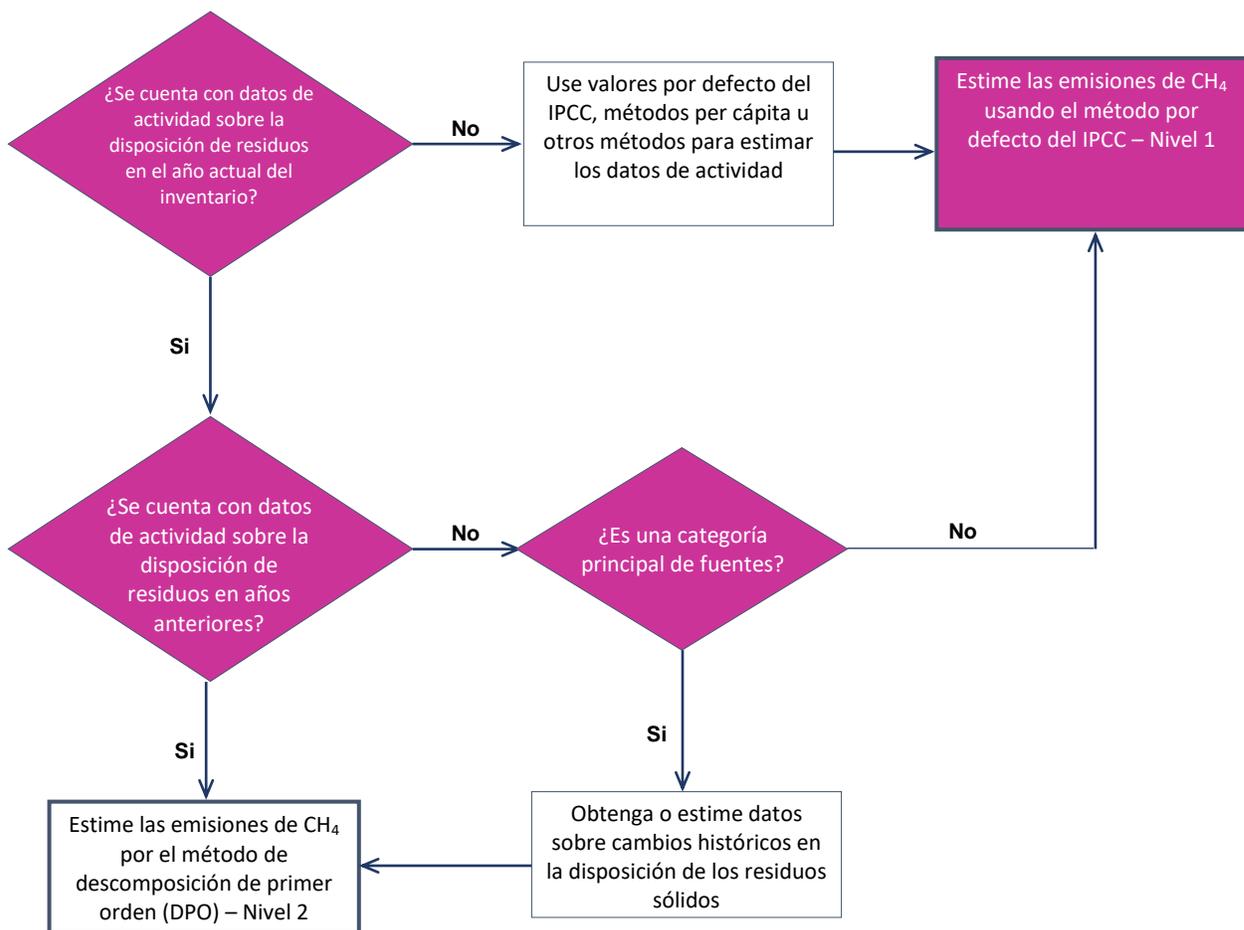
4.1.1 Elección del método

Según la GL1996, la metodología de cálculo para la categoría disposición de desperdicios sólidos en tierra, establece dos niveles de cálculo, cuyas características se describen a continuación:

- Nivel 1 - Método por defecto: Usa valores por defecto del IPCC, métodos per cápita u otros métodos para estimar datos de actividad.
- Nivel 2 - Método de descomposición de primer orden (DPO): Utiliza datos actuales e históricos sobre las cantidades, la composición y las prácticas de disposición de desperdicios sólidos en tierra a lo largo de varias décadas.

La Figura N°6 muestra el árbol de decisiones aplicable a las emisiones de CH₄ procedentes de los vertederos de residuos sólidos de la OBP 2000, que facilita la elección del nivel de cálculo para estimar las emisiones de CH₄ procedentes de la disposición de desperdicios sólidos en tierra.

Figura N°6. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CH₄ procedentes de la disposición de desperdicios sólidos en tierra



Fuente: OBP2000, Capítulo 5, p. 5.6

Dado que se cuenta con datos de actividad sobre la disposición de residuos en el año actual del inventario, pero no se cuenta con datos de actividad sobre la disposición de residuos en años anteriores, el árbol indica definir si es una categoría principal de fuentes y al no serlo, el árbol indica que se deben estimar las emisiones de CH₄ usando el método por defecto del IPCC – Nivel 1.

La información requerida y disponible para el cálculo de acuerdo al Nivel 1 se detalla en la siguiente tabla.

Tabla N° 12: Nivel metodológico aplicado por fuente de emisión/captura de la categoría disposición de desperdicios sólidos en tierra

Clasificación		Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC GL1996	Dato Nacional	TIER/Nivel
6	6A	Desechos			
		Disposición de desperdicios sólidos en tierra	Generación de residuos sólidos urbanos	Proyección de Población según región/provincia/distrito para el año 2014	1
				Censo Nacional: Población nacional y urbana según región, provincia y distrito ⁵	1
				Generación per cápita según distrito y región geográfica	1
				Composición de desechos	1
Reducción de emisiones de GEI en rellenos sanitarios del Perú	1				

Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental - MINAM

⁵ Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda

De acuerdo al Nivel 1, se utilizaron las ecuaciones de la GL 1996 las cuales coinciden con las ecuaciones de la OBP2000. Las ecuaciones aplicables son las siguientes:

Ecuación 9: Emisiones de CH₄ procedentes de la disposición de desperdicios sólidos en tierra

$$CH_4 = \left[(RSU_T \times RSU_F \times FCM \times COD \times COD_F \times F \times \frac{16}{12} - R) \right] (1 - OX)$$

Donde:

- CH₄ = CH₄ emitido durante el año base del reporte (Gg/año)
- RSU_T = total de RSU⁶ generados (G/año)
- RSU_F = fracción de los RSU eliminados en los vertederos de residuos sólidos
- FCM = factor de corrección para el metano (fracción)
- COD = carbono orgánico degradable (fracción)
- COD_F = fracción de carbono orgánico degradable asimilado
- F = fracción de CH₄ en el gas de vertedero (el valor por defecto es de 0.5)
- R = CH₄ recuperado (G/año)
- OX = factor de oxidación (el valor por defecto es 0)

Fuente: GL 1996, Capítulo 6, p. 6.3

Carbono Orgánico Degradable

El Carbono Orgánico Degradable (COD) es el carbono orgánico de los residuos que puede acceder a la descomposición bioquímica y debe expresarse en Gg de C por Gg de residuos. El COD en los desechos brutos se estima sobre la base de la composición de los desechos y puede calcularse a partir del promedio ponderado del contenido de carbono degradable de los diversos componentes (tipos y/o materiales de residuo) de la corriente de residuos.

Ecuación 10: Carbono orgánico degradable

$$COD = (0.4 \times A) + (0.17 \times B) + (0.15 \times C) + (0.30 \times D)$$

Donde:

- A = porcentaje de los RSU que corresponde a los papeles y los textiles
- B = porcentaje de los RSU que corresponde a los desechos de jardín y de los parques u a otros desechos orgánicos putrescibles (excluidos los alimentos)
- C = porcentaje de los RSU que corresponde a los restos de alimentos
- D = porcentaje de los RSU que corresponde a madera y paja

Fuente: GL 1996, Capítulo 6, p. 6.3

⁶ Residuos Sólidos Urbanos

Factor de Corrección para el Metano

Se deben registrar las proporciones de desperdicios (por peso) para los 3 tipos de vertederos de residuos sólidos urbanos en tierra existentes a nivel nacional. Dicha información deberá ser registrada tal como se indica en la Tabla N°12. Los tipos de disposición de desperdicios sólidos en tierra son tres y cada uno posee un valor de FCM detallados en la columna X de la Tabla N°12. Se debe multiplicar la cifra de la columna W por la de la columna X a fin de obtener en FCM medio ponderado para cada tipo de sitio de disposición de desperdicios sólidos en tierra y anotar el resultado en la columna Z. En caso se tuvieran datos de FCM nacionales para cada tipo de sitio de disposición de desperdicios sólidos en tierra se colocarían estos datos en la columna Y de la Tabla N°12 pero debido a que no se cuentan con los mismos estas casillas se quedan en blanco. Finalmente, para obtener el FCM Nacional se deben sumar los resultados anotados en la columna Z de la Tabla N°12.

Tabla N° 13. Tabla para el cálculo del factor de corrección para el metano

	W	X	Y	Z
Tipo de vertedero	Proporción de desperdicios (por peso) en cada tipo de sitio de disposición de desperdicios sólidos en tierra	FCM asignado a cada tipo de sitio de disposición de desperdicios sólidos en tierra (Valores por defecto)	FCM de valores específicos para el país	FCM medio ponderado para cada tipo de VRS
Controlados	x	1.0	(no existen valores para Perú)	=1x
No controlados – profundos (>= 5m de desperdicios)	y	0.8	(no existen valores para Perú)	=0.8y
No controlados – profundos (<= 5m de desperdicios)	z	0.4	(no existen valores para Perú)	=0.4z
TOTAL	Verificar que x+y+z=1	-	-	Z= suma

Fuente: GL 1996. Libro de trabajo, Hoja de Trabajo 6-1 C, p. 6.30

4.1.2 Descripción del nivel de actividad

Se ha identificado la información nacional requerida para la elaboración del RAGEI evaluando sus características e identificando la fuente de donde se tomará la información.

Todo ello se muestra en la siguiente tabla que también se ubica en la Hoja de Cálculo denominada “Características de Datos” en la planilla de cálculo “RAGEI_Desechos_DRS 2014_MINAM 2016.xls” adjunto al presente reporte:

Tabla N° 14. Descripción del nivel de actividad y los datos nacionales utilizados para su cálculo – categoría Disposición de desperdicios sólidos en tierra

Clasificación		Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	
6	6A	Desechos	Disposición de desperdicios sólidos en tierra	Generación de residuos sólidos urbanos				
					Proyección de Población según región/provincia/distrito para el año 2014	Personas	Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2016) Población 2000 al 2015. Recuperado de http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/	Permite conocer la cantidad de población urbana para el año RAGEI
					Censo Nacional: Población nacional y urbana según región, provincia y distrito	Personas	Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2007) Censos Nacionales 2007 XI de Población y VI de Vivienda. Recuperado de http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/#	Permite conocer el porcentaje de población urbana que se aplicará a la población proyectada al año RAGEI
					Generación per cápita según distrito y región geográfica	kg/hab/día	Ministerio del Ambiente (MINAM, 2016) GPC Municipal 2014	Determina la cantidad anual de RSU generados junto con la población urbana determinada para el año RAGEI.
			Composición de desechos	% según tipo de residuo	Ministerio del Ambiente (MINAM, 2016) Composición Nacional 2014	Determina la cantidad de carbono presente en cada tipo de residuos.		

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
			Reducción de emisiones de GEI en rellenos sanitarios del Perú	GgCO ₂ eq	PETRAMAS (2015), Monitoring Report of Huaycoloro landfill gas capture and combustion (Version 04.0), p.45 recuperado de https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/SGS-UKL1160995060.18/iProcess/RWTUV1416385504.15/view PETRAMAS (2015), Monitoring Report of Modelo del Callao Landfill Gas Capture and Flaring System, (Version 04.0), p.29 recuperado de https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/AENOR1324997610.63/iProcess/RWTUV1416385817.06/view	Las emisiones reducidas se restan del total calculado

Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental

De la información que se detalla en la tabla anterior se puede discutir lo siguiente:

a) Proyección de la Población según región/provincia/distrito para el año 2014 y Población nacional y urbana según región, provincia y distrito:

Las estimaciones del RAGEI 2014 se basan únicamente en la generación de residuos sólidos urbanos ya que se considera que en zonas rurales los residuos se esparcen por la tierra en lugar de llevarse a vertederos, sufriendo generalmente una descomposición aeróbica que genera niveles muy bajos o nulos de emisiones de metano.

La información de la Población Urbana para el año 2014 se ha basado en proyecciones oficiales realizadas por el INEI. La proyección utiliza los valores del Censo 2007 y establece un valor de población nacional para el año 2014⁷. Dado que se deben utilizar los valores de la

⁷Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2016) Población 2000 al 2015. Recuperado de <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>

población urbana para el RAGEI 2014, se utilizó el porcentaje de población urbana que arrojaba el Censo 2007 para estimar la población urbana requerida.

Para casos de nuevos distritos (creados después del censo del 2007) se le ha agregado una celda con su respectivo número de ubigeo y se ha realizado una estimación del porcentaje de población urbana. Esta estimación se basa en la experiencia de los especialistas de la DGCA, quienes estimaron el porcentaje de la población urbana de acuerdo a la experiencia de campo que poseen (conocen la realidad de cada una de las zonas requeridas).

b) Generación per cápita según distrito y región geográfica

Para el caso de la generación per cápita de residuos sólidos municipales, la DGCA tiene una base de datos actualizada donde se han almacenado los valores de GPC para cada municipalidad distrital, información utilizada para la elaboración del VII Informe Anual de Residuos Sólidos 2014⁸, la cual fue estimada utilizando rangos de población de 0-10,000; 10,000 – 50,000 y más de 50,000 habitantes y además considerando ubicación geográfica: Costa, Sierra, Selva y Lima y Callao como un conglomerado. Asimismo, para el caso de los residuos sólidos no municipales, se cuenta con el detalle de la información de la DGCA en una hoja de cálculo en Excel denominado: MINAM_GPC MUNICIPAL 2014_2016.xls adjunto al presente reporte.

La información sobre GPC se ha recogido del reporte que las municipalidades distritales envían MINAM mediante el SIGERSOL o de forma física a la DGCA del MINAM para informar acerca de su gestión de residuos sólidos y cumplir con la normativa.

El número y/o nombre los distritos a nivel nacional varía periódicamente, y la información que estimó la DGCA no contempló algunos distritos de reciente creación debido a que estos nuevos distritos no enviaron la información de la gestión de residuos sólidos como los otros distritos.

Para estos distritos. La información de GPC y composición de los nuevos distritos del 2014, se ha completado asumiendo que sigue la misma característica de los distritos de los cuales se ha desprendido⁹. Esto ha sido recomendado por los especialistas de la DGCA, quienes indicaron que los datos de GPC y composición asignados pueden ser considerados correctos para efectos de los cálculos en el marco del RAGEI, basándose en su experiencia de campo en la zona. Al respecto, queda como acción a futuro completar esta data en estos distritos nuevos mediante formatos de toma de decisiones para estos casos.

c) Composición de desechos:

Igualmente, para los datos de la composición de residuos sólidos a nivel nacional. La DGCA posee una base de datos con esta información asignada a cada distrito segregados

⁸ Anteriormente sólo se tenía información de GPC de algunas municipalidades a nivel nacional y con esa muestra se extrapolaba de acuerdo a rangos de población y a ubicación en zonas geográficas del país para hallar el valor de GPC de los distritos restantes.

⁹ Cada distrito nuevo es producto de la división de distritos existentes

principalmente por ubicación en la zona geográfica del país y teniendo como caso especial a Lima y Callao. Esta información detallada se cuenta a partir del año 2014. Se puede observar esta información en el Excel denominado MINAM_Composición Nacional 2014_2016.xls adjunto al presente reporte.

La información sobre composición de residuos sólidos se ha recogido del reporte que las municipalidades distritales envían MINAM mediante el SIGERSOL, sin embargo, aproximadamente sólo un 34% de las municipalidades distritales han cumplido con informar oportunamente por lo cual, se le han asignado valores de acuerdo a las características de la zona geográfica, las características de su población y basándose en la experiencia de campo en la zona de los especialistas de la DGCA. Al respecto, queda como acción a futuro, completar esta data mediante formatos de toma de decisiones para estos casos, los cuales deben contener criterios coherentes para la asignación de valores.

Una de las mejoras a proponer es que se fortalezca el SIGERSOL con el fin de que facilite la disponibilidad de información para ser utilizada en los análisis y toma de decisiones de la gestión de residuos sólidos municipales. Además, se espera que el SIGERSOL recolecte información que sirva para la elaboración de los inventarios de GEI y diseñarlo para ser el sistema de monitoreo y reporte de la NAMA de Residuos sólidos. Ello junto al fortalecimiento de capacidades de las municipalidades distritales para que el 100% reporte correctamente en este sistema, lograrían mejorar la calidad del inventario y reducir la incertidumbre.

d) Reducción de emisiones de GEI en rellenos sanitarios del Perú¹⁰:

En cuanto a las reducciones de emisiones de GEI por proyectos a nivel nacional se tienen dos casos exitosos que para el año 2014 habían aplicado a los beneficios del mercado de carbono y se encontraban operativos. Los dos proyectos, registrados en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto son: El Relleno Sanitario de Huaycoloro y el Relleno Sanitario Modelo del Callao. Ambos cuentan con reportes de monitoreo que han sido verificados por una Entidad Operacional Designada (entidades aprobada por la CMNUCC) con el fin de certificar sus reducciones de emisiones de GEI. Esta información se encuentra disponible en la web de la CMNUCC:

- Huaycoloro:
<https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/SGS-UKL1160995060.18/iProcess/RWTUV1416385504.15/view>.
- Modelo Callao:
<https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/AENOR1324997610.63/iProcess/RWTUV1416385817.06/view>

Esta información únicamente se encuentra disponible para un periodo específico dentro del año del inventario y además cuenta con un promedio de reducciones asignados por día, con lo

¹⁰ Adicional a los dos rellenos sanitarios que se consideran en el presente RAGEI, existe un relleno sanitario Ancón que se encuentra registrado en la CMNUCC en el marco del MDL, sin embargo, no cuenta con reducciones verificadas para el año 2014 pues este relleno ya fue clausurado de manera definitiva el año 2011.

cual se ha proyectado las reducciones para los 365 días del año. Se espera que, en un futuro, los sitios de disposición final cuenten con un sistema de monitoreo de emisiones de gases con lo cual se tendría la información anual de la misma fuente.

Si bien toda esta información es suficiente para el cálculo de acuerdo al Nivel 1, si se desea pasar al Nivel 2 de cálculo se requerirá elaborar y validar los datos de gestión de residuos principalmente de disposición de desperdicios sólidos en tierra de 10 y si se desea utilizar la GL2006 se requerirá información de más de 50 años de antigüedad.

Se espera pasar al Nivel 2 de la GL1996 o al nivel 1 de la GL2006 en el futuro, debido a que la aplicación del Nivel 1 está sujeta a condiciones donde la cantidad y la composición de los desechos eliminados se hayan mantenido constantes o hayan variado lentamente en el transcurso de varias décadas. Considerando que la cantidad o la composición de los residuos sólidos en los sitios de disposición de desperdicios sólidos en tierra cambian con gran rapidez a través del tiempo debido a las características cambiantes de consumo de la población, la aplicación del Nivel 1 no indica una tendencia exacta. Actualmente no existe información detallada para aplicar el Nivel 2 de la GL1996 o al nivel 1 de la GL2006. Se espera generar esta información hacia atrás con una metodología adecuada y que la información elaborada sea verificada para ser considerada válida y poder migrar al Nivel 2.

4.1.3 Factores de emisión y conversión

Así también aparte de la información base mencionada, se requieren datos de factores de emisión y conversión.

Para este reporte se ha comentado que existen factores de emisión y conversión para los que no se tiene datos nacionales, por lo que se utilizaron los valores por defecto del IPCC que se listan en la siguiente tabla.

Tabla N° 15. Factores de emisión utilizados - categoría Disposición de desperdicios sólidos en tierra

	Fuente de emisión / captura	Factor de conversión	Calculado (CA)/ por defecto (D)	Dato Nacional	TIER/ Nivel	Fuente de información
6A	Desechos					
	Disposición de desperdicios sólidos en tierra	Factor de Corrección para el Metano (FCM)	CA	0.82	1	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2000) Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Capítulo 5, p. 5.9. Recuperado de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/5_Waste_ES.pdf
		Fracción de carbón orgánico degradable asimilado (CODf)	D	-	1	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2000) Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Capítulo 5, p. 5.10. Recuperado de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/5_Waste_ES.pdf
		Fracción de CH ₄ en el gas de vertedero (F)	D	-	1	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2000) Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Capítulo 5, p. 5.10. Recuperado de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/5_Waste_ES.pdf
		Carbono Orgánico Degradable (COD)	CA	0.159	1	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2000) Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Capítulo 5, p. 5.9. Recuperado de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/5_Waste_ES.pdf

	Fuente de emisión / captura	Factor de conversión	Calculado (CA)/ por defecto (D)	Dato Nacional	TIER/ Nivel	Fuente de información
		Fracción de los RSU eliminados en vertederos de residuos sólidos (urbanos o total)	CA	1	1	Ministerio del Ambiente (MINAM, 2016) GPC Municipal 2014

Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental

a) Factor de Corrección para el Metano (FCM):

Para hallar el valor ponderado nacional del FCM se han tomado los factores por defecto brindados en la GL1996 que son: 1 para rellenos sanitarios o botaderos controlados, 0.8 para sitios de disposición de desperdicios sólidos en tierra no controlados y >5m de profundidad y 0.4 para sitios de disposición de desperdicios sólidos en tierra no controlados y <5m de profundidad. En el Perú se cuenta con todos estos tipos de disposición de desperdicios sólidos en tierra. Con dichos factores se calculó el FCM ponderado nacional, utilizando la proporción en peso de la cantidad anual de RSU generados que recibe cada tipo de sitio de disposición de desperdicios sólidos en tierra y finalmente sumando el ponderado. Todo esto se detalla en la hoja de cálculo “InfoProc (FCM)” de la planilla de cálculo RAGEI_Desechos_DRS 2014_MINAM 2016.xls.

b) Fracción de carbón orgánico degradable asimilado (CODf) y fracción de metano en el gas de vertedero (F)

No se cuentan con valores nacionales de la fracción de carbón orgánico degradable asimilado (CODf) o de la fracción de metano en el gas de vertedero (F) por lo cual se han tomado los valores por defecto de la GL1996 que es de 0.5 para cada uno de ellos. Estos factores se muestran en la hoja de cálculo “Factores 6A” en la planilla de cálculo RAGEI_Desechos_DRS 2014_MINAM 2016.xls.

c) Carbono Orgánico Degradable (COD)

El COD ha sido calculado utilizando los valores brindados por defecto de la GL1996 para cada tipo de residuo dispuesto en los rellenos sanitarios. Se han utilizado los siguientes factores por tipo de residuo: 0.4 para papel y textiles, 0.17 para desechos de jardín, parques y otros, 0.15 para restos de alimentos y 0.3 para restos de madera y paja. Seguidamente, se multiplicaron los datos de composición nacional, los cuales fueron asignados a cada distrito de acuerdo a su ubicación por zona geográfica (costa, sierra, selva y Lima Metropolitana y Callo). Además, se multiplicó la proporción en peso de la cantidad anual de RSU generados

que recibe cada región geográfica del país y finalmente, se sumó el ponderado se obtuvo el valor COD Nacional. Todo esto se detalla en la hoja de cálculo “InfoProc (COD)” en la planilla de cálculo RAGEI_Desechos_DRS 2014_MINAM 2016.xls.

Así también se han requerido factores de conversión los cuales se listan a continuación:

Tabla N° 16. Factores de conversión utilizados - categoría disposición de desperdicios sólidos en tierra

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Peso atómico del carbono	12	masa atómica	International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC, 2013)
Peso atómico del hidrógeno	1	masa atómica	IUPAC, 2013
Peso atómico del nitrógeno	14	masa atómica	IUPAC, 2013
Peso atómico del oxígeno	16	masa atómica	IUPAC, 2013
Relación CH ₄ /C	1.33	masa atómica	IUPAC, 2013

Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental – MINAM

4.1.4 Análisis de incertidumbre

a. Metodología utilizada:

El análisis de incertidumbre para el caso del presente RAGEI es similar al presentado en la sección 3 dado que el sector solo contempla una categoría de análisis. En esta sección se procede a detallar el procedimiento metodológico implementado.

La cuantificación de la incertidumbre, en base a la OBP 2000 se ha complementado con la información de la GL2006.

b. Valores de incertidumbre utilizados:

En cuanto a la cantidad anual de RSU generados, la OBP2000 indica que se debe asignar una incertidumbre mayor que un factor de dos, cuando se trate de los países con datos de baja calidad. Para el presente RAGEI, no se cuenta con información de la cantidad exacta de desechos que son dispuestos en tierra por lo cual se ha asumido que un 100% se dispone. Es por ello que el valor de incertidumbre asignado a este valor es 25%.

Para la información considerada sobre la recuperación de metano, la incertidumbre depende si la medición se efectúa in situ o si la medición no se efectúa. Para el presente RAGEI dicha información se tomó para proyectos registrados en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), los cuales poseen además de un sistema de medición, un sistema de verificación realizado por un tercero antes de ser certificadas por la CMNUCC para la obtención de sus créditos de carbono. En este caso la OBP 2000 no muestra valores de incertidumbre para este dato por lo cual se recurre a la GL2006 donde se toma el valor de 10% de incertidumbre ya que ambos rellenos cuentan con un sistema de monitoreo de gases independientemente de que esos datos hayan sido verificados en el marco del MDL.

Acerca de la incertidumbre asociada al COD, la OBP2000 define que se debe utilizar un valor de incertidumbre entre en rango de -50% hasta +20%, por lo cual, haciendo un promedio de ambas, se ha tomado el valor de 15%.

Por otro lado, para el valor de la fracción de carbono orgánico degradable no asimilado CODf se presenta una incertidumbre entre el rango de -30% hasta 0% por lo cual el valor tomado fue el promedio 15%.

En cuanto a los factores de corrección de metano dados por defecto por la GL1996, se tiene un rango de -10% hasta +0% para el FCM=1, un rango de -30% hasta +30% para el FCM= 0.4 y un rango de -50% hasta +60% para el FCM =0.6. Para todos los casos se ha tomado el promedio, siendo los resultados: 5%, 0% y 5% respectivamente.

Para la Fracción de metano presente en el gas de vertedero se considera un rango de incertidumbre de -0% hasta +20% por el cual la incertidumbre considera el promedio de ambos valores, 10%.

Para la Fracción de CH₄ presente en el gas de vertedero la OBP 2000, se considera un rango de incertidumbre desde el 0% hasta el 20% por lo cual se toma un valor medio del 10% para este dato.

En cuanto a factor de oxidación, en la OBP 2000, se indica que sólo se debe considerar una incertidumbre en caso el valor asignado sea diferente de cero. En el presente reporte se ha considerado el valor cero por lo cual no presenta incertidumbre asociada.

Considerando todos los datos mencionados, para hallar la incertidumbre de los datos del nivel de actividad se ha tenido que realizar un cálculo de incertidumbre combinada considerando la cantidad anual de RSU generados, la cantidad de metano recuperado y la fracción de CH₄ presente en el gas de vertedero. Se ha utilizado la Ecuación N°1 mencionada en el presente reporte.

Para el cálculo de la incertidumbre del factor de emisión, se ha realizado en primer lugar el cálculo de la incertidumbre combinada para el FCM, utilizando la Ecuación N°1 mencionada en el presente reporte, ya que posee tres valores por defecto tomados de la GL1996.

Una vez realizado este cálculo, se realizó el cálculo de la incertidumbre combinada, utilizando la misma ecuación, del FCM con los datos de COD y de CODf.

c. Resultados de incertidumbre:

De acuerdo a lo descrito anteriormente se tuvo un resultado de incertidumbre de 44.3%, el cual se considera alto. Este valor tiene la influencia de la incertidumbre asociada a la

cantidad de residuos sólidos urbanos dispuestos en tierra para la cual, se ha asumido, que se dispone en tierra el 100% ya que en la actualidad no se cuenta con la información específica medida en cada sitio de disposición final.

4.1.5 Gestión de calidad y Control de calidad

La OBP 2000 presenta procedimientos específicos para el control de calidad para la categoría de Disposición de Desperdicios Sólidos en Tierra las cuales se detallan a continuación:

Tabla N°17. Procedimientos específicos de control de calidad

Procedimiento del IPCC	Descripción del procedimiento	Procedimientos realizados por la DGCA
Estimación de las emisiones por métodos diferentes	Si las emisiones se estiman por el método de primer orden (DPO), los organismos encargados de los inventarios deberán estimarlas también por el método por defecto del IPCC. Los resultados pueden ser de utilidad para hacer comparaciones con otros países. Los organismos encargados de los inventarios deberán registrar los resultados de esas comparaciones para fines de documentación interna, e investigar cualquier discrepancia que se detecte.	Procedimiento no aplica dado que las emisiones no se estiman usando el método de DPO.
Revisión de los factores de emisión	Los organismos encargados de los inventarios deberán confrontar los valores específicos del país con los valores del IPCC a los efectos de las estimaciones. El propósito de esto es determinar si los parámetros nacionales aplicados se consideran razonables en comparación con los valores por defecto del IPCC, teniendo en cuenta las semejanzas o diferencias existentes entre la categoría de fuentes nacionales y las fuentes de emisiones representadas por los valores por defecto.	El RAGEI 2014 utilizó factores de emisión por defecto de la GL1996, por lo que no se puede aplicar este procedimiento.
Revisión de los datos de actividad	Los organismos encargados de los inventarios deberán comparar los datos específicos del país con los valores por defecto del IPCC correspondientes a los siguientes parámetros del nivel de actividad: residuos sólidos urbanos y carbono orgánico degradable. Asimismo, deberán determinar si los parámetros nacionales son aceptables y comprobar que no haya errores en los cálculos. Si los valores son muy diferentes, los organismos	El RAGEI 2014 utilizó factores de emisión por defecto de la GL1996 para el caso del carbono orgánico degradable, por lo que no se puede aplicar la comparación con datos específicos nacionales ya que estos no existen. Se han utilizado datos nacionales de generación de residuos sólidos urbanos, los cuales fueron reportados

Procedimiento del IPCC	Descripción del procedimiento	Procedimientos realizados por la DGCA
	encargados de los inventarios deberán caracterizar los residuos sólidos urbanos en forma separada de los desechos sólidos industriales.	por las municipalidades distritales mediante el SIGERSOL. Estos datos de generación de residuos sólidos fueron evaluados para verificar que no existan datos incoherentes y que guarden relación con datos de distritos. La evaluación consiste en corroborar que el valor de GPC reportado se encuentre en el rango de 0 a 2kg por persona por día. Esta verificación se realiza anualmente y manualmente para la elaboración del reporte sectorial. Sin embargo, se requiere un sistema de evaluación y verificación automatizado de estos datos reportados por las municipalidades distritales a MINAM y se espera tener este sistema en el mediano plazo.
Revisión de los datos de actividad	Cuando se utilizan datos provenientes de estudios y muestreos para compilar los valores nacionales de los datos de actividad sobre desechos sólidos, los procedimientos de CC deberán incluir: <ul style="list-style-type: none"> • La revisión de los métodos de reunión de datos utilizados en los estudios y el examen de dichos datos para garantizar que hayan sido correctamente compilados y agregados. Los organismos encargados de los inventarios deberán confrontar los datos con los de años anteriores para asegurarse de que sean razonables. • La evaluación de las fuentes de datos secundarios, haciendo referencia a las actividades de control de calidad vinculadas a la preparación de tales datos secundarios. Esto es de particular importancia en lo que respecta a los datos sobre desechos sólidos, dado que la mayoría de esos datos se prepararon con fines diferentes a los de los inventarios de gases de efecto invernadero. 	Para el caso de los datos de generación y composición de residuos sólidos se han utilizado los generados para la elaboración de VII Informe Anual de Residuos Sólidos 2014. En dicho Informe sectorial se muestra la metodología aplicada para la obtención de estos datos. De la data recolectada se ha verificado que los datos sean coherentes a lo reportado los años anteriores y al as estadísticas estimadas en los reportes anuales del sector. No se elaboró la evaluación de fuentes de datos secundarios debido a que la información recolectada y utilizada para el inventario proviene de fuentes primarias de información.
Participación de expertos de la industria y el	Los organismos encargados de los inventarios deberán dar a los expertos la posibilidad de revisar los parámetros	El presente RAGEI fue revisado por el especialista técnico de la DGCA, encargado de la elaboración del VII

Procedimiento del IPCC	Descripción del procedimiento	Procedimientos realizados por la DGCA
gobierno en la revisión	<p>aplicados. Por ejemplo, las características de los desechos sólidos y su disposición de desperdicios sólidos en tierra deberán ser revisadas por especialistas en las prácticas nacionales de gestión de desechos sólidos. Otros expertos deberán revisar los factores de corrección para el metano.</p>	<p>Informe Anual de Residuos Sólidos, quien a su vez corroboró que los datos del nivel de actividad utilizados concuerdan con los generados para la elaboración del VII Informe Nacional de Residuos Sólidos correspondiente al año 2014.</p> <p>Así también, la información de respaldo del presente RAGEI se encuentra disponible para ser revisada por cualquier especialista.</p> <p>Respecto al factor de corrección para el metano, la hoja de cálculo del mismo, posee las fórmulas enlazadas con la información de base para que puedan ser revisadas por cualquier interesado.</p> <p>Cabe mencionar que este FCM fue revisado por especialistas técnicos de la DGCCD.</p> <p>Sin embargo, este inventario no fue revisado por especialistas en las prácticas nacionales de gestión de desechos sólidos que sea personal externo al MINAM, quedando pendiente esta revisión para los próximos inventarios.</p>
Verificación de las emisiones	<p>Los organismos encargados de los inventarios deberán comparar las tasas de emisión nacionales con las de países similares que tengan características demográficas y económicas comparables. Esta comparación deberá hacerse con aquellos países cuyos organismos a cargo de los inventarios utilicen el mismo método de estimación del CH₄ procedente de vertederos. Los organismos deberán analizar cualquier discrepancia importante que se detecte para determinar si se debe a errores de cálculo o a diferencias reales.</p>	<p>No se ha encontrado un inventario de un país con características similares al Perú por lo cual no se puede realizar la comparación de los resultados del 2014.</p> <p>Sin embargo, de acuerdo a los países de la región Latinoamérica que cuentan con Inventarios de GEI para el sector Residuos, se ha realizado la comparación de los resultados con el inventario de GEI del 2010 presentado en el primer BUR¹¹ de Argentina el año 2015. Se hizo la comparación</p>

¹¹ <http://unfccc.int/resource/docs/natc/argbur1.pdf>

Procedimiento del IPCC	Descripción del procedimiento	Procedimientos realizados por la DGCA
		considerando las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> • Se encuentra en la misma región. • Posee una población cercana a la que posee en Perú • Utilizó la GL1996 para elaborar el inventario. Los resultados arrojaron un valor de 4,599 GgCO ₂ eq, comparado con el valor mejorado del RAGEI 2010 de 5,126.2 GgCO ₂ eq se puede observar que existe una diferencia de 527.2 GgCO ₂ eq. Se analizó que Argentina tiene mucho más desarrollado su sistema de gestión de residuos sólidos sobre todo en sitios de disposición de desperdicios sólidos en tierra donde se tiene el control de los gases y lixiviados, cubriendo el 61% de la población a diferencia de nuestro país. Así mismo se espera que los siguientes RAGEI se puedan comparar con otros países con mayor similitud pero que a la fecha no pueden ser comparados pues la metodología de cálculo no es la misma y el año de reporte es distinto.

Fuente: Dirección de Calidad Ambiental - MINAM

El RAGEI 2014 se ha elaborado por la DGCA utilizando a cabalidad la GL1996 y contando, con la revisión complementaria de la OBP 2000 y la GL2006. Además, se ha contado con el apoyo de la DGCCD para el desarrollo del presente RAGEI, realizando el acompañamiento en la elaboración, resolviendo inquietudes, orientando el proceso y analizado las fuentes de información, la información utilizada, la metodología aplicada, el desarrollo de la hoja de cálculo, los resultados tanto del RAGEI como de la incertidumbre.

Así también, se sabe que la Coordinación de Residuos Sólidos, tiene conocimiento que la información acerca de la generación y composición de residuos sólidos es de fuente oficial y que estos datos guardan relación con los resultados del VII Informe Nacional de Residuos Sólidos.

Finalmente, se ha asegurado que tanto los resultados del presente RAGEI como la información y fuentes utilizadas permanecen en archivo de la coordinación de residuos sólidos, tanto en medio físico como en digital, para que pueda ser revisada por cualquier entidad que analice el proceso y los resultados.

4.1.6 Análisis de resultados de la categoría

Debido a que la categoría para residuos sólidos es única y corresponde a la disposición de desperdicios sólidos en tierra, su resultado se resume a lo siguiente:

Tabla N°18. Emisiones estimadas del Sector Desechos - Categoría Disposición de desperdicios sólidos en tierra

Reporte sectorial para Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (Gg)							
Categorías de fuentes o sumideros de GEI	CO ₂ ⁽¹⁾	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMOC	GgCO _{2eq} ⁽²⁾
Desechos totales	-	306.62	-	-	-	-	6,439.12
A Disposición de desperdicios sólidos en tierra	-	306.62	-	-	-	-	6,439.12
1 Gestión de eliminación de residuos en tierra ⁽³⁾	-	306.62	-	-	-	-	6,439.12
2 Sitios de eliminación de residuos no gestionados	-	NE	-	-	-	-	-
3 Otros	-	-	-	-	-	-	-

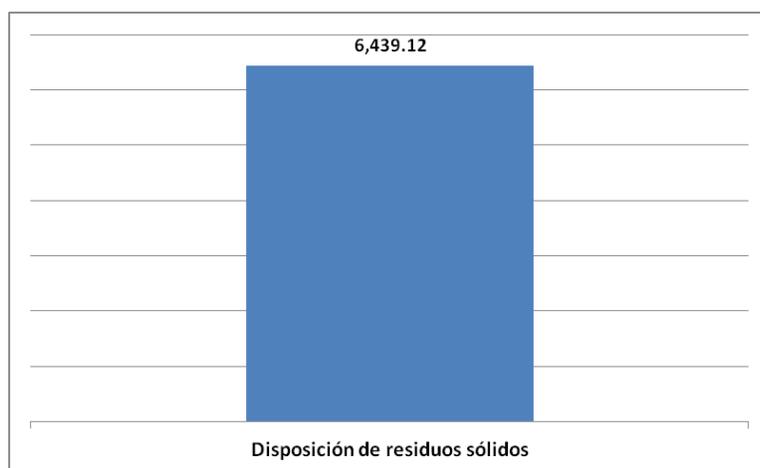
Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental – MINAM

(1) Tenga en cuenta que el CO₂ de la eliminación de residuos y la incineración sólo debe incluirse si proviene de fuentes de residuos no biológicos o inorgánicos.

(2) Columna añadida al modelo de tabla original mostrada en GL 1996. Instrucciones de reporte, Tables. 23

(3) La sub categoría A1 abarca también los resultados de la sub categoría A2 debido a que la información de la gestión de los residuos sólidos gestionados y no gestionados no se puede separar.

Figura N°7. Emisiones en Gg CO_{2eq} del Sector Desechos – Categoría Disposición de desperdicios sólidos en tierra



Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental – MINAM

Serie temporal

En cuanto a los ajustes realizados en el marco de la actualización de la serie temporal, los principales cambios se detallan a continuación:

- FCM:**
 Durante la elaboración de los cálculos del año 2014 se identificó que existieron errores en la aplicación de los pasos y fórmulas de estimación del FCM nacional listados en la GL1996. En este sentido se implementaron los siguientes cambios en toda la serie temporal.
- GPC**
 Actualización de datos asignados de GPC de residuos sólidos tanto municipales como no municipales, de cada distrito a nivel nacional. A continuación, se detallan las diferencias entre las metodologías de estimación del GPC del 2014 y la utilizada en los años anteriores.

Tabla N°17. Comparación entre metodologías para estimar GPC en los RAGEI

GPC 2014	GPC 2000, 2005, 2010, 2012
Considera rangos de población para asignar GPC: < 10,000 10,000 – 50,000 > 500,000	Considera rangos de población para asignar GPC: < 1,999 2,000 - 19,999 20,000 - 49,999 50,000 - 99,999 100,000 - 499,999 > 500,000
Considera ubicación geográfica para asignar GPC: Costa Sierra Selva Conglomerado Lima y Callao	Considera ubicación geográfica para asignar GPC: Costa Sierra Selva
Considera una muestra de 32% del total de municipalidades (600 municipalidades) para extrapolar y asignar los valores a los distritos sin datos.	Considera una muestra de 10% del total de municipalidades (183 municipalidades) para extrapolar y asignar los valores a los distritos sin datos.

Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental - MINAM

El método utilizado en el 2014 no puede ser implementado en los años anteriores porque no se cuenta con información de GPC de todos los distritos a nivel nacional. Como se ve en la tabla anterior, estos RAGEI se elaboraron en base a una muestra. Adicionalmente, no se ha implementado la metodología de los años 2000, 2005, 2010 y 2012 para el año 2014, quedando esto como un tema pendiente que debe ser ejecutado para la correcta implementación de técnicas que permitan asegurar la coherencia temporal. Tal como se indicó en la sección 3, se considera pertinente la implementación de la Técnica de Superposición Parcial para poder introducir el impacto de una nueva metodología de procesamiento de la información que no puede ser implementada en toda la serie temporal. A continuación, se detallan los cálculos realizados en el presente RAGEI.

Técnica de Superposición Parcial

- Dado que para todos los años no se puede usar el nuevo método de estimación introducido en la elaboración del RAGEI 2014, se desarrolla una serie temporal basada en la relación (o superposición parcial) observada entre los dos métodos durante los años en que ambos pueden usarse.

Esta técnica, sugerida por la GL2006, es descrita como apropiada para métodos que no se pueden implementar en toda la serie temporal y por tanto se aplica en el presente RAGEI. Para aplicar la técnica a cabalidad es necesario estimar las emisiones del año 2014 con la información y método que se usaba en los inventarios anteriores, pero actualmente no se ha podido estimar las emisiones del 2014 con dicho método debido a que los rangos de población considerados para la estimación de la GPC es distinto a la utilizada para los años anteriores.

La técnica implica la aplicación de la ecuación 5.1 del Volumen 1, Capítulo 5 de la GL2006:

Ecuación N°11. Técnica de Superposición Parcial

$$Y_o = X_o \times \left(\frac{1}{(n - m + 1)} \times \sum_{i=m}^n \frac{Y_i}{X_i} \right)$$

Fuente: GL 2006. Volumen 1, Capítulo 5, p. 5.9

Donde:

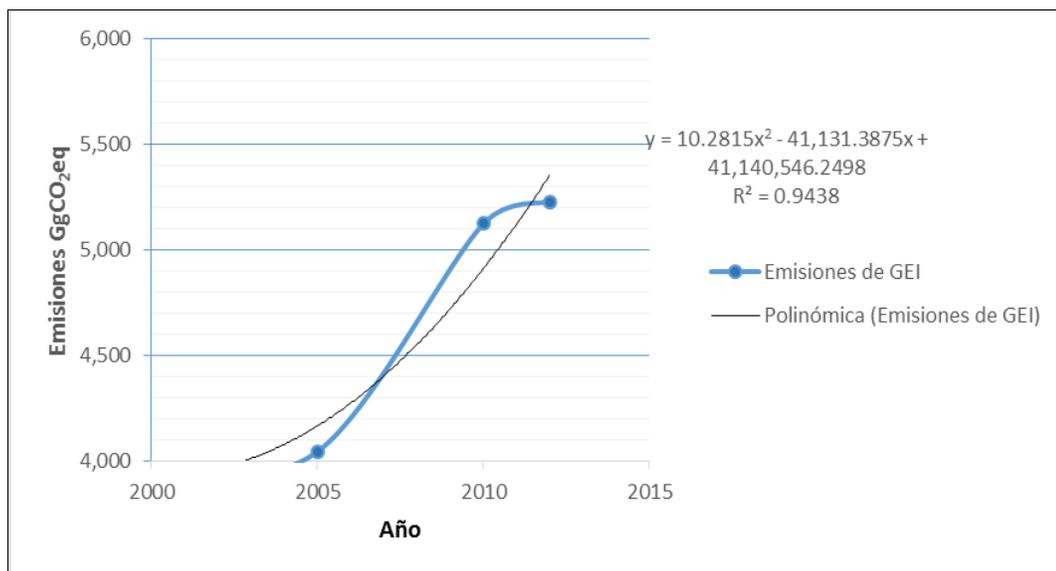
Y_o	Estimación de emisión o de absorción vuelta a calcular con el método de superposición parcial
X_o	Estimación desarrollada con el método que se usaba anteriormente
Y_i y X_i	Son las estimaciones preparadas usando los dos métodos, el nuevo y el anterior, durante el periodo de superposición parcial, como se indica para los años de m hasta n

- La serie temporal se elabora suponiendo que hay una relación coherente entre los resultados del método usado anteriormente y los del nuevo. Aunque deber realizarse un análisis de consistencia de esta afirmación utilizando ambos métodos durante más de un año. El IPPC permite implementar la técnica de superposición parcial, aunque sea con un año.
- Dado que no se ha podido aplicar el método de los años 2000, 2005, 2010 y 2012 en el año 2014, se hizo la estimación de las emisiones que se hubieran dado en el referido año mediante un análisis tendencial en base a una función polinómica, que era la que presentaba un mayor indicador de coeficiente de determinación (R^2). La fórmula obtenida de la regresión polinómica es: $y = 10.2815x^2 - 41,131.3875x + 41,$

140,546.2498 con un R2= 0.9438. Aplicando dicha fórmula se estimó el valor que se hubiera tenido para el año 2014 y se comparó con el valor calculado siguiendo la metodología y todas las mejoras aplicadas en el marco de la elaboración del RAGEI 2014. Las emisiones del RAGEI 2014 son 12.7% superiores a las obtenidas con la función polinómica.

A continuación, se muestra la regresión antes descrita.

Figura N°8. Estimación (regresión) de las emisiones del año 2014 aplicando el método de estimación del GPC del 2000, 2005, 2010 y 2012



Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental – MINAM

- Finalmente, considerando los valores actualizados de los años 2000, 2005, 2010 y 2012, la extrapolación de esta serie para estimar las emisiones del 2014 y el valor estimado en el RAGEI 2014 (con el nuevo método de estimación del GPC) se aplicó la Ecuación N°9. Se obtuvo que el valor del 2014 es el mismo al que se obtuvo en la estimación del RAGEI 2014. En posteriores RAGEI se aplicará la ecuación a más años para poder visualizar mejor el impacto del cambio de método y la pertinencia del uso de la Técnica de Superposición Parcial.

$$Y_o = 5711 \times \left(\frac{1}{(2014 - 2014 + 1)} \times \sum_{2014}^{2014} \frac{6439.1}{5711} \right)$$

$$Y_o = 6,439.1$$

4.1.7 Siguiendo pasos

- Establecer un mecanismo de verificación de la información reportada mediante el SIGERSOL, para garantizar la sostenibilidad y calidad del inventario.
- Evitar la asignación de valores de GPC y de composición de residuos sólidos a distritos donde no se cuenta la información. Para ello se debe crear un mecanismo que permita recolectar la información específica para cada distrito a nivel nacional.
- Fortalecer el Sistema de Información para la Gestión de los Residuos Sólidos – SIGERSOL. Actualmente gracias al apoyo de la NAMA de residuos sólidos se realizará una consultoría para mejorarlo, el cual será fortalecido y será capaz de recolectar información acerca de las emisiones de GEI y de las reducciones en los distritos a nivel nacional facilitando la elaboración de los RAGEI.
- Generar el reporte de emisiones de GEI del sector anualmente, el cual podrá ser utilizado como fuente oficial para diversos estudios que se requieran realizar a nivel público o privado. Sobre todo, permitiría conocer el FCM de cada año y así evaluar la tendencia y las causas de su comportamiento, permitiendo proponer mejoras en la gestión de los residuos sólidos para minimizar los impactos.
- Previa a la elaboración del RAGEI 2015, se espera que la DGCA ya cuente con la información necesaria para procesarla con mayor facilidad y rapidez. De tal manera que los RAGEI podrán ser presentados de forma oportuna.
- Se espera tener a futuro un estudio técnico que pueda generar datos sobre la cantidad de residuos sólidos que van a disposición final, teniendo en cuenta fuentes confiables y que, además, dicho estudio sea sometido a validación para tener la certeza de que los valores generados sean confiables.
- Analizar en más detalle las condiciones de disposición final residuos sólidos de zonas rurales para conocer el potencial de emisiones de metano y con ello evaluar su inclusión y cuantificación en el inventario.
- Completar datos de nivel de actividad para los nuevos distritos mediante formatos de toma de decisiones para estos casos.
- Realizar acciones para garantizar un análisis temporal coherente. La serie temporal es un componente central del RAGEI que suministra información sobre las tendencias históricas de las emisiones y visibiliza los efectos de las estrategias destinadas a reducir las emisiones y/o de las circunstancias nacionales. Este análisis temporal se debe realizar para todos los años en los que el Perú ha estimado emisiones de GEI en el sector Residuos Sólidos, manteniendo metodologías y fuentes de datos comparables. Actualmente se han cambiado fuentes de información y metodologías que no se han podido implementar a cabalidad en todos los años de la serie temporal, sin embargo, se espera realizar los RAGEI 2015 y 2016 con las mejoras implementadas para el 2014 con el fin de evaluar la consistencia de la técnica de superposición parcial.
- Analizar la metodología más adecuada para incluir en el cálculo de emisiones a otros gases presentes en el proceso de disposición de desperdicios sólidos en tierra, como es el COVD. Este gas no ha sido considerado en el RAGEI 2014 puesto que la GL1996 no especifica metodología para su cálculo.

- Incentivar a que las municipalidades distritales a nivel nacional reporten con puntualidad y coherencia sus datos de GPC y composición de su jurisdicción anual. De este modo se podrá establecer un mecanismo para garantizar la sostenibilidad del reporte de la información requerida para el cálculo de emisiones de GEI. También se espera garantizar el esquema de control de calidad del sistema de información para la gestión de los residuos sólidos- SIGERSOL de acuerdo a lo requerido por el IPCC, el cual almacenará dicha información. Este incentivo puede estar ligado al Programa de Incentivos Municipales que posee el Ministerio de Economía y Finanzas, con lo cual, además de brindarles a las municipalidades, capacitaciones constantes sobre la importancia de la información, se les brindará también información sobre la gestión de los residuos sólidos en su jurisdicción y su relación con las emisiones de GEI y aporte al cambio climático.
- Implementar un sistema de evaluación y verificación de datos que sean reportados por las municipalidades distritales al MINAM mediante el SIGERSOL. Para ello, se debe diseñar la metodología con el fin de corroborar que los datos sean coherentes reales, sustentados por un estudio de caracterización propio de la zona.
- Crear capacidades para los funcionarios de la DGCA (encargados o no de elaborar el RAGEI) en temas relacionados a gestión de GEI y cambio climático, haciéndoles partícipes de las reuniones y comités convocados por la DGCCD. Con ello, los encargados de la elaboración del RAGEI se harán responsables de su desarrollo y contarán con el apoyo de los demás funcionarios de la DGCA para la recopilación de la información. Todo ello permitirá generar los RAGEI de forma oportuna y cada vez con mejor calidad, asegurando la institucionalización de la elaboración de dicho reporte en la DGCA.
- Identificar una metodología para evaluar la pertinencia de generar datos de disposición de desperdicios sólidos en tierra de al menos 50 años con un nivel de certidumbre que permita realizar estimaciones de GEI en base a las buenas prácticas de la GL 2006. Este marco de tiempo es requerido para la mayoría de las prácticas y las condiciones de disposición de desperdicios sólidos en tierra. Durante el desarrollo de la primera fase de la NAMA de Residuos Sólidos ya se ha realizado la estimación de estos valores de GPC desde 1960 al 2030 (70 años), estos datos de GPC están asignados para rangos de población de 0- 10,000: 10,000 – 50,000 y de 50,0000 a más habitantes y además por zona geográfica: Costa, Sierra, Selva y Lima y Callao. Se podría validar la metodología empleada y verificar que estos resultados sean coherentes con el desempeño de la GPC durante los años donde se cuente con información.
- Con el fin de contar un factor de emisión de los sitios de disposición final, como datos nacionales, es ideal que cada relleno sanitario cuente con un factor de emisión de acuerdo a sus propias características operativas. Dado que los rellenos sanitarios vienen siendo manejados por el sector privado, ya sea a modo propio o como concesión, es necesario evaluar y definir una propuesta que permita obtener la información de base o procesada de cada uno de ellos. Las ciudades consideradas con potencial en el marco de la NAMA de Residuos Sólidos, deben contemplar esta medición.

ANEXO:

Anexo 1: Datos del responsable del RAGEI

Datos	Descripción
Nombres y Apellidos	Javier Hernandez Campanella
Cargo	Coordinador de Residuos Sólidos
Correo Electrónico	jhernandez@minam.gob.pe
Teléfono - Anexo	+51 1 611 6000 – Anexo 1654
Dirección de Línea	Dirección General de Calidad Ambiental
Institución	Ministerio del Ambiente

Anexo 2: Estimación de incertidumbre asociada a las emisiones del RAGEI.

Código de la categoría IPCC	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Categoría del IPCC	Gas	Emisiones año base (INGEI 2010)	Emisiones año t (RAGEI 2014)	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Sensibilidad tipo A	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
			Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{(E^2 + F^2)}$	$(G \cdot D) / \sum D$		$D / \sum C$	$I \cdot F$	$J \cdot E \cdot \sqrt{2}$	$\sqrt{(K^2 + L^2)}$
			Gg CO ₂ e	Gg CO ₂ e	%	%	%	%	%	%	%	%	%
6A	Desechos												
	Disposicion de Residuos Sólidos	CH ₄	5,126.20	6,439.12	25%	5.6%	25.6%	25.6%	0.00%	125.6%	0.00%	44.3%	44.3%
			5,126.20	6,439.12								+/-	44.3%

Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental