

# **RAGEI | 2014**

Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector  
Procesos Industriales y Uso de Productos 2014

Categorías:  
**INDUSTRIA DE LOS MINERALES, INDUSTRIA  
QUÍMICA E INDUSTRIA DE LOS METALES**

**Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector  
Procesos Industriales y Uso de Productos del año 2014**  
**Categorías: Industria de los minerales, Industria química e Industria de los metales**

Preparado por:

**Ministerio de la Producción**  
Viceministerio de MYPE e Industria  
Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria

Lima, 2017

## CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO .....	8
1. INTRODUCCIÓN .....	13
2. METODOLOGÍA .....	14
2.1 Mejoras metodológicas implementadas y acciones pendientes .....	14
2.2 Metodología de cálculo aplicada .....	26
2.3 Análisis de incertidumbre .....	27
2.4 Control de calidad .....	30
2.5 Proceso de elaboración del RAGEI .....	35
2.5.1 Procedimientos y arreglos para recolectar información .....	35
2.5.2 Los procedimientos y arreglos para información .....	36
2.5.3 Los esfuerzos para hacer de la elaboración del RAGEI un proceso continuo .....	36
3. RESULTADO SECTORIAL .....	39
3.1 Emisiones sectoriales del año 2014 .....	39
3.2 Descripción situacional sectorial .....	44
3.3 Coherencia de serie temporal .....	46
3.4 Análisis de los resultados .....	54
4. RESULTADOS POR CATEGORÍAS Y SUBCATEGORÍAS .....	55
4.1 Categoría 2A: Industria de los minerales .....	55
4.1.1 Subcategoría 2A1: Producción de cemento .....	55
4.1.1.1 Elección del método .....	55
4.1.1.2 Descripción del nivel de actividad .....	58
4.1.1.3 Factores de emisión y conversión .....	60
4.1.1.4 Análisis de incertidumbre .....	63
4.1.1.5 Control de calidad .....	64
4.1.1.6 Análisis de resultados de la subcategoría .....	65
4.1.1.7 Sigüientes pasos .....	68
4.1.2 Subcategoría 2A2: Producción de cal .....	69
4.1.2.1 Elección del método .....	69
4.1.2.2 Descripción del nivel de actividad .....	70
4.1.2.3 Factores de emisión y conversión .....	71
4.1.2.4 Análisis de incertidumbre .....	73
4.1.2.5 Control de calidad .....	74
4.1.2.6 Análisis de resultados de la subcategoría .....	75

4.1.2.7	Siguientes pasos.....	78
4.1.3	Subcategoría 2A3: Producción de vidrio.....	78
4.1.3.1	Elección del método .....	78
4.1.3.2	Descripción del nivel de actividad.....	80
4.1.3.3	Factores de emisión y conversión.....	82
4.1.3.4	Análisis de incertidumbre .....	84
4.1.3.5	Control de calidad.....	85
4.1.3.6	Análisis de resultados de la subcategoría .....	86
4.1.3.7	Siguientes pasos.....	90
4.1.4	Subcategoría 2A4a: Cerámicas .....	90
4.1.4.1	Elección del método .....	91
4.1.4.2	Descripción del nivel de actividad.....	93
4.1.4.3	Factores de emisión y conversión.....	98
4.1.4.4	Análisis de incertidumbre .....	100
4.1.4.5	Control de calidad.....	101
4.1.4.6	Análisis de resultados de la subcategoría .....	102
4.1.4.7	Siguientes pasos.....	106
4.1.5	Subcategoría 2A4b: Otros usos de ceniza de sosa (carbonato de sodio) .....	106
4.1.5.1	Elección del método .....	107
4.1.5.2	Descripción del nivel de actividad.....	109
4.1.5.3	Factores de emisión y conversión.....	111
4.1.5.4	Análisis de incertidumbre .....	112
4.1.5.5	Control de calidad.....	113
4.1.5.6	Análisis de resultados de la subcategoría .....	114
4.1.5.7	Siguientes pasos.....	119
4.2	Categoría 2B: Industria química .....	119
4.2.1	Subcategoría 2B1: Producción de amoníaco .....	119
4.2.1.1	Elección del método .....	119
4.2.1.2	Descripción del nivel de actividad.....	121
4.2.1.3	Factores de emisión y conversión.....	122
4.2.1.4	Análisis de incertidumbre .....	124
4.2.1.5	Control de calidad.....	126
4.2.1.6	Análisis de resultados de la subcategoría .....	126
4.2.1.7	Siguientes pasos.....	129
4.2.2	Subcategoría 2B2: Producción de ácido nítrico .....	129
4.2.2.1	Elección del método .....	129
4.2.2.2	Descripción del nivel de actividad.....	131

4.2.2.3	Factores de emisión y conversión.....	132
4.2.2.4	Análisis de incertidumbre .....	132
4.2.2.5	Control de calidad.....	134
4.2.2.6	Análisis de resultados de la subcategoría .....	135
4.2.2.7	Siguientes pasos.....	138
4.2.3	Subcategoría 2B7: Producción de ceniza de sosa (carbonato de sodio) .....	138
4.2.3.1	Elección del método .....	138
4.2.3.2	Descripción del nivel de actividad.....	140
4.2.3.3	Factores de emisión y conversión.....	141
4.2.3.4	Análisis de incertidumbre .....	142
4.2.3.5	Control de calidad.....	143
4.2.3.6	Análisis de resultados de la subcategoría .....	143
4.2.3.7	Siguientes pasos.....	146
4.3	Categoría 2C: Industria de los metales .....	147
4.3.1	Subcategoría 2C1: Producción de Hierro y Acero.....	147
4.3.1.1	Elección del método .....	147
4.3.1.2	Descripción del nivel de actividad.....	151
4.3.1.3	Factores de emisión y conversión.....	160
4.3.1.4	Análisis de incertidumbre .....	165
4.3.1.5	Control de calidad.....	166
4.3.1.6	Análisis de resultados de la subcategoría .....	168
4.3.1.7	Siguientes pasos.....	179
4.3.2	Subcategoría 2C3: Producción de Aluminio .....	179
4.3.2.1	Elección del método .....	180
4.3.2.2	Descripción del nivel de actividad.....	182
4.3.2.3	Factores de emisión y conversión.....	184
4.3.2.4	Análisis de incertidumbre .....	186
4.3.2.5	Control de calidad.....	187
4.3.2.6	Análisis de resultados de la subcategoría .....	188
4.3.2.7	Siguientes pasos.....	191
4.3.3	Subcategoría 2C5: Producción de Plomo.....	192
4.3.3.1	Elección del método .....	192
4.3.3.2	Descripción del nivel de actividad.....	193
4.3.3.3	Factores de emisión y conversión.....	195
4.3.3.4	Análisis de incertidumbre .....	196
4.3.3.5	Control de calidad.....	196
4.3.3.6	Análisis de resultados de la subcategoría .....	197

4.3.3.7	Siguientes pasos.....	200
4.3.4	Subcategoría 2C6: Producción de Zinc .....	200
4.3.4.1	Elección del método .....	200
4.3.4.2	Descripción del nivel de actividad.....	202
4.3.4.3	Factores de emisión y conversión.....	203
4.3.4.4	Análisis de incertidumbre .....	203
4.3.4.5	Control de calidad.....	204
4.3.4.6	Análisis de resultados de la subcategoría .....	205
4.3.4.7	Siguientes pasos.....	208
ANEXOS: .....		210
Anexo 1: Datos de los responsables del RAGEI .....		210
Anexo 2: Estimación de incertidumbre asociada a las emisiones del RAGEI. ....		211
BIBLIOGRAFÍA .....		212



## RESUMEN EJECUTIVO

La estimación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero del año 2014 del Sector Procesos Industriales y Uso de Productos y la correspondiente actualización de las estimaciones de los años 2000, 2005, 2010 y 2012 fueron realizadas aplicando la metodología de las Directrices del IPCC del 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero – GL2006 (IPCC, 2006) y la Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero – OBP2000 (IPCC, 2000).

El sector Procesos Industriales y Uso de Productos (PIUP) aborda las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provocadas por los procesos industriales, el uso de GEI en algunos tipos de productos y por el uso no energético del carbono contenido en combustibles fósiles. El IPCC lo define como: "Emisiones de productos industriales y uso de productos, excluyendo los vinculados a la combustión de energía (declaradas en 1A), extracción, procesamiento y transporte de combustibles (declaradas en 1B) y transporte, inyección y almacenamiento de CO<sub>2</sub> (declaradas en 1C)."

El presente reporte tiene como alcance la evaluación de tres categorías de industrias: i) Categoría 2A Industria de los minerales (emisiones de CO<sub>2</sub> por el uso de materias primas carbonatadas y una variedad de productos minerales industriales); ii) Categoría 2B Industria química (emisiones de GEI generadas por la producción de productos químicos orgánicos e inorgánicos) y iii) Categoría 2C Industria de los metales (emisiones de GEI generadas por la producción de metales). A su vez, las subcategorías evaluadas fueron las siguientes:

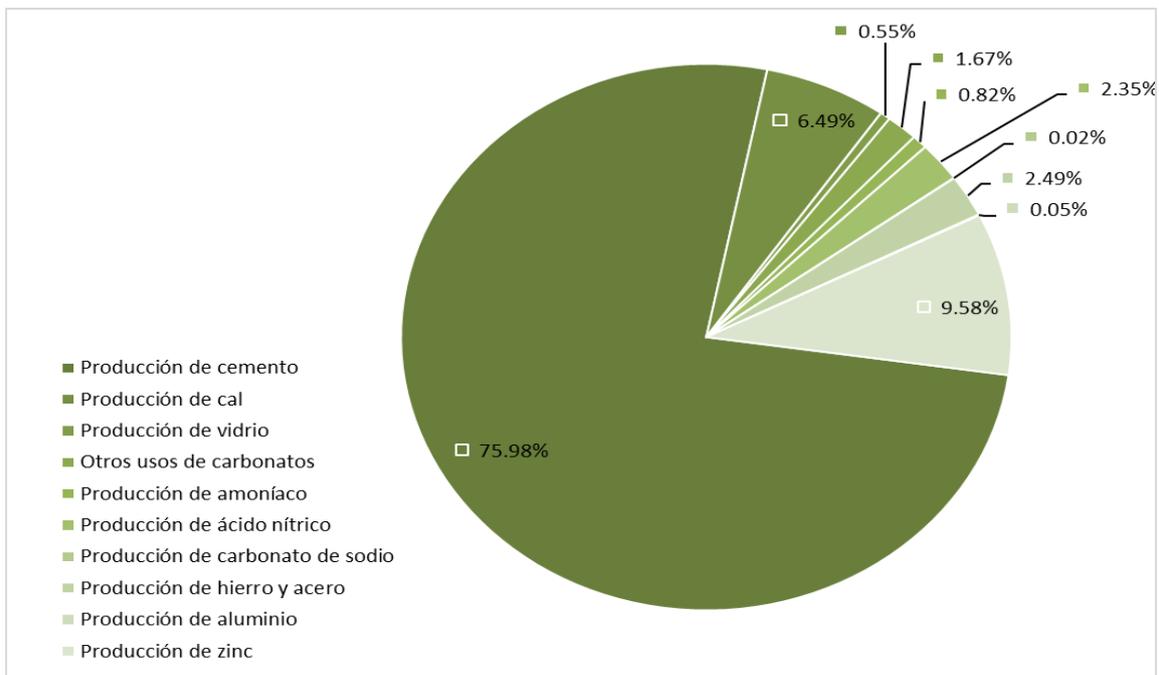
- Industria de los Minerales se evaluaron las emisiones de dióxido de carbono de la producción de cemento, de la producción de cal, de la producción de vidrio y del consumo de carbonatos.
- Industria Química se evaluaron las emisiones de dióxido de carbono de la producción de amoníaco y de la producción de carbonato de sodio (ceniza de sosa) y las emisiones de óxido nítrico de la producción de ácido nítrico.
- Industria de los Metales se evaluaron las emisiones de dióxido de carbono de la producción de hierro y acero, de la producción de aluminio, de la producción de zinc y de la producción de plomo y las emisiones de metano de la producción de hierro y acero.

En comparación con el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2012 (INGEI 2012), el presente inventario ha incluido mejoras como la actualización de los formatos de planillas de cálculo (u hojas de cálculo), la sistematización del archivo digital de los medios de verificación sobre niveles de actividad y factores de conversión, la revisión exhaustiva de datos nacionales de producción industrial y su priorización, que en general han mejorado sobretodo la transparencia, la exactitud y la exhaustividad de la estimación. Asimismo, este reporte incluye estimaciones para cuatro nuevas fuentes de emisión: i) emisiones de dióxido de carbono de la producción de vidrio, ii) emisiones de óxido nítrico de la producción de ácido nítrico, iii) emisiones de dióxido de carbono de la producción de carbonato de sodio y iv) emisiones de metano de la producción de hierro y actualiza los resultados de las emisiones de todas las fuentes consideradas originalmente.

El método de cálculo utilizado principalmente corresponde al nivel 1, que es el menos exigente. Este nivel se aplica para todas las subcategorías, excepto para Producción de cemento que aplica el método de cálculo de nivel 2. Las estimaciones utilizaron información de estadísticas nacionales, información provista por las empresas manufactureras y valores por defecto de factores de conversión y de emisión propuestos en las GL2006. El resultado de la estimación de las emisiones del Sector Procesos Industriales y Uso de Productos para el año 2014 es igual a 6,040.76 Gg CO<sub>2</sub> eq. En general, se observa

que las emisiones del sector han mantenido una tendencia creciente, con un incremento entre los años 2000 y 2014 de 124.92 % y entre los años 2012 y 2014 de 19.40 %. La industria con mayor contribución en las emisiones es la industria del cemento que participa con 66.19 % en el año 2000, y con 75.98 % en el 2014. La Figura N° 1 describe la participación porcentual de cada subcategoría y la Tabla N° 1 resume los resultados para todas las fuentes de emisión y para la serie de tiempo completa.

**Figura N° 1. Participación porcentual de las emisiones en Gg CO<sub>2</sub> eq de las categorías del sector PIUP, 2014**



**Tabla N° 1. Emisiones de GEI del sector PIUP en los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014**

ESTIMACIÓN DE LA SERIE DE TIEMPO							
Código de sector y categorías de fuentes (GL2006)		Categorías de fuentes	2014	2012	2010	2005	2000
			Emisiones GEI [GgCO <sub>2</sub> eq]				
2		<b>Procesos Industriales y uso de productos</b>	<b>6,040.76</b>	<b>5,059.37</b>	<b>4,501.79</b>	<b>3,387.65</b>	<b>2,685.74</b>
	2A	<b>Industria de los minerales</b>	<b>5,116.40</b>	<b>4,173.64</b>	<b>3,722.20</b>	<b>2,597.51</b>	<b>1,864.06</b>
	2A1	Producción de Cemento	4,590.01	3,730.60	3,338.29	2,375.59	1,777.66
	2A2	Producción de Cal	392.26	319.64	270.44	147.44	24.43
	2A3	Producción de Vidrio	33.32	34.81	34.45	34.78	34.39
	2A4	Otros usos de Carbonatos	100.82	88.57	79.01	39.70	27.57
	2A4a	Cerámicas	80.75	69.30	65.39	39.70	27.57
	2A4b	Otros usos de la Ceniza de Sosa (Carbonato de Sodio)	20.07	19.27	13.62	0.00	0.00
	2B	<b>Industria química</b>	<b>192.33</b>	<b>177.26</b>	<b>208.92</b>	<b>247.12</b>	<b>283.76</b>
	2B1	Producción de Amoníaco	49.57	33.73	29.48	27.91	18.67
	2B2	Producción de Ácido Nítrico	141.84	142.61	178.67	218.82	264.85
	2B7	Producción de Ceniza de Sosa (Carbonato de Sodio)	0.92	0.92	0.77	0.40	0.23
	2C	<b>Industria de los metales</b>	<b>732.03</b>	<b>708.48</b>	<b>570.68</b>	<b>543.02</b>	<b>537.92</b>
	2C1	Producción de Hierro y Acero	150.45	148.27	184.53	196.48	253.85
	2C3	Producción de Aluminio	2.87	2.63	2.39	1.66	0.62
	2C5	Producción de Plomo	0.00	0.00	0.00	63.48	62.44
	2C6	Producción de Zinc	578.70	557.58	383.75	281.40	221.02



El análisis de incertidumbre del Sector Procesos Industriales y Uso de Productos se ha realizado aplicando el método 1 para la estimación de incertidumbre propuesta en las OBP2000. Los resultados obtenidos indican que la incertidumbre combinada como porcentaje del total de emisiones sectoriales en el año 2014 es igual a  $\pm 44.67 \%$ , mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones es igual a  $\pm 76.78 \%$ .

En función a la disponibilidad de recursos y a la priorización de esfuerzos las estimaciones realizadas no abarcaron el total de las actividades (fuentes de emisión) categorizadas por el IPCC para el sector PIUP. Sin embargo, aquellas consideradas son de las cuales se tienen mayor conocimiento e información y por lo tanto, se considera que el RAGEI cuenta con un nivel de representatividad de las emisiones del sector aceptable. Se espera seguir mejorando la exhaustividad del inventario, que por la cantidad y la heterogeneidad de los procesos que incluye PIUP representa un gran reto.

Como futuras mejoras se considera la inclusión de subcategorías que no han sido incluidas a la fecha, por falta de información, esto en base a un estudio y priorización de subcategorías. Adicionalmente por cada subcategoría se han identificado potenciales medidas para mejorar la transparencia, coherencia, exhaustividad y exactitud. Cabe resaltar que en su mayoría estas mejoras dependen de la disponibilidad de información específica por parte de las empresas, que actualmente no tienen obligación de reportar la información solicitada.

En resumen, se han identificado las siguientes actividades para mejorar el proceso de elaboración del RAGEI PIUP:

- Fortalecer los mecanismos para el flujo de información de tal modo que se facilite la actualización periódica de los inventarios y se implementen mejoras al profundizar en el conocimiento del alcance y la representatividad de la información.
- Fortalecer los arreglos de coordinación para organizar los recursos con mayor eficiencia estableciendo un plan de trabajo compartido entre las entidades involucradas.
- Construir capacidades sobre las metodologías de estimación para generar autonomía al sector en la elaboración del reporte sobre todo en las fuentes de emisión más significativas, como la emisión de dióxido de carbono de la producción de cemento. Para la subcategoría de producción de cemento, fortalecer las capacidades en las metodologías de nivel de cálculo 2 (el cual ya se aplica en el presente RAGEI) y de nivel de cálculo 3 (al cual se debe buscar aplicar a futuro). Asimismo, profundizar en las fuentes de emisión cuyos modelos conceptuales son más complejos como la emisión de dióxido de carbono y metano en la producción de Hierro y Acero.
- Incrementar los recursos para la compilación, sistematización, control de calidad y reporte que permitan mejorar la exhaustividad y transparencia de las estimaciones y minimizar los errores.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Perú como país parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), el 19 de diciembre del 2014 promulgó el Decreto Supremo N° 013-2014-MINAM, mediante el cual se aprobaron las Disposiciones para la elaboración del Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero (INFOCARBONO) cuya finalidad es establecer un conjunto de acciones orientadas a la recopilación, evaluación y sistematización de información referida a la emisión y remoción de Gases de Efecto Invernadero (GEI), que contribuirá a la formulación de políticas, estrategias y planes de desarrollo que reduzcan las emisiones de GEI y al cumplimiento de los compromisos asumidos por el país con la suscripción de la CMNUCC.

En tal sentido, mediante la Resolución Ministerial N° 168-2016-MINAM se establece que el Ministerio de la Producción (PRODUCE) es la entidad competente encargada de la elaboración del *Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero – Sector Procesos Industriales y Uso de Productos - Categorías: Industria de los Minerales, Industria Química e Industria de los metales* (RAGEI PIUP) y del *Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero – Sector Desechos. Categoría: efluentes Industriales* (RAGEI EI). Los Reportes Anuales de Gases de Efecto invernadero (RAGEI) se deberán elaborar periódicamente para formar parte del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) que se presenta como país ante la CMNUCC. Por su parte, el Ministerio del Ambiente (MINAM) como punto focal de Perú de la CMNUCC ha brindado asistencia técnica para el desarrollo de este RAGEI sectorial.

El RAGEI PIUP del año 2014 (o RAGEI PIUP 2014) tiene como objetivo reportar las emisiones generadas durante el año 2014 en el país desde las diferentes actividades industriales bajo la competencia del Ministerio de la Producción como son las industrias productoras de cemento, vidrio, cal, y carbonatos; así como las productoras de hierro, acero y metales no ferrosos, entre ellos, aluminio, plomo y zinc, y las industrias químicas del nitrógeno y carburos. Este reporte ha sido elaborado por la Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria de PRODUCE (ahora DGAAMI, antes denominada DIGGAM). El presente documento es el informe final del RAGEI PIUP 2014 y formará parte del INGEI del año 2014 que se presentará ante la CMNUCC este año.

Las estimaciones fueron realizadas siguiendo las metodologías recomendadas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) en las “Directrices IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero” (GL2006) y en la “Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero” (OBP2000). También se consideraron los lineamientos de la “Guía N° 3: Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - Sector Procesos Industriales y Uso de Productos” aprobada mediante Resolución Ministerial N° 168-2016-MINAM

El RAGEI PIUP 2014 está conformado por varios documentos que describen y justifican el proceso y las decisiones tomadas, y presentan los resultados obtenidos. Estos documentos incluyen: el presente documento de reporte (o informe RAGEI), las planillas de cálculo (u hojas de cálculo) para las estimaciones de los años 2014, 2012, 2010, 2005 y 2000 y el archivo de fuentes de información que sistematiza los medios de verificación.

El proceso ha brindado la oportunidad de crear y fortalecer capacidades en los profesionales de PRODUCE. Asimismo, el reporte es de gran utilidad para la planificación de medidas de mitigación de emisiones que contribuyan con el desarrollo nacional y el cumplimiento de los compromisos asumidos en el marco de la CMNUCC.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Mejoras metodológicas implementadas y acciones pendientes

Las mejoras fueron aplicadas a partir de la revisión del INGEI 2012 y de los hallazgos durante la recopilación de información. En base a la información disponible y a la comprensión de los esquemas de emisión de cada subcategoría se tomaron decisiones para mejorar el RAGEI 2014 tal y como se resumen en la Tabla N° 2. Cabe indicar, que en este reporte por motivos de confidencialidad no se indican nombres de las empresas que reportan información sobre la producción de sus plantas, la descripción detallada sobre estos informantes y su información reportada está documentada en el archivo completo del RAGEI, el cual es administrado por la Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria del Ministerio de la Producción.

**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	Categoría involucrada	Impacto en la estimación de tCO <sub>2</sub> eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI
1	Se realizaron actividades de garantía de calidad del INGEI 2012, se identificaron mejoras y se realizaron correcciones.	todas	Mejora la exactitud.
2	Se actualizaron los formatos de la planilla de cálculo para el RAGEI orientados al usuario y al compilador. Asimismo, se incluyeron cuadros para facilitar el reporte.	todas	Mejora la transparencia y la comparabilidad.
3	Se realizó el archivo digital y la sistematización de la documentación sobre niveles de actividad y factores de emisión y conversión.	todas	Mejora la transparencia y la comparabilidad.
4	Dato nacional: se identificó un dato nacional diferente lo que implicó modificar el método de cálculo, pues en lugar de usar el dato de carbonato de calcio en la entrada del proceso se utilizó el dato de óxido de calcio en la salida (en el clínker) para evitar conversiones, dado que en el INGEI 2012 se hallaron incoherencias en las planillas de cálculo.	2A1: Producción de cemento	Mejora la exactitud y la transparencia.
5	Dato nacional: se incluyó información de una empresa adicional no considerada en el RAGEI 2012.	2A1: Producción de cemento	Mejora la exhaustividad.
6	Factor de emisión: se adaptó el factor de emisión por defecto utilizando el valor del promedio nacional del contenido de óxido de calcio en el clínker calculado en función a información reportada de las empresas.	2A1: Producción de cemento	Mejora la exactitud.
7	Dato nacional: se revisaron las fuentes de información de la serie temporal y se descartó utilizar una fuente cuyo medio de verificación no se encontró y que además indicaba valores incoherentes con otra fuente de información de PRODUCE.	2A2: Producción de cal	Mejora la transparencia y la coherencia.

No	Descripción de la acción de mejora	Categoría involucrada	Impacto en la estimación de tCO <sub>2</sub> eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI
8	Factor de emisión: el factor de emisión por defecto para la cal de dolomita presenta un rango y de acuerdo a las recomendaciones del ICA, se optó por el valor medio en lugar del valor mayor como se realiza en la estimación del INGEI 2012.	2A2: Producción de cal	Mejora la exactitud.
9	Se incluyó 2A3 como nueva fuente de emisión en el inventario.	2A3: Producción de vidrio	Mejora la exhaustividad y la exactitud.
10	Dato nacional: para 2A4a (cerámicas) se revisó el nivel de actividad utilizado y se identificó que no era el adecuado pues originalmente se utilizó el dato de extracción de caliza y dolomita nacional, cuando las cerámicas provienen principalmente de arcillas. Se optó por cambiar el dato de nivel de actividad cambiando la metodología de cálculo. El nuevo dato nacional de nivel de actividad se obtiene de la producción de ladrillos.	2A4: Otros usos de carbonatos en los procesos	Mejora la exactitud.
11	Dato nacional: para 2A4a (cerámicas) se revisó el factor de conversión utilizado sobre uso de caliza/dolomita para la producción de ladrillos y al no encontrarse su medio de verificación se decidió no utilizar y realizar el cambio metodológico tal como se describe en el punto anterior.	2A4: Otros usos de carbonatos en los procesos	Mejora la transparencia.
12	Dato nacional: para 2A4b (ceniza de sosa) se actualizaron los datos nacionales con nuevas fuentes de información, cubriendo más años de la serie temporal y vinculando información de otras subcategorías (2A3 y 2B7). El nivel de actividad se calcula utilizando datos de exportaciones, importaciones, producción y consumo de carbonato de sodio para vidrio.	2A4: Otros usos de carbonatos en los procesos	Mejora la coherencia, la exhaustividad y la exactitud.
13	Dato nacional: se revisaron las fuentes de información de la serie temporal y se descartó utilizar la fuente de información del dato nacional al no hallarse su documentación de verificación. En su lugar, se utilizó una fuente de información nueva y verificable con dato para el año 2014, y para completar la serie se extrapola hacia atrás con una función que vincula la producción con la importación y la exportación (se obtuvo información para toda la serie de estas dos variables).	2B1: Producción de amoníaco	Mejora la transparencia, la coherencia y la exactitud.
14	Se incluyó 2B2 como nueva fuente de emisión en el inventario.	2B2: Producción de ácido nítrico	Mejora la exhaustividad y la exactitud.
15	Dato nacional: se revisó la fuente de información utilizada y los datos de la serie temporal y se descartó utilizar la fuente de información al no hallarse su medio de verificación y contar solo con dato para un año.	2B5: Producción de carburos	Mejora la transparencia y la coherencia.
16	Se incluyó 2B7 nueva fuente de emisión en el inventario.	2B7: Producción de carbonato de sodio (ceniza de sosa)	Mejora la exhaustividad y la exactitud.

No	Descripción de la acción de mejora	Categoría involucrada	Impacto en la estimación de tCO <sub>2</sub> eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI
17	Dato nacional: se identificaron datos nacionales adicionales a los usados originalmente, que fueron incorporados en el modelo de cálculo de las emisiones, se incluyeron estos datos en la recopilación de información para toda la serie de tiempo.	2C1: Producción de hierro y acero	Mejora la exhaustividad y la exactitud.
18	Dato nacional: se incluyeron estimaciones para la producción de Hierro Directamente Reducido (DRI) y pelletizado.	2C1: Producción de hierro y acero	Mejora la exhaustividad y la exactitud.
19	Dato nacional: se identificaron nuevas empresas relacionadas con la producción de hierro y acero y se incluyeron en la recopilación de información y en el cálculo de emisiones.	2C1: Producción de hierro y acero	Mejora la exhaustividad y la exactitud.
21	Dato nacional: se calcularon las emisiones de metano.	2C1: Producción de hierro y acero	Mejora la exhaustividad y la exactitud.
22	Factor de emisión: con información de plantas se seleccionaron factores de emisión más adecuados para la producción de acero, pues en el INGEI 2012 se utilizó el factor de emisión de Horno de Solera que es tiene un alto valor	2C1: Producción de hierro y acero	Mejora la exhaustividad y la exactitud.
23	Dato nacional: se aplicó un factor de conversión al dato nacional para determinar la fracción que corresponde al aluminio primario, ya que el aluminio secundario no se le atribuyen emisiones y se debe descontar en la estimación.	2C3: Producción de aluminio	Mejora la exactitud.
24	Dato nacional: se actualizó el método de proyección de datos, en lugar de usar promedio móvil se aplicó extrapolación lineal (método recomendado por GL2006).	2C3: Producción de aluminio	Mejora la comparabilidad.
25	Factor de emisión: se decidió utilizar el valor medio del rango de los factores de emisión por defecto en lugar del valor mayor, de acuerdo a las recomendaciones del ICA.	2C3: Producción de aluminio	Mejora la exactitud.
26	Dato nacional: se corrigió el dato nacional, dado que el INGEI 2012 utiliza datos de concentración de plomo, etapa a la que no se le atribuye emisiones de GEI. Por tanto, se corrigió para utilizar los datos de productos de fundición y refinamiento asumiendo que el refinamiento implica una fundición previa. Además, se hallaron errores de transcripción y en algunos casos los datos ingresados no correspondían a la fuente referida.	2C4: Producción de plomo	Mejora la exactitud y la exhaustividad.
27	Factor de emisión: se corrigió los vínculos del factor de emisión en las planillas.	2C5: Producción de plomo	Mejora le exactitud.
28	Dato nacional: si bien las emisiones de GEI en la producción de zinc se dan durante la fundición se decidió considerar también los valores reportados de refinamiento, asumiendo que una etapa previa al refinamiento es la fundición.	2C6: Producción de zinc	Mejora la exactitud y la exhaustividad.

No	Descripción de la acción de mejora	Categoría involucrada	Impacto en la estimación de tCO <sub>2</sub> eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI
29	Dato nacional: se actualizaron las fuentes de información para toda la serie temporal, calculando las emisiones para los años que no se calcularon (2000, 2005 y 2010).	2C6: Producción de zinc	Mejora la comparabilidad y la exhaustividad.
30	Serie temporal: se realizaron las estimaciones para la serie temporal completa.	2C6: Producción de zinc	Mejora la comparabilidad y la exhaustividad.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Asimismo, se procuró incorporar las recomendaciones realizadas por el International Consultation and Analysis (ICA) a la información del INGEI presentada en el primer Informe Bienal de Actualización. Estas mejoras se describen en la Tabla N°3.

**Tabla N° 3. Acciones de mejora implementadas en el RAGEI 2014 en base a la revisión del ICA**

No	Recomendaciones del ICA	Respuesta
1	Recomendación del ICA: Utilizar las tablas de los informes sectoriales anexadas a las Directrices del IPCC, versión revisada en 1996 (o 2006 según sea aplicable a cada sector). Acción de mejora: Se realiza en el RAGEI PIUP 2014. Se utilizó las tablas de las GL2006, y se incluye en el presente documento de reporte y en las planillas de cálculo.	Mejora la transparencia y la comparabilidad.
2	Recomendación del ICA: Proveer una serie de tiempo consistente para todos los años en los que el Perú ha reportado Inventarios de Gases de Efecto Invernadero. Acción de mejora: Se realiza en el RAGEI PIUP 2014. Para garantizar la consistencia se han utilizado las mismas metodologías de cálculo en todos los años (2000, 2005, 2010, 2012 y 2014), se revisaron las fuentes de información para utilizar fuentes oficiales y verificables y se aplicaron las metodologías recomendadas por GL2006 para completar vacíos de datos.	Mejora la exactitud y la exhaustividad.
3	Recomendación del ICA: Detallar la información sobre las metodologías utilizadas para estimar las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción antropógenas por los sumideros de gases de efecto invernadero. Acción de mejora: Se realiza en el RAGEI PIUP 2014. Se incluye en el documento de reporte la descripción del método de cálculo de cada fuente de emisión (en este caso no hay absorciones). Asimismo, el diseño de las planillas de cálculo considera el paso a paso de la estimación y describe las fórmulas utilizadas para cada categoría (a nivel de subcategorías).	Mejora la transparencia y la comparabilidad.
4	Recomendación del ICA: Detallar explicación de las fuentes de los factores de emisión Acción de mejora: Se realiza en el RAGEI PIUP 2014. Las fuentes de información de los factores de emisión se incluyen en el documento de reporte y en las planillas de cálculo.	Mejora la transparencia y la comparabilidad.
5	Recomendación del ICA: Detallar explicación de las fuentes de los datos de actividad. Acción de mejora: Se realiza en el RAGEI PIUP 2014. Las fuentes de información de los datos de actividad se incluyen en el documento de reporte y en las planillas de cálculo.	Mejora la transparencia y la comparabilidad.
6	Recomendación del ICA: Describir los procedimientos y arreglos utilizados para recolectar y archivar la data para la preparación de los inventarios nacionales de GEI. Acción de mejora: Se realiza en el RAGEI PIUP 2014.	Mejora la transparencia y la exhaustividad.

No	Recomendaciones del ICA	Respuesta
7	Recomendación del ICA: Describir los esfuerzos para hacer de la elaboración de los RAGEI un proceso continuo. Acción de mejora: Se realiza en el RAGEI PIUP 2014.	Mejora la transparencia.
8	Recomendación del ICA: Incluir información sobre el rol de cada institución involucrada en el proceso de elaboración del RAGEI. Acción de mejora: Se realiza en el RAGEI PIUP 2014.	Mejora la transparencia.
9	Recomendación del ICA: Proveer información transparente sobre el nivel metodológico (tier) aplicado a cada sub-categoría y a las metodologías utilizadas para generar las estimaciones del inventario. Acción de mejora: Se realiza en el RAGEI PIUP 2014. Se describen las metodologías y el proceso de decisión para elegir el nivel de cálculo para cada subcategoría.	Mejora la transparencia.
10	Recomendación del ICA: Identificar donde la data puede ser mejorada en futuras comunicaciones a través del fortalecimiento de capacidades Acción de mejora: Se realiza en el RAGEI PIUP 2014. Se identifican posibles mejoras en el presente documento de reporte y se indican próximos pasos.	Mejora la transparencia.
11	Recomendación del ICA: Describir y estimar cuantitativamente el grado de incertidumbre asociado con los datos del inventario y los supuestos aplicados, y describir las metodologías que hayan utilizado Acción de mejora: Se realiza en el RAGEI PIUP 2014.	Mejora la transparencia y la exactitud.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Teniendo como punto de partida el INGEI 2012, el RAGEI PIUP 2014 logró principalmente mejorar la transparencia, la exactitud y la exhaustividad de las estimaciones. En tal sentido, este reporte incluye estimaciones para cuatro nuevas fuentes de emisión: i) emisiones de dióxido de carbono de la producción de vidrio, ii) emisiones de óxido nitroso de la producción de ácido nítrico, iii) emisiones de dióxido de carbono de la producción de carbonato de sodio y iv) emisiones de metano de la producción de hierro y actualiza los resultados de las emisiones de todas las fuentes consideradas originalmente.

La Tabla N°4, la Tabla N° 5 y la Tabla N°6 que se presentan a continuación describen las acciones de mejoras planificadas para futuros RAGEI.

**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 <sub>2</sub> eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
1	<u>2A1: Producción de Cemento</u> Solicitar información de planta sobre el contenido de óxido de calcio de todas las empresas (completar la información ya reportada) y actualizar el promedio nacional.	Mejora la exhaustividad y la exactitud.	No se han iniciado acciones de implementación.	Corto plazo
2	<u>2A1: Producción de Cemento</u> Solicitar información sobre el contenido de óxido de magnesio en el clínker y su procedencia, para evaluar la pertinencia de su incorporación en la estimación.	Mejora la exhaustividad y la exactitud.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
3	<u>2A1: Producción de Cemento</u> Realizar consultas a las empresas sobre la posibilidad que reporten mayor información de sus plantas con el fin de mejorar el nivel de cálculo (pasar de nivel 2 a nivel 3).	Mejora la exhaustividad y la exactitud.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo

No	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de tCO <sub>2</sub> eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
4	<u>2A1: Producción de Cemento</u> Realizar consultas a las empresas sobre la confidencialidad de su información con el fin de incrementar la transparencia en las publicaciones del RAGEI.	Mejora la transparencia	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
5	<u>2A2: Producción de Cal</u> Identificar a los productores de cal y evaluar la factibilidad de solicitar información de sus plantas para toda la serie de tiempo que en el actual inventario presenta vacíos de información.	Mejora la exhaustividad, la exactitud y la coherencia.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
6	<u>2A2: Producción de Cal</u> Revisar información de cal como bien fiscalizado que cuya producción se registra en la Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados (INIQBF) de la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT).	Mejora la exhaustividad, la exactitud y la coherencia.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
7	<u>2A3: Producción de Vidrio</u> Revisar y realizar una validación con expertos del porcentaje de <i>cullet</i> (vidrio reciclado) utilizado y/o profundizar en la búsqueda de información nacional sobre el reciclaje de vidrio en el país.	Mejora la exactitud.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
8	<u>2A3: Producción de Vidrio</u> Realizar consultas a las empresas sobre la confidencialidad de su información con el fin de incrementar la transparencia en las publicaciones del RAGEI.	Mejora la transparencia.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
9	<u>2A4a: Otros usos de Carbonatos (cerámicas)</u> Identificar posibles nuevas fuentes de información para incluir más tipos de cerámicas y no solo ladrillos.	Mejora la exhaustividad y la exactitud.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
10	<u>2A4a: Otros usos de Carbonatos (cerámicas)</u> Evaluar la factibilidad de solicitar información a nivel de principales empresas de sus plantas y para toda la serie de tiempo.	Mejora la exhaustividad y la exactitud.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
11	<u>2A4a: Otros usos de Carbonatos (cerámicas)</u> Revisar información para incluir otros tipos de cerámicos (diferentes a ladrillos) o estimar un peso estándar para realizar la conversión a masa a través de un panel experto.	Mejora la exhaustividad y la exactitud.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo

No	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de tCO <sub>2</sub> eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
12	<u>2A4b: Otros usos de la Ceniza de Sosa</u> Revisar el consumo calculado para otros usos de ceniza de sosa para los años 2000 y 2005, para los cuales no hay información de producción de vidrio de planta y/o consumo de ceniza de sosa para vidrio y se utilizan valores extrapolados. Identificar si existen fuentes de información complementarias.	Mejora la exactitud y la coherencia.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
13	<u>2B1: Producción de Amoniaco</u> Solicitar datos de producción de amoniaco para todos los años, registrado como insumo fiscalizado en INIQBF de la SUNAT (de 2014 en adelante) para mejorar la extrapolación aplicada al completar la serie de tiempo (incluyendo años para los cuales no se genera INGEI).	Mejora la exactitud y la coherencia.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
14	<u>2B2: Producción de Ácido Nítrico</u> Solicitar datos de producción de ácido nítrico para todos los años, registrado como insumo fiscalizado en la INIQBF de la SUNAT (de 2014 en adelante) para mejorar la extrapolación aplicada al completar la serie de tiempo (incluyendo años para los cuales no se genera INGEI).	Mejora la exactitud y la coherencia.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
15	<u>2B5: Producción de Carburos</u> Profundizar en la revisión de información, verificar si realmente no hay producción de carburos y documentarlo.	Mejora la transparencia.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
16	<u>2B7: Producción de Ceniza de Sosa</u> Solicitar datos de producción de ceniza de sosa para todos los años registrado como insumo fiscalizado en la INIQBF de la SUNAT (de 2014 en adelante) para mejorar la función aplicada para completar los vacíos de la serie de tiempo (incluyendo años para los cuales no se genera INGEI). Asimismo, sobre importación y exportación que se utilizan como variables de dicha función.	Mejora la exactitud y la coherencia.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
17	<u>2C1: Producción de Hierro y Acero</u> Diferenciar en la información de producción de hornos eléctricos EAF con la producción de hornos eléctricos de inducción (que no emiten GEI).	Mejora la exactitud y la exhaustividad.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo.
	<u>2C1: Producción de Hierro y Acero</u> Realizar consultas a las empresas sobre la confidencialidad de su información con el fin de incrementar la transparencia en las publicaciones del RAGEI.	Mejora la transparencia.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo

No	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de tCO <sub>2</sub> eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
19	<u>2C1: Producción de Hierro y Acero</u> Identificar a empresas productoras de hierro y acero no consideradas y procurar incluirlas en la estimación si su actividad es significativa.	Mejora la exactitud y la exhaustividad.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo.
20	<u>2C1: Producción de Hierro y Acero</u> Profundizar sobre los procesos de peletizado de hierro que se aplican en las empresas para determinar la pertinencia de las emisiones en función a las tecnologías.	Mejora la exactitud y la exhaustividad.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo.
21	<u>2C3: Producción de Aluminio</u> Profundizar en la revisión de información para identificar nuevas fuentes para completar la serie de tiempo.	Mejora la exactitud y la coherencia.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
22	<u>2C3: Producción de Aluminio</u> Identificar a las empresas productoras de aluminio primario y evaluar la factibilidad de solicitarles información.	Mejora la exactitud y la exhaustividad	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
23	<u>2C4: Producción de Magnesio</u> Profundizar en la revisión de información, verificar si realmente no hay producción de magnesio metálico y documentarlo.	Mejora la transparencia.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
24	<u>2C5: Producción de Plomo</u> Profundizar la comprensión sobre el alcance y representatividad de la información de producción minera de plomo realizando consultas al MINEM.	Mejora la exactitud y la exhaustividad.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
25	<u>2C5: Producción de Plomo</u> Identificar a las empresas productoras de plomo primario y evaluar la factibilidad de solicitarles información.	Mejora la exactitud y la exhaustividad.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
26	<u>2C5: Producción de Zinc</u> Profundizar la comprensión sobre el alcance y representatividad de la información de producción minera de plomo realizando consultas al MINEM.	Mejora la exactitud y la exhaustividad.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
27	<u>2C5: Producción de Zinc</u> Identificar a las empresas productoras de zinc primario y evaluar la factibilidad de solicitarles información.	Mejora la exactitud y la exhaustividad.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
25	<u>Todas las fuentes de emisión:</u> Evaluar el comportamiento de las emisiones en el tiempo relacionando las emisiones con otras variables económicas, políticas o ambientales.	Mejora la coherencia.	Se aborda en el RAGEI 2014 pero puede ser mejorado.	Mediano plazo

No	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de tCO <sub>2</sub> eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
26	<u>Todas las fuentes de emisión:</u> Revisar la representatividad de los datos nacionales utilizados, priorizando la información de estadísticas nacionales, que provienen del MINEM, SUNAT y PRODUCE.	Mejora la exactitud, la exhaustividad y la comparabilidad.	Se aborda en el RAGEI 2014 pero puede ser mejorado.	Mediano plazo
27	<u>Todas las fuentes de emisión:</u> Revisar el análisis de incertidumbre (los datos de incertidumbre y su cálculo) con especial prioridad para la emisión de dióxido de carbono en la producción de cemento.	Mejora la exactitud y la comparabilidad.	Se aborda en el RAGEI 2014 pero puede ser mejorado.	Mediano plazo

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

**Tabla N° 5. Acciones de mejora planificadas de control de calidad para futuros RAGEI en base a la revisión del equipo sectorial**

N°	Título del procedimiento IPCC	Procedimiento IPCC	Impacto en la estimación de tCO <sub>2</sub> eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
1	Verificar que las emisiones y absorciones se calculen correctamente.	Utilizar un método de aproximación simple que arroje resultados similares a los del cálculo original y más complejo, para garantizar que no haya errores en la entrada de datos ni en el cálculo.	Mejora la exactitud	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo (se aplicaría solo cuando se obtenga información alternativa suficiente)
2	Corroborar que se estimen y calculen correctamente las incertidumbres de las emisiones y absorciones.	Controlar que los antecedentes de quienes proporcionan el dictamen de expertos para las estimaciones de incertidumbres sean adecuados.	Mejora la exactitud y la exhaustividad	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo (se aplicaría solo si se realiza dictamen de expertos)
		Comprobar que se registren los antecedentes, las hipótesis y los dictámenes de expertos.	Mejora la exactitud, la exhaustividad, la transparencia y la comparabilidad	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo (se aplicaría solo si se realiza dictamen de expertos)
		Comprobar que las incertidumbres calculadas estén completas y hayan sido calculadas correctamente.	Mejora la exactitud y la exhaustividad	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo (se aplicaría solo si se realiza dictamen de expertos)
		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).	Mejora la exactitud	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo (se aplicaría solo si se realiza dictamen de expertos)

3	Controlar la coherencia de la serie temporal.	Controlar que los efectos de las actividades de mitigación queden reflejados correctamente en los cálculos de la serie temporal.	Mejora la exactitud y la coherencia	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo (se aplazaría solo si se cuenta con información para el procedimiento)
4	Controlar la exhaustividad.	<p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Para las subcategorías, confirmar que quede cubierta la categoría en su totalidad.</li> <li>-Proporcionar una definición clara de «Otro» tipo de categorías.</li> <li>-Controlar que se documenten los vacíos de datos conocidos que producen</li> <li>-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»)</li> </ul>	Mejora la exactitud, la exhaustividad, la coherencia y la comparabilidad	Se ha implementado parcialmente a la medida de las prioridades nacionales y recursos disponibles.	Mediano plazo (se aplicaría progresivamente a la medida de las prioridades nacionales y recursos disponibles)
5	Control de calidad de los factores de emisión por defecto	Comparar los factores de emisión por defecto del IPCC con factores del nivel del sitio o de la planta, para determinar su representatividad respecto de las fuentes reales del país (aplica, aunque solo estén disponibles datos para un pequeño porcentaje de sitios o plantas).	Mejora la exactitud	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo (se aplazaría solo si se cuenta con información suficiente)
6	Control de calidad de la elaboración de factores de emisión nacionales	Si los factores de emisión se basan en ensayos específicos del sitio o del nivel de la fuente, se debe controlar si el programa de medición incluyó los procedimientos de CC adecuados.	Mejora la exactitud	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo (se aplazaría solo si los factores de emisión se basan en ensayos)
		Investigar la existencia de posibles conflictos de interés.	Mejora la transparencia	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo

		Comparaciones de factores de emisión entre países (comparables), las cuales puede combinarse con tendencias históricas trazando, para diferentes países, el valor del año de referencia (p. ej. 1990), el valor del año más reciente y los valores mínimo y máximo	Mejora la exactitud y la comparabilidad	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
		Comparar los factores de emisión por defecto del IPCC con factores del nivel del sitio o de la planta, para determinar su representatividad respecto de las fuentes reales del país (aplica, aunque no estén disponibles para todos los sitios o plantas).	Mejora la exactitud	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo (se aplazaría solo si se cuenta con información suficiente)
7	Control de calidad de datos de actividad a un nivel nacional	Siempre que sea posible, debe efectuarse un control de comparación de los datos de la actividad nacional con fuentes de datos de la actividad compilados en forma independiente. Ej. datos de estadística ganadera con estadísticas de FAO o consumos de combustible con los datos de Agencia Internacional de Energía	Mejora la exactitud y la comparabilidad	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo (se aplazaría solo si se cuenta con información suficiente)
		Comparaciones con muestras a nivel sub-nacional o a nivel de plantas. Deben ser representativas y que la técnica de extrapolación capture bien la población total analizada.	Mejora la exactitud	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo (se aplazaría solo si se cuenta con información suficiente)
		Controlar de tendencia de los datos de la actividad. Dado que se suponen cambios relativamente coherentes año a año, todo cambio sustancial debe documentarse y de ser posible explicar la ausencia de errores.	Mejora la exactitud	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL20006, Volumen 1, Capítulo 6, Cuadro 6.1, pp. 6.10 y 6.11

**Tabla N° 6. Acciones de mejora planificadas para futuros RAGEI en base a la revisión del ICA**

No	Recomendaciones del ICA	Impacto en la estimación de tCO <sub>2</sub> eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
1	Recomendación del ICA: Avanzar en el cálculo de emisiones de HFCs, PFCs, SF <sub>6</sub> , así como de otros GEI CO, NOx y NMVOCs, y de otros gases no controlados por el Protocolo de Montreal como el SOx, las razones por las cuales no han sido calculadas en el presente RAGEI y acciones planificadas a futuro. Respuesta: No se realiza en el RAGEI PIUP 2014, se priorizaron los esfuerzos de mejora en las estimaciones de GEI dado los recursos disponibles.	Mejora la exhaustividad.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
2	Recomendación del ICA: Presentar tabla con información de emisiones de gases fluorados: hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF <sub>6</sub> ) Respuesta: No se realiza en el RAGEI PIUP 2014, se priorizaron los esfuerzos de mejora en las estimaciones de GEI dado los recursos disponibles.	Mejora la transparencia.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
3	Recomendación del ICA: Reportar emisiones de gases fluorados: hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF <sub>6</sub> ) Respuesta: No se realiza en el RAGEI PIUP 2014, se priorizaron los esfuerzos de mejora en las estimaciones de GEI dado los recursos disponibles.	Mejora la transparencia y la exhaustividad.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo

**Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)**

En función a la disponibilidad de recursos y a la priorización de esfuerzos las estimaciones realizadas no abarcaron el total de las actividades (fuentes de emisión) categorizadas por el IPCC para el sector PIUP. Sin embargo, aquellas consideradas son de las que se tienen mayor conocimiento e información y, por lo tanto, se considera un primer indicio que el RAGEI cuenta con un nivel de representatividad de las emisiones del sector aceptable. Se espera seguir mejorando la exhaustividad del inventario, que por la cantidad y la heterogeneidad de los procesos que incluye PIUP representa un gran reto.

Los periodos de implementación señalados en la tabla previa son propuestas iniciales que serán evaluadas por el equipo encargado del RAGEI de la DGAAMI en función a los recursos disponibles y las prioridades del sector. En tal sentido, como primera actividad y con la participación de la DGCCD, se requiere desarrollar una hoja de ruta para la implementación de las mejoras. A corto plazo, se espera que para el próximo RAGEI, se mejore la exhaustividad de la información sobre la producción de clínker y el contenido de calcio en el clínker de las plantas de cemento; y se actualice el promedio de contenido de calcio para toda la serie de tiempo. Asimismo, a la medida que se vayan desarrollando capacidades las mejoras se irán aplicando con mayor eficacia. Cabe indicar, que siendo este el primer RAGEI realizado bajo la coordinación del Ministerio de la Producción, el fortalecimiento de capacidades y la transferencia

de conocimiento en la DGAAMI y DIGECOMTE son de alta prioridad para la implementación de las mejoras identificadas.

## 2.2 Metodología de cálculo aplicada

La estimación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero del sector PIUP para el año 2014 y la actualización de las estimaciones para la serie de tiempo correspondiente a los años 2000, 2005, 2010 y 2012 fueron realizadas aplicando la metodología de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero – GL2006 (IPCC, 2006).

Si bien en el año 2015, el INGEI 2012 fue realizado en base a las mismas directrices, este año se han realizado cambios en la aplicación de la metodología como mejoras del cálculo, principalmente debido a la identificación de errores y a la adquisición de nueva información.

La

Tabla N° 7 describe las emisiones de GEI de las fuentes de emisión evaluadas en el RAGEI 2014. Si bien el IPCC en sus GL2006 ha identificado los gases GEI generados (directos e indirectos) para cada fuente, no establece metodología para la estimación de emisiones de todos estos gases, por tanto, la estimación en estos casos no se realizó. Cabe indicar que no se abordaron las emisiones de precursores de GEI tales como CO, NOx y COVDM las cuales son contempladas como una acción de mejora para futuros RAGEI.

**Tabla N° 7. Categoría y fuentes de emisiones del sector PIUP evaluadas y las emisiones estimadas**

Codificación				Descripción	Categorización IPCC (GL2006)	GEI generados – directos e indirectos <sup>1</sup>	GEI estimados en el RAGEI 2014
<b>2</b>				<b>Procesos Industriales y uso de productos</b>	<b>Sector</b>		
	2A			<b>Industria de los minerales</b>	<b>Categoría</b>		
		2A1		Producción de cemento	Subcategoría	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>
		2A2		Producción de cal	Subcategoría	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>
		2A3		Producción de vidrio	Subcategoría	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>
		2A4		Otros usos de carbonatos	Subcategoría	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>
			2A4a	Cerámicas (alcance ladrillos)	Fuente	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>
			2A4b	Otros usos de la ceniza de sosa (carbonato de sodio)	Fuente	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>
	2B			<b>Industria química</b>	<b>Categoría</b>		
		2B1		Producción de amoníaco	Subcategoría	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>
		2B2		Producción de ácido nítrico	Subcategoría	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub> O
		2B7		Producción de ceniza de sosa (carbonato de sodio)	Subcategoría	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>
	2C			<b>Industria de los metales</b>	<b>Categoría</b>		
		2C1		Producción de hierro y acero	Subcategoría	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>
		2C3		Producción de aluminio	Subcategoría	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>
		2C5		Producción de plomo	Subcategoría	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
		2C6		Producción de zinc	Subcategoría	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

<sup>1</sup> En letras de color gris señalan los GEI de las fuentes de emisión para los cuales no se dispone de metodología del IPCC.

Las fuentes de emisión evaluadas no han sido modificadas en su alcance, metodología o datos de actividad que son propuestos por el IPCC en las GL2006.

### 2.3 Análisis de incertidumbre

Las estimaciones de la incertidumbre ayudan a priorizar los esfuerzos para mejorar la exactitud de los inventarios en el futuro y orientar las decisiones sobre elección de metodología. Asimismo, permiten que los usuarios de los inventarios comprendan la fiabilidad real de la estimación total y de sus componentes.

El análisis de incertidumbre del sector Procesos Industriales y Uso de Productos se ha realizado aplicando el método 1 para la estimación de incertidumbre propuesta en las OBP2000. Este método consiste en la estimación de las incertidumbres usando la ecuación de propagación de errores mediante reglas de combinación. Además de obtener la incertidumbre para el sector, se ha obtenido para cada categoría y subcategoría.

El análisis obtiene la incertidumbre de la tendencia entre un año de interés y el año base, que en el presente caso es entre el año 2014 y el 2010. Para determinar la incertidumbre de los factores de emisión y de los datos de actividad se utilizaron los valores por defecto recomendados por las GL2006. Cuando las directrices señalaban varios valores para considerar en la incertidumbre (en función a las hipótesis asumidas para el factor de emisión o el dato de actividad), se aplicó la regla B de combinación que describen las OBP2000<sup>2</sup>. Por otro lado, se optó por los valores medios cuando las directrices indicaban rangos. La Ecuación N° 1 presenta la aplicación de la mencionada regla B.

#### Ecuación N° 1. Regla B de combinación

$$U_{\text{total}} = \sqrt{(U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2)}$$

Donde:

$U_{\text{total}}$  es la incertidumbre porcentual en el producto de las cantidades (la mitad del intervalo de confianza de 95% dividida por el total y expresada como porcentaje);

$U_i$  son las incertidumbres porcentuales asociadas con cada una de las cantidades.

Fuente: OBP2000, Capítulo 6, Ecuación 6.4, p 6.13

Los resultados del análisis de incertidumbre del sector PIUP indican que la incertidumbre combinada como porcentaje del total de las emisiones sectoriales en el año 2014 es igual a  $\pm 44.67\%$ , mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones es igual a  $\pm 76.78\%$ .

La incertidumbre asociada a la subcategoría de Producción de Plomo no ha sido calculada dado que las emisiones en el año 2010 y 2014 han sido estimadas como nulas, lo que no permite la aplicación del método. La Tabla N° 8 presenta la estimación de incertidumbre para todo el sector.

<sup>2</sup> OBP2000, Capítulo 6, Ecuación 6.4, p 6.13

Tabla N° 8. Estimación de incertidumbre asociada a las emisiones del RAGEI de PIUP

INCERTIDUMBRE DEL SECTOR															
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M			
Código de sector y categorías de fuentes (GL 2006)	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 los datos 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 Gg CO <sub>2</sub> eq	Datos de entrada Gg CO <sub>2</sub> eq	Datos de entrada %	Datos de entrada %					$\sqrt{E^2 + F^2}$	$(G \cdot D) / \Sigma D$		$D / \Sigma C$	$I \cdot F$
2			Procesos Industriales y uso de productos												
	<b>2A</b>		<b>Industria de los minerales</b>												
	2A1		Producción de Cemento	CO <sub>2</sub>	3,338.29	4,590.01	1.50%	58.39%	58.41%	44.38%	-69.91%	101.96%	-40.23%	2.16%	40.29%
	2A2		Producción de Cal	CO <sub>2</sub>	270.44	392.26	7.81%	2.00%	8.06%	0.52%	-68.42%	8.71%	-1.37%	0.96%	1.67%
	2A3		Producción de Vidrio	CO <sub>2</sub>	34.45	33.32	5.00%	60.00%	60.21%	0.33%	-68.37%	0.74%	-41.02%	0.05%	41.02%
	2A4		Otros usos de Carbonatos												
		2A4a	Cerámicas	CO <sub>2</sub>	65.39	80.75	2.83%	3.00%	4.12%	0.06%	-68.38%	1.79%	-2.05%	0.07%	2.05%
		2A4b	Otros usos de la Ceniza de Sosa	CO <sub>2</sub>	4.11	20.07	2.83%	3.00%	4.12%	0.01%	-68.37%	0.45%	-2.05%	0.02%	2.05%
	<b>2B</b>		<b>Industria química</b>												
	2B1		Producción de Amoníaco	CO <sub>2</sub>	29.48	49.57	5.00%	7.00%	8.60%	0.07%	-68.38%	1.10%	-4.79%	0.08%	4.79%
	2B2		Producción de Ácido Nítrico	N <sub>2</sub> O	178.67	141.84	2.00%	40.00%	40.05%	0.94%	-68.38%	3.15%	-27.35%	0.09%	27.35%
		2B7	Producción de Ceniza de Sosa	CO <sub>2</sub>	0.77	0.92	5.00%	0.00%	5.00%	0.00%	-68.37%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%
	<b>2C</b>		<b>Industria de los metales</b>												
	2C1		Producción de Hierro y Acero	CO <sub>2</sub>	184.51	150.43	10.00%	25.00%	26.93%	0.67%	-68.38%	3.34%	-17.09%	0.47%	17.10%
		2C1	Producción de Hierro y Acero	CH <sub>4</sub>	0.03	0.02	10.00%	25.00%	26.93%	0.00%	-68.37%	0.00%	-17.09%	0.00%	17.09%
		2C3	Producción de Aluminio	CO <sub>2</sub>	2.39	2.87	1.00%	10.00%	10.05%	0.00%	-68.37%	0.06%	-6.84%	0.00%	6.84%
		2C6	Producción de Zinc	CO <sub>2</sub>	383.75	578.70	10.00%	50.00%	50.99%	4.88%	-69.44%	12.85%	-34.22%	1.82%	34.27%
					4,492.29	6,040.76				± 44.67%					± 76.78%

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Los resultados presentados en la Tabla N° 8 muestran que para las emisiones totales del sector PIUP, la mayor incertidumbre es aportada por la estimación de las emisiones de dióxido de carbono de la producción de cemento (subcategoría 2A1). Esta fuente tiene una incertidumbre combinada como porcentaje del total de las emisiones sectoriales en el año 2014, igual a  $\pm 44.38\%$  y una incertidumbre introducida en la tendencia de las emisiones, igual a  $\pm 40.29\%$ . Estos altos porcentajes se deben en primer lugar a que esta fuente tiene el mayor peso en las emisiones totales ( $75.98\%$  de las emisiones de  $\text{CO}_2$  eq del año 2014) y en segundo lugar a las hipótesis asumidas que incrementan principalmente la incertidumbre del factor de emisión aplicado (que en este caso es de  $\pm 58.39\%$ , ver también sección 4.1.1.4). Luego de la producción de cemento, la siguiente fuente de emisión que aporta mayor incertidumbre es la emisión de dióxido de carbono de la producción de zinc (subcategoría 2A6) con una incertidumbre combinada como porcentaje del total de las emisiones sectoriales en el año 2014 de  $\pm 4.88\%$  y una incertidumbre introducida en la tendencia de las emisiones de  $\pm 34.27\%$  (ver también sección 4.3.4.4).

La Tabla N°9 presenta los resultados de la estimación de la incertidumbre por cada una de las tres categorías evaluadas.

**Tabla N° 9. Estimación de incertidumbre asociada a las emisiones del RAGEI de PIUP por categorías**

INCERTIDUMBRE POR CATEGORÍA							
Código de sector y categorías de fuentes (GL2006)	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales	
			Datos de entrada %	Datos de entrada %	$(G \cdot D) / \Sigma D$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %	
<b>2</b> Procesos Industriales y uso de productos							
<b>2A</b> Industria de los minerales							
	2A1	Producción de Cemento	$\text{CO}_2$	1.50%	58.39%	52.40%	44.21%
	2A2	Producción de Cal	$\text{CO}_2$	7.95%	2.00%	0.62%	1.91%
	2A3	Producción de Vidrio	$\text{CO}_2$	5.00%	60.00%	0.39%	45.37%
	2A4	Otros usos de Carbonatos					
	2A4a	Cerámicas	$\text{CO}_2$	2.83%	3.00%	0.07%	2.27%
	2A4b	Otros usos de la Ceniza de Sosa	$\text{CO}_2$	2.83%	3.00%	0.02%	2.27%
						$\pm 52.40\%$	$\pm 63.16\%$
<b>2B</b> Industria química							
	2B1	Producción de Amoníaco	$\text{CO}_2$	5.00%	7.00%	2.22%	7.38%
	2B2	Producción de Ácido Nítrico	$\text{N}_2\text{O}$	2.00%	40.00%	29.54%	41.25%
	2B7	Producción de Ceniza de Sosa	$\text{CO}_2$	5.00%	0.00%	0.02%	0.03%
						$\pm 29.62\%$	$\pm 41.91\%$
<b>2C</b> Industria de los metales							
	2C1	Producción de Hierro y Acero	$\text{CO}_2$	10.00%	25.00%	5.53%	13.52%
	2C1	Producción de Hierro y Acero	$\text{CH}_4$	10.00%	25.00%	0.00%	13.00%
	2C3	Producción de Aluminio	$\text{CO}_2$	1.00%	10.00%	0.04%	5.20%
	2C6	Producción de Zinc	$\text{CO}_2$	10.00%	50.00%	40.31%	71.89%
						$\pm 40.69\%$	$\pm 35.34\%$

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Los mayores valores de incertidumbre se presentan en la categoría de la industria de los minerales cuya incertidumbre combinada como porcentaje del total de las emisiones de la subcategoría en el año 2014 es igual a  $\pm 52.40\%$ , mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones es igual a  $\pm 63.16\%$ . Considerando, además, que esta categoría representa el 84.70% de las emisiones sectoriales, su incertidumbre toma una mayor importancia. Dentro de esta categoría se encuentra la producción de cemento que, como se había mencionado, es la fuente más importante de emisiones y de incertidumbre del sector PIUP.

En las secciones sobre análisis de incertidumbre de cada subcategoría se describe con mayor detalle la estimación de incertidumbre realizada y sus resultados. Para revisar y analizar las fórmulas y los valores por defecto utilizados en la estimación de incertidumbre también se recomienda ver las hojas "Incertidumbre – resultados" e "Incertidumbre – valores" en la Planilla de Cálculo del año 2014.

## 2.4 Control de calidad

Las actividades de control de calidad se realizaron de acuerdo a los recursos disponibles y el conocimiento sobre las categorías. En la Tabla N° 10 se describen los procedimientos generales aplicados en función a lo que establecen las orientaciones de las GL2006. Cabe indicar, que al inicio de la elaboración del presente RAGEI, se realizaron actividades de garantía de calidad y verificación de las emisiones del sector PIUP calculadas en el INGEI 2012 (elaborado por el Ministerio del Ambiente durante el año 2015), de la cuales se derivaron las mejoras aplicadas descritas en la sección 2.1.

**Tabla N° 10. Procedimientos generales de control de calidad**

Título del procedimiento IPCC	Procedimiento IPCC	Procedimientos realizados por MINAM	Procedimientos realizados por PRODUCE
Verificar que las hipótesis y los criterios para la selección de datos de la actividad, factores de emisión y otros parámetros de estimación queden documentados.	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 la misma esté registrada y archivada correctamente	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.
Controlar la existencia de errores de transcripción en la entrada de datos y referencias.	Confirmar que las referencias bibliográficas estén citadas correctamente en la documentación interna.	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.
	Efectuar la verificación cruzada de una muestra de datos de entrada de cada categoría (mediciones o parámetros utilizados en los cálculos) para detectar errores de transcripción.	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.
Verificar que las emisiones y absorciones se calculen correctamente.	Reproducir un conjunto de cálculos de emisiones y absorciones.	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.
	Utilizar un método de aproximación simple que arroje resultados similares a los de los cálculos originales y más complejo, para garantizar que no haya errores en la entrada de datos ni en el cálculo.	No realizado.	No realizado.
Controlar que se registren correctamente los parámetros y las unidades y que se utilicen los factores de conversión adecuados.	Controlar que las unidades estén identificadas correctamente en las planillas de cálculos.	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.
	Controlar que se mantengan correctamente las unidades, desde el comienzo hasta el final del cálculo.	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.
	Controlar que los factores de conversión sean correctos.	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.

Título del procedimiento IPCC	Procedimiento IPCC	Procedimientos realizados por MINAM	Procedimientos realizados por PRODUCE
	Controlar que se usen correctamente los factores de ajuste temporal y espacial.	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.
Comprobar la integridad de los archivos de la base de datos.	Examinar la documentación intrínseca incluida para: <ul style="list-style-type: none"> <li>- confirmar que los pasos para el procesamiento de la información se encuentren bien representados en la base de datos.</li> <li>- confirmar que las relaciones de los datos se encuentren representadas en la base de datos.</li> <li>- garantizar que los campos de datos estén identificados y contengan las especificaciones de diseño correctas.</li> <li>- garantizar que se archive la documentación adecuada de la estructura y el funcionamiento de la base de datos y del modelo.</li> </ul>	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.
Comprobar la coherencia de los datos entre las diferentes categorías.	Identificar parámetros comunes a muchas categorías (p. ej. datos de la actividad y constantes) y confirmar que haya coherencia en los valores usados para estos parámetros en los cálculos de emisión/absorción.	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.
Verificar que el movimiento de los datos del reporte a través de los pasos del procesamiento sea correcto.	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.	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.
	Controlar que se transcriban correctamente los datos de emisiones y absorciones entre los diferentes productos intermedios.	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.
Corroborar que se estimen y calculen correctamente las incertidumbres de las emisiones y absorciones.	Controlar que los antecedentes de quienes proporcionan el dictamen de expertos para las estimaciones de incertidumbres sean adecuados.	No se realizó. No aplica porque no se hizo dictamen de expertos en el análisis de incertidumbre.	No se realizó. No aplica porque no se hizo dictamen de expertos en el análisis de incertidumbre.
	Comprobar que se registren los antecedentes, las hipótesis y los dictámenes de expertos.	No aplica porque no se hizo dictamen de expertos en el análisis de incertidumbre.	No aplica porque no se hizo dictamen de expertos en el análisis de incertidumbre.
	Comprobar que las incertidumbres calculadas estén completas y hayan sido calculadas correctamente.	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.
	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 realizó.	No se realizó.

Título del procedimiento IPCC	Procedimiento IPCC	Procedimientos realizados por MINAM	Procedimientos realizados por PRODUCE
Controlar la coherencia de la serie temporal.	Controlar la coherencia temporal de los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría.	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.
	Verificar la coherencia del algoritmo/método utilizado para los cálculos a través de la serie temporal.	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.
	Verificar los cambios metodológicos y de datos que producen nuevos cálculos.	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.
	Controlar que los efectos de las actividades de mitigación queden reflejados correctamente en los cálculos de la serie temporal.	No se realizó.	No se realizó
Controlar la exhaustividad	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.	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI (Se realizó a la medida de lo posible para subcategorías seleccionadas de acuerdo a la disponibilidad de recurso y las prioridades del sector)
	Para las subcategorías, confirmar que quede cubierta la categoría en su totalidad.	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI. (Se realizó a la medida de lo posible para subcategorías seleccionadas de acuerdo a la disponibilidad de recurso y las prioridades del sector)
	Proporcionar una definición clara de «Otro» tipo de categorías.	No se realizó. No aplica porque no se abordaron fuentes de emisión en “otros”.	No se realizó. No aplica porque no se abordaron fuentes de emisión en “otros”.
	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»)	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.
Controles de tendencia	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	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.

Título del procedimiento IPCC	Procedimiento IPCC	Procedimientos realizados por MINAM	Procedimientos realizados por PRODUCE
	años anteriores puede indicar posibles errores de entrada o cálculo.		
	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?	No se realizó.	No se realizó.
	Verificar si se advierten tendencias inusuales e inexplicadas para los datos de la actividad u otros parámetros en la serie temporal.	No se realizó.	No se realizó.
Revisión y archivo de la documentación interna.	Comprobar que exista documentación interna detallada que respalde las emisiones y permita la reproducción de las estimaciones de emisión, absorción e incertidumbre.	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.
	Comprobar que los datos del reporte, los datos de respaldo y los registros del reporte se archiven y guarden para facilitar la revisión detallada	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.
	Controlar que el archivo esté cerrado y conservado en un sitio seguro, una vez finalizado el reporte	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.
	Controlar la integridad de los arreglos para el archivo de datos de los organismos externos participantes en la elaboración del reporte.	Realizado por la DGCCD.	Realizado por la DGAAMI.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL20006, Volumen 1, Capítulo 6, Cuadro 6.1, pp. 6.10 y 6.11

En la Tabla N°11 se incluyen los procedimientos generales de control de calidad aplicados para el RAGEI 2014.

**Tabla N° 11. Procedimientos generales de control de calidad adicionales aplicados para el RAGEI 2014**

Procedimiento IPCC	Procedimientos realizados por PRODUCE
<b>Control de calidad de los factores de emisión por defecto</b>	
Al utilizar factores de emisión por defecto del IPCC, es una buena práctica evaluar la aplicabilidad de estos factores a las circunstancias nacionales. Esta evaluación puede incluir el examen de las condiciones nacionales comparadas con el contexto de los estudios sobre los cuales se basaron los factores de emisión por defecto del IPCC. Si no hay información, esto debe ser considerado en el análisis e incertidumbre.	Para la producción de cemento (2A1) se adaptó el factor de emisión por defecto utilizando los datos nacionales de contenido de CaO en el clínker, y el resultado promedio es muy cercano al valor por defecto, esto se actualizó en todos los años de la serie. En lo que corresponde a la producción de vidrio se adecuó la fracción de material reciclado en función a datos conocidos, en lugar de usar el valor por defecto.

Procedimiento IPCC	Procedimientos realizados por PRODUCE
Comparar los factores de emisión por defecto del IPCC con factores del nivel del sitio o de la planta, para determinar su representatividad respecto de las fuentes reales del país (aplica, aunque solo estén disponibles datos para un pequeño porcentaje de sitios o plantas).	No se realizó este procedimiento.
<b>Control de calidad de la elaboración de factores de emisión nacionales</b>	
Si los factores de emisión se basan en ensayos específicos del sitio o del nivel de la fuente, se debe controlar si el programa de medición incluyó los procedimientos de CC adecuados.	No se realizó este procedimiento.
Para uso de datos secundarios, tratar de determinar si las actividades de CC realizadas durante la elaboración original de los datos son coherentes con los procedimientos de CC y si se identificaron y documentaron las limitaciones de los datos secundarios.	Se incluye en las planillas de cálculo los procedimientos y fórmulas que se aplica a la información original y se agregan notas descriptivas complementarias sobre las conversiones.
Analizar si los datos fueron sometidos a la revisión de los pares y registrar el alcance de dicha revisión.	Se compartieron los avances con el MINAM.
Investigar la existencia de posibles conflictos de interés.	No se realizó este procedimiento.
Comparar los factores específicos del país con los factores de emisión por defecto del IPCC pertinentes. Las diferencias sustanciales deben explicarse o determinar si es un problema de calidad de la información.	En el caso de la producción de cemento (2A1) el factor de emisión calculada es muy cercano al valor por defecto del IPCC.
Comparaciones de factores de emisión entre países (comparables), las cuales puede combinarse con tendencias históricas trazando, para diferentes países, el valor del año de referencia (p. ej. 1990), el valor del año más reciente y los valores mínimo y máximo.	No se realizó este procedimiento.
Comparar los factores de emisión por defecto del IPCC con factores del nivel del sitio o de la planta, para determinar su representatividad respecto de las fuentes reales del país (aplica, aunque no estén disponibles para todos los sitios o plantas).	No se realizó este procedimiento.
<b>Control de calidad de datos de actividad a un nivel nacional.</b>	
Evaluar y documentar las actividades de CC asociadas al dato nacional, determinando si cumple con los procedimientos de CC general del inventario	Se realizaron acciones de control de calidad de datos y se archivaron los documentos de verificación de los datos nacionales y factores de conversión.
Siempre que sea posible, debe efectuarse un control de comparación de los datos de la actividad nacional con fuentes de datos de la actividad compilados en forma independiente. Ej. datos de estadística ganadera con estadísticas de FAO o consumos de combustible con los datos de Agencia Internacional de Energía (AIE).	No se realizó este procedimiento.
Comparaciones con muestras a nivel sub-nacional o a nivel de plantas. Deben ser representativas y que la técnica de extrapolación capture bien la población total analizada.	No se realizó este procedimiento.
Controlar de tendencia de los datos de la actividad. Dado que se suponen cambios relativamente coherentes año a año, todo cambio sustancial debe documentarse y de ser posible explicar la ausencia de errores.	No se realizó este procedimiento.

**Fuente: Elaboración propia (DGAAMI - PRODUCE) en base a recomendaciones del IPCC**

Asimismo, para cada subcategoría se aplicaron procedimientos específicos que serán descritos más adelante en las secciones correspondientes.

En general, los datos de actividad provienen de dos tipos de fuentes de información: (a) estadísticas nacionales administradas por entidades gubernamentales o (b) datos de plantas administrados por empresas privadas. En ambos casos, aunque no se han verificado sus procedimientos de medición, por ser información proveída oficialmente y/o publicada se han considerado confiables.

## 2.5 Proceso de elaboración del RAGEI

### 2.5.1 Procedimientos y arreglos para recolectar información

Los procedimientos se basaron en las orientaciones de las directrices GL2006 y las recomendaciones de la “Guía para la elaboración del RAGEI PIUP” (MINAM, 2015). La guía brinda orientaciones para determinados procesos (nueve subcategorías), por lo tanto, se procuró abordar los procedimientos recomendados por la guía y además ampliar el alcance e incluir fuentes de emisión no considerados en la guía (ni en el inventario anterior) de acuerdo a la disponibilidad de información. De tal modo que se amplió la estimación siguiendo las GL2006 para incluir las subcategorías de producción de vidrio, de producción de carbonato de sodio y de producción de ácido nítrico<sup>3</sup>. Asimismo, se hizo el esfuerzo para recopilar información sobre producción de magnesio metálico (2C4) sin lograr conseguir información que sustentara su actividad. Además, se hizo una revisión de los procedimientos, métodos e información utilizada en el inventario anterior siendo todos actualizados para la elaboración del presente RAGEI.

Las otras categorías no consideradas en la estimación no fueron abordadas debido a los recursos limitados ya que se priorizó mejorar las que ya se vienen estimando en los inventarios anteriores y extender a otras con mayor información disponible.

La elaboración del RAGEI se realizó bajo la coordinación de la Dirección General de Asuntos Ambientales (DIGGAM) del Ministerio de la Producción, específicamente en la Dirección de Gestión Ambiental, que designó a un coordinador RAGEI. Cabe señalar que con fecha 03 de febrero del 2017, la Dirección General de Asuntos Ambientales (DIGGAM) cambió su denominación por Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria (DGAAMI). En tal sentido, las comunicaciones para solicitar información se realizaron de manera formal desde la DIGGAM (ahora DGAAMI). De este modo, se enviaron memorandos a la Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial (DIGECOMTE), Dirección General de Políticas y Regulaciones (DGPR) del Ministerio de la Producción y oficios a Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria (SUNAT)<sup>4</sup>, Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) y a las empresas identificadas como principales productoras de vidrio, de cemento y de hierro y acero, y de ladrillos<sup>5</sup>. Asimismo, se realizaron consultas y solicitudes adicionales vía correo electrónico, siempre desde un correo oficial del Ministerio de la Producción.

La identificación de empresas principales se realizó evaluando el directorio de registros de contribuyentes de la SUNAT<sup>6</sup>. Es así como se enviaron las solicitudes de información a un conjunto de empresas que representaba que al menos represente el 85 % de las ventas del año 2015. Esto se realizó para las categorías correspondientes a producción de cemento, producción de vidrio y producción de hierro y acero.

<sup>3</sup> Aunque la guía de elaboración de RAGEI PIUP si describe el procedimiento para la producción de ácido nítrico, este no ha sido estimado en años previos y en el presente RAGEI si se estima.

<sup>4</sup> Se envió un oficio a la Intendencia Nacional de Estudios Estadísticos Económicos y una comunicación electrónica a la Intendencia Nacional de Insumos y Bienes Químicos Fiscalizados.

<sup>5</sup> En el caso de ladrillos, se realizó una encuesta para determinar pesos promedios de diferentes tipos de ladrillos, eso se explica en la sección correspondiente a producción de cerámicos.

<sup>6</sup> La fuente es: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2015). *Directorio de empresas 2015 de la SUNAT (Registro Único de Contribuyentes)*. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria

### 2.5.2 Los procedimientos y arreglos para información

Durante la recopilación, las fuentes de información fueron clasificadas en (a) información publicada, que incluye publicaciones digitales de páginas de internet oficiales o (b) información recibida y comunicaciones que incluye mensajes de correo con archivos adjuntos, oficios, memorandos y cartas enviadas en digital o en físico. Posteriormente, la información dependiendo de la metodología de cálculo de cada fuente de emisión, fue sistematizada y procesada. En algunos casos la información fue utilizada para determinar las emisiones (datos nacionales del cálculo) y en otros casos la información sirvió de sustento para tomar decisiones, como por ejemplo para identificar las principales empresas en las industrias de cemento, vidrio, cerámicas, hierro y acero.

El archivo de la data recibida y procesada ha sido digital, esto implicó la digitalización de documentos físicos recibidos. El resultado final es un archivo con las fuentes de información utilizadas ordenadas por subcategorías, con nombres estandarizados y con una guía de contenido que indica la bibliografía del documento. El procedimiento de archivo incluyó compartir los documentos entre el equipo y realizar *back up* periódicos. El archivo completo del RAGEI PIUP es realizado y administrado por la Dirección de Gestión Ambiental de Industrias DGAAMI.

El archivo completo del RAGEI está conformado por los siguientes documentos: (a) el Informe final RAGEI (el presente documento); (b) las Planilla de Cálculo de los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014; y (c) el archivo de fuentes de información. La Planilla de Cálculo del año 2014 incluye el análisis de incertidumbre y vincula los resultados finales de las estimaciones de toda la serie de tiempo evaluada (años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014).

Debido a que la información recopilada a nivel de empresas es reservada solo para ser usada en el RAGEI, para mantener la confidencialidad de esta información se han desarrollado dos versiones de las Planillas de Cálculo, la primera de ellas es una versión simplificada denominada “pública” donde los datos de las empresas se presentan de manera agregada, y la segunda es una versión completa denominada “completa” donde se detallan todos los informantes y fuentes de información. La versión “pública” es la que se difundirá y publicará en el marco del INFOCARBONO y en sus plataformas de comunicación. La versión “completa” servirá para la gestión y uso interno del RAGEI y será administrada por la DGAAMI del Ministerio de la Producción y la DGCCD del Ministerio del Ambiente.

Asimismo, en el presente documento se mantiene la confidencialidad de la información reportada por las empresas, y por tal motivo no se mencionan los nombres de las empresas ni los datos específicos de sus plantas, a menos que la fuente de información sea pública. Todos los medios de verificación están guardados en el “archivo de fuentes de información del RAGEI” mencionado, el cual se cita en este informe con la siguiente bibliografía: *Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014* (Ministerio de la Producción, 2017).

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

La elaboración del RAGEI PIUP requiere de la participación de varias entidades, la Tabla N° 12 resume los roles de las principales entidades involucradas en la elaboración del RAGEI PIUP.

**Tabla N° 12. Rol de las entidades involucradas en la elaboración del RAGEI**

Entidad	Rol en la elaboración de RAGEI
Ministerio de la Producción	Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria (DGAAMI) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de la coordinación para la elaboración del RAGEI PIUP.</li> <li>• Responsable de la preparación del RAGEI (conformado por un informe, una planilla de cálculo y documentación de sustento).</li> <li>• Responsable de la recopilación y administración de la información necesaria para las estimaciones del RAGEI, tanto de informantes dentro del Ministerio de la Producción como de otras entidades públicas y/o privadas.</li> </ul>
	Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial (DIGECOMTE) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de proveer la información nacional sobre la actividad del sector industrial.</li> </ul>
Ministerio de Energía y Minas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de proveer información nacional sobre la actividad del sector minero específicamente sobre producción minero metálica de principales productos en etapas de fundición, refinamiento y peletizado, así como información sobre extracción de rocas minerales que proveen carbonatos a los procesos industriales.</li> </ul>
Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de proveer información nacional sobre importaciones y exportaciones de productos como cal, carbonato de sodio, amoníaco y ácido nítrico (Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística)</li> <li>• Responsable de proveer información de producción nacional sobre insumos químicos y bienes fiscalizados tales como cal, carbonato de sodio, amoníaco y ácido nítrico (Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados).</li> </ul>
Empresas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsables de proveer información sobre sus actividades pertinentes al sector PIUP (variables relacionadas a su producción y consumo de materias primas).</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Para que la elaboración del RAGEI se convierta en un proceso continuo e institucionalizado es importante establecer en adelante mecanismos para el flujo de información que facilite la elaboración periódica de los reportes. Es necesario el fortalecimiento de capacidades sobre las metodologías de estimación tanto en la DGAAMI como instancia coordinadora del RAGEI, como en las áreas que administran los sistemas de información y las estadísticas sectoriales. Asimismo, lo deseable es realizar actividades de socialización de los resultados y de los procedimientos con las empresas para generar un mayor involucramiento. A futuro, se debería establecer un marco de transferencia de información que no esté sujeto a la voluntad de reporte de las empresas. Asimismo, profundizar en el conocimiento de cada subcategoría del sector PIUP para proponer modelos conceptuales acordes con la realidad nacional que permitan identificar el nivel de actividad y los vacíos de información con mayor exhaustividad, esto significa una caracterización detallada y sustentada de que cada fuente de emisión, siendo recomendable para ello conformar un equipo multidisciplinario.

En resumen, se identifican las siguientes necesidades:

- Fortalecer los mecanismos para el flujo de información de tal modo que se facilite la actualización periódica de los inventarios y se implementen mejoras al profundizar en el conocimiento del alcance y la representatividad de la información.
- Fortalecer los arreglos de coordinación para organizar los recursos con mayor eficiencia estableciendo un plan de trabajo compartido entre las direcciones involucradas.
- Construir capacidades sobre las metodologías de estimación para generar autonomía al sector en la elaboración del reporte. Sobre todo, se requiere fortalecer capacidades en los siguientes aspectos:
  - Para las fuentes de emisión más significativas en su aporte de emisiones del sector PIUP, se requiere abordar las metodologías de estimación aplicadas en base a las directrices del IPCC, específicamente de las GL2006. En el caso de la subcategoría de producción de

cemento (la más representativa), se requiere abordar tanto la metodología de nivel de cálculo 2 (la cual ya se aplica en el presente RAGEI) y la de nivel de cálculo 3 (la cual se desea aplicar a futuro).

- Para las fuentes de emisión cuyos modelos conceptuales son complejos se requiere profundizar en los procesos industriales y en la revisión de información nacional disponible sobre la actividad, con el fin de establecer un modelo acorde a la realidad del país que considere las diferentes opciones tecnológicas de la industria. Con especial interés, en las emisiones de dióxido de carbono y de metano de la producción de Hierro y Acero, cuya estimación requiere de varios datos de actividad en diferentes etapas de los procesos.
  - Sobre los productos de la industria química, abordar no solo su producción, sino también su uso como productos intermedios de otros procesos incluyendo reacciones químicas, balances de masas y aplicaciones en otras industrias.
  - Métodos y procedimientos para revisar la coherencia de series de tiempo y la generación de datos nuevos cuando hay vacíos de información.
  - Análisis de incertidumbres con el método 1 de las OBP2000 para todas las fuentes de emisión abordadas en el RAGEI.
  - Uso de las planillas de cálculo y los criterios para su actualización.
  - Procedimientos de control de calidad recomendados por el IPCC y la ICA.
  - Sobre arreglos institucionales para la elaboración periódica del RAGEI, fortalecer capacidades de gestión y planificación en el marco de las acciones del INFOCARBONO considerando las recomendaciones del IPCC y de la ICA.
- Incrementar los recursos para la compilación, sistematización, control de calidad y reporte que permitan mejorar la exhaustividad de las estimaciones y minimizar los errores.

### 3. RESULTADO SECTORIAL

#### 3.1 Emisiones sectoriales del año 2014

El sector Procesos Industriales y Uso de Productos (PIUP) aborda las emisiones de gases de efecto invernadero provocadas por los procesos industriales, el uso de GEI en algunos tipos de productos y por el uso no energético del carbono contenido en combustibles fósiles. El IPCC lo define como: "Emisiones de productos industriales y uso de productos, excluyendo los vinculados a la combustión de energía (extracción, procesamiento y transporte de combustibles (declaradas en 1B) y transporte, inyección y almacenamiento de CO<sub>2</sub> (declaradas en 1C)". Tal como se describió en

Tabla N° 7, el presente RAGEI ha abordado tres categorías y once subcategorías. La primera categoría es la industria de los minerales, en ella se han estimado las emisiones de GEI de la producción de cemento, la producción de cal, la producción de vidrio y de otros usos de carbonatos (que incluye cerámicas y ceniza de sosa). La segunda categoría es la industria de química, que considera las emisiones de GEI de la producción de amoníaco, la producción de ácido nítrico y la producción de ceniza de sosa. La tercera categoría evaluada es la industria de los metales, donde se abordan las emisiones de la producción de hierro y acero, la producción de aluminio, la producción de plomo y la producción de zinc.

El principal GEI emitido por el sector PIUP es el dióxido de carbono, pero también emite metano y óxido nítrico. La producción de hierro y acero (subcategoría 2C1) emite metano, además de dióxido de carbono, mientras que la producción de ácido nítrico (subcategoría 2B2) emite óxido nítrico. El resto de las fuentes de emisión evaluadas generan solo dióxido de carbono.

El resultado sectorial de la estimación de las emisiones del sector PIUP para el año 2014 es igual a 6,040.76 Gg CO<sub>2</sub> eq donde la subcategoría 2A1 - Producción de Cemento es la más representativa participando con el 75.98 % de las emisiones estimadas (4,590.01 Gg CO<sub>2</sub> eq). Debido a la magnitud de esta subcategoría, la categoría a la que pertenece (industria de los minerales) es la de mayor participación en el sector PIUP con 84.70 % de las emisiones en el año 2014. Las otras dos categorías, industria química e industria de los metales, participan con un 3.18 % y 12.12 % respectivamente. A continuación se presentan los cuadros y figuras que resumen los resultados con el detalle de las emisiones por subcategoría (ver Tabla N° 13 y Tabla N° 14; y Figura N°2 y Figura N°3).

Tabla N° 13. Cuadro resumen por subcategorías – Emisiones de GEI, 2014 – Sector Procesos Industriales y Uso de Productos

Categorías	CO <sub>2</sub> neto	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	Otros gases halogenados con factores de conversión de equivalente de CO <sub>2</sub>	Otros gases halogenados sin factores de conversión de equivalente de CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
	(Gg)			Equivalente de CO <sub>2</sub> (Gg)				(Gg)				
<b>2</b>	<b>Procesos Industriales y uso de productos</b>											
<b>2A</b>	<b>Industria de los minerales</b>											
2A1	4,590.01								NE	NE	NE	NE
2A2	392.26								NE	NE	NE	NE
2A3	33.32								NE	NE	NE	NE
2A4									NE	NE	NE	NE
2A4a	80.75								NE	NE	NE	NE
2A4b	20.07								NE	NE	NE	NE
2A4c	NE								NE	NE	NE	NE
2A4d	NE								NE	NE	NE	NE
2A5	NE								NE	NE	NE	NE
<b>2B</b>	<b>Industria química</b>											
2B1	49.57								NE	NE	NE	NE
2B2			0.46						NE	NE	NE	NE
2B3			NE						NE	NE	NE	NE
2B4			NE						NE	NE	NE	NE
2B5	NE	NE							NE	NE	NE	NE
2B6	NE								NE	NE	NE	NE
2B7	0.92								NE	NE	NE	NE
2B8									NE	NE	NE	NE
2B8a	NE	NE							NE	NE	NE	NE
2B8b	NE	NE							NE	NE	NE	NE
2B8c	NE	NE							NE	NE	NE	NE
2B8d	NE	NE							NE	NE	NE	NE
2B8e	NE	NE							NE	NE	NE	NE
2B8f	NE	NE							NE	NE	NE	NE
2B9									NE	NE	NE	NE
2B9a				NE	NE	NE	NE		NE	NE	NE	NE
2B9b				NE	NE	NE	NE		NE	NE	NE	NE
2B10									NE	NE	NE	NE
<b>2C</b>	<b>Industria de los metales</b>											
2C1	150.43	0.001							NE	NE	NE	NE
2C2	NE	NE							NE	NE	NE	NE
2C3	2.87				NE				NE	NE	NE	NE
2C4	NE			NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2C5	0.00								NE	NE	NE	NE
2C6	578.70								NE	NE	NE	NE
2C7									NE	NE	NE	NE
<b>2D</b>	<b>Uso de productos no energéticos de combustibles y solventes</b>											
2D1	NE								NE	NE	NE	NE
2D2	NE								NE	NE	NE	NE
2D3									NE	NE	NE	NE
2D4									NE	NE	NE	NE

Categorías	CO <sub>2</sub> neto	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	Otros gases halogenados con factores de conversión de equivalente de CO <sub>2</sub>	Otros gases halogenados sin factores de conversión de equivalente de CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
	(Gg)			Equivalente de CO <sub>2</sub> (Gg)					(Gg)			
<b>2E Industrial electrónica</b>												
2E1 Circuitos integrados o semiconductores				NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2E2 Pantalla plana tipo TFT				NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2E3 Productos fotovoltaicos / células fotovoltaicas				NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2E4 Fluidos de transferencia térmica							NE	NE	NE	NE	NE	NE
2E5 Otros									NE	NE	NE	NE
<b>2F Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono</b>												
2F1 Refrigeración y aire acondicionado									NE	NE	NE	NE
2F1a Refrigeración y aire acondicionado estacionario				NE	NE				NE	NE	NE	NE
2F1b Aire acondicionado móvil				NE	NE				NE	NE	NE	NE
2F2 Agentes espumantes				NE					NE	NE	NE	NE
2F3 Protección contra incendios				NE	NE				NE	NE	NE	NE
2F4 Aerosoles				NE	NE				NE	NE	NE	NE
2F5 Solventes				NE	NE				NE	NE	NE	NE
2F6 Otras aplicaciones				NE	NE				NE	NE	NE	NE
<b>2G Manufactura y utilización de otros productos</b>												
2G1 Equipos eléctricos									NE	NE	NE	NE
2G1a Manufactura de equipos eléctricos (Nota 13)					NE	NE			NE	NE	NE	NE
2G1b Uso de equipos eléctricos (Nota 13)					NE	NE			NE	NE	NE	NE
2G1c Eliminación de equipos eléctricos (Nota 13)					NE	NE			NE	NE	NE	NE
2G2 SF6 y PFC del uso de otros productos									NE	NE	NE	NE
2G2a Aplicaciones militares						NE			NE	NE	NE	NE
2G2b Aceleradores (Nota 14)						NE			NE	NE	NE	NE
2G2c Otros					NE	NE			NE	NE	NE	NE
2G3 N <sub>2</sub> O del uso de productos									NE	NE	NE	NE
2G3a Aplicaciones médicas			NE						NE	NE	NE	NE
2G3b Propulsor para productos presurizados y aerosoles			NE						NE	NE	NE	NE
2G3c Otros			NE						NE	NE	NE	NE
2G4 Otros									NE	NE	NE	NE
<b>2H Otros</b>												
2H1 Industria de la pulpa y del papel									NE	NE	NE	NE
2H2 Industria de la alimentación y la bebida									NE	NE	NE	NE
2H3 Otros									NE	NE	NE	NE

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) (RAGEI PIUP, 2014) en base GL2006. Volumen 1, Anexo 8A.2, pp. T.5-T.7, Cuadro A; GL2006. Volumen 3, p. 1.10, Cuadro 1.1 y GL2006. Volumen 1. pp. 7.9 - 7.13, Cuadro 7.1.

**Leyenda:**

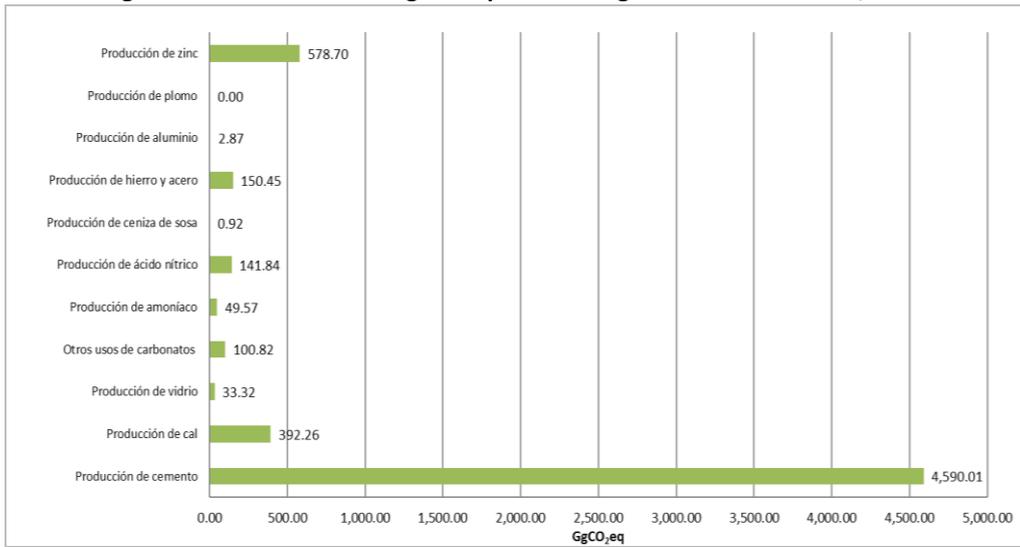
denota los gases que pueden ocasionar emisiones, pero para los cuales no se dan orientaciones metodológicas

denota los gases que no se consideran en las emisiones y por tanto no se ofrecen orientaciones metodológicas

**Claves de notación:**

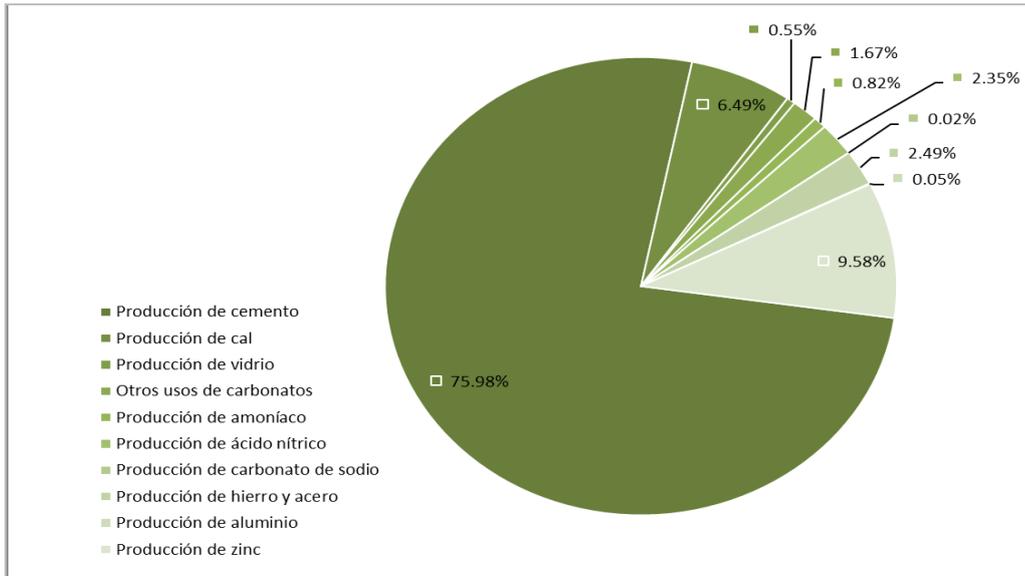
NE: No estimado - IE: Incluida en otro lugar - C: Información confidencial - NA: No aplicable - NO: No ocurre

**Figura N° 2. Emisiones en Gg CO<sub>2</sub>eq de las categorías del sector PIUP, 2014**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

**Figura N° 3. Participación porcentual de las emisiones en Gg CO<sub>2</sub>eq de las categorías del sector PIUP, 2014**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Tabla N° 14. Cuadro resumen por categorías – Emisiones de GEI, 2014 – Sector Procesos Industriales y Uso de Productos

Categorías	CO <sub>2</sub> neto	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	Otros gases halogenados con factores de conversión de equivalente de CO <sub>2</sub>	Otros gases halogenados sin factores de conversión de equivalente de CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
	(Gg)			Equivalente de CO <sub>2</sub> (Gg)					(Gg)			
<b>2</b> <b>Procesos Industriales y uso de productos</b>	<b>5,898.90</b>	<b>0.001</b>	<b>0.46</b>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2A Industria de los minerales	5,116.40	NE	NE						NE	NE	NE	NE
2B Industria química	50.49	NE	0.46	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2C Industria de los metales	732.007	0.001	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2D Uso de productos no energéticos de combustibles y solventes	NE	NE	NE						NE	NE	NE	NE
2E Industrial electrónica	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2F Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	NE	NE	NE	NE	NE		NE	NE	NE	NE	NE	NE
2G Manufactura y utilización de otros productos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2H Otros	NE	NE	NE						NE	NE	NE	NE

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) (RAGEI PIUP, 2014) en base a GL2006. Volumen 1, Anexo 8A.2, p. T.10, Cuadro B

Luego de la producción de cemento (4,590.01 Gg de CO<sub>2</sub>, 75.98%), la siguiente fuente de emisión más significativa en el año 2014 es la producción de zinc con una emisión de 578.70 Gg de CO<sub>2</sub> (9.58 %). En tercer lugar, se encuentra la producción de cal que se estima generó 392.26 Gg de CO<sub>2</sub> (6.49 %). Los menores valores de emisiones se atribuyen a la producción de plomo (emisiones nulas), la producción de ceniza de sosa (0.92 Gg de CO<sub>2</sub>) y la producción de aluminio (2.87 Gg de CO<sub>2</sub>).

Por tipo de GEI, las emisiones en el año 2014 se componen por 5898.90 Gg de dióxido de carbono, 0.023 Gg CO<sub>2</sub> eq de metano (igual a 0.001 Gg de metano) y 141.84 Gg CO<sub>2</sub> eq de óxido nitroso (igual a 0.46 Gg de óxido nitroso).

Como se indicó anteriormente, debido a disponibilidad de recursos y priorización de esfuerzos las estimaciones realizadas no abarcaron el total de las actividades (fuentes de emisión) categorizadas por el IPCC. Sin embargo, aquellas consideradas son de las cuales se tiene mayor conocimiento e información y por lo tanto, esto podría ser un primer indicio que también de que son las más representativas, aunque se espera seguir mejorando la exhaustividad del inventario que representa un gran reto por la cantidad y la heterogeneidad de los procesos.

### **3.2 Descripción situacional sectorial**

De acuerdo al “Anuario Estadístico de MYPE e Industria, 2015” (PRODUCE, 2016) los principales factores que afectan el desempeño de la producción manufacturera están relacionados con el comportamiento del sector externo, el comportamiento del sector interno, el comportamiento del sector construcción y otros factores extraeconómicos.

En relación al sector externo, el desempeño se ve afectado positivamente por el crecimiento del mercado externo (representado por el PBI de la economía mundial) y a la inversión privada. Asimismo, el desempeño se ve afectado por el comportamiento de la demanda de bienes para exportaciones. Las principales actividades no primarias orientadas al mercado extranjero incluyen: prendas de vestir, aserrado y acepilladura de madera, conservas de frutas y legumbres, otros productos de madera, joyas y artículos conexos, partes y piezas de carpintería, hojas de madera para enchapado y tableros y corte, talla y acabado de piedra (PRODUCE, 2016).

Por otro lado, el sector interno se caracteriza por el consumo y demanda interna, la inversión privada y la diversificación de productos. Las principales actividades no primarias orientadas al mercado local incluyen impresión, productos de molinería, productos de panadería, bebidas malteadas y de malta, productos farmacéuticos y medicinales, bebidas gaseosas y aguas (PRODUCE, 2016).

El comportamiento del sector económico construcción afecta el desempeño manufacturero de las actividades vinculadas a dicho sector. Este comportamiento se caracteriza por factores como la ejecución de proyectos de infraestructura que se vincula directamente con la producción de cemento, y la inversión privada en el sector minero. Un aumento en estos factores significa el aumento en la demanda de productos. Las principales actividades no primarias orientadas al sector construcción son: cemento, cal y yeso; productos de plástico; muebles; pinturas y barnices; materiales de construcción; artículos de hormigón y cemento; estructuras metálicas; maquinaria para explotación minera (ver Figura N°5).

Entre los factores extraeconómicos se encuentran la disponibilidad de materia prima y su dependencia con los factores climáticos. Las principales actividades afectadas por factores extraeconómicos son: productos pesqueros, elaboración de azúcar, cuerdas, cordeles y cabos, reparación de equipos transporte y otros productos alimenticios.

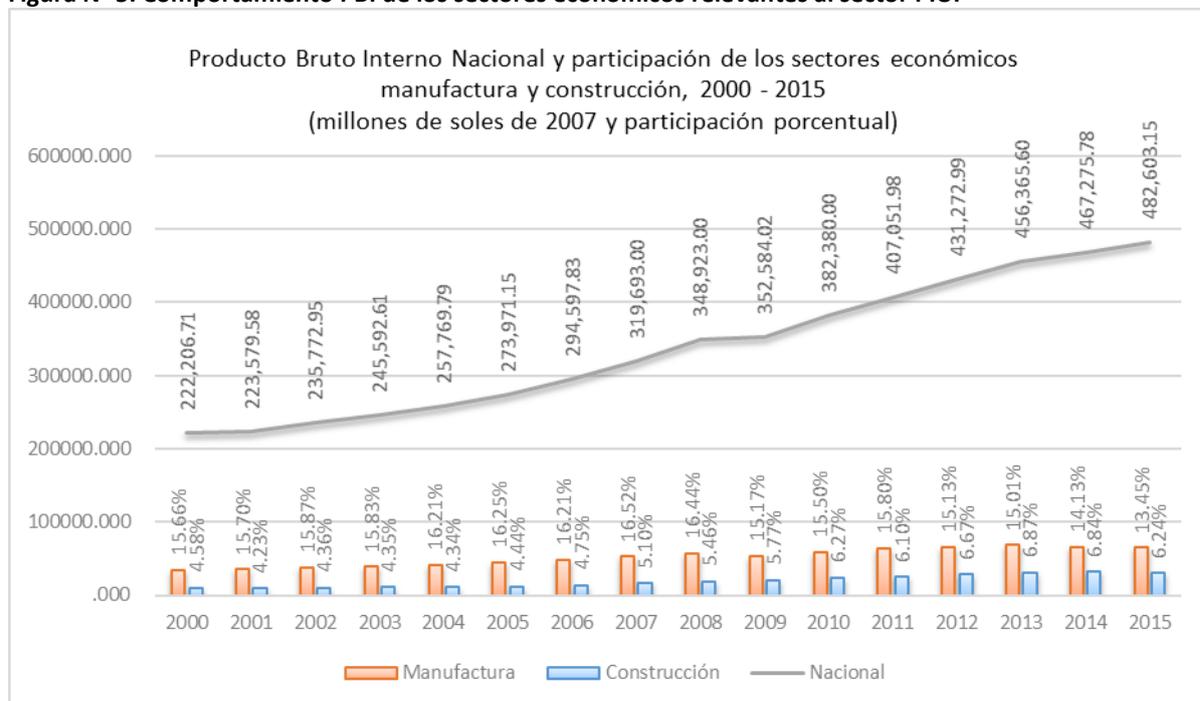
Según el “Anuario Estadístico de MYPE e Industria, 2014” (PRODUCE, 2015) en el año 2014 el PBI de la actividad manufacturera presentó una disminución de -3.3% en relación al año previo, que se atribuye a la menor actividad productiva del subsector no primario (-11%). De igual modo, se indica que dicho año la actividad de productos metales preciosos y no ferrosos se contrajo en 5.2 % con una menor producción de oro y zinc refinado como resultado de la paralización de importantes empresas mineras como Doe Run. Asimismo, otras empresas vinculadas al sector de construcción (cerámicos, refractario, hierro y acero, entre otras) disminuyeron su producción debido a una reducción en la demanda interna. La participación del sector manufacturero en el PBI nacional fue en el año 2014 del 14.1 %. En la última década el PBI manufacturero registró una tasa promedio de + 4.9 %, sin embargo, se señala que en el último quinquenio el desempeño del sector manufacturero se desaceleró debido al menor impulso externo asociado a un escenario internacional menos favorable y de incertidumbre, sumado con la disminución de la demanda interna por un descenso de la inversión privada (ver Figura N°4).

Figura N° 4. Evolución del PBI Manufacturero (variación porcentual)



Fuente: Anuario Estadístico Industrial, Mipyme y Comercio Interno, 2014 (PRODUCE, 2015)

Figura N° 5. Comportamiento PBI de los sectores económicos relevantes al sector PIUP



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a BCR (2016)

Asimismo, PRODUCE (2015) describe el desempeño de cuatro principales sectores manufactureros en función a sus exportaciones, tres de ellos son relevantes al RAGEI PIUP 2014 y son descritos a continuación:

- **Siderometalúrgico (hierro y acero):** *Las exportaciones de este sector totalizaron en US\$ 1,053 millones en el 2014, valor que representa una disminución de 13,6% en relación al año anterior. Este resultado se explica por una reducción en la demanda de barras de perfiles y cables de cobre por parte de EE.UU. Las exportaciones de este sector con destino a EE.UU. se redujo en 41.1% en relación al año previo, esto debido a la lenta recuperación de este mercado. A pesar de ello, se debe destacar el incremento de las exportaciones de zinc sin alear (14.0%) y barras de hierro y acero (17.0%).*
- **Metalmecánica:** *Las exportaciones de este sector ascendieron a US\$ 589 millones, valor que representó un crecimiento de 6,7% en relación al año 2013. Esto se explica por el incremento en las exportaciones de cargadoras y palas cargadoras de carga frontal, vehículos automóviles para el transporte de más de 16 personas y tapones para envases de metal común, entre otros. Según Promperú, en el 2014 exportaron 2 117 empresas, 14 empresas más que las registradas en el periodo anterior. De estas, 1 718 fueron micro, 300 pequeñas, 91 medianas y 8 grandes empresas. Asimismo, el 58,0% de las exportaciones se realizaron a través de medianas y pequeñas empresas, exportando un valor de US\$ 247 millones y US\$ 93 millones, respectivamente.*
- **Químico:** *En este sector se exportaron US\$ 1,515 millones en el 2014, valor superior en 0.3% respecto al año anterior. Esto responde al incremento en la demanda de productos químicos por parte de los mercados de Estados Unidos (80.7%) y Brasil (34.8%). Entre los productos que más crecieron en dicho año fueron: las placas de polímeros de polipropileno, óxido de zinc, láminas, hojas y tiras de polímeros de etileno. Las exportaciones del sector se distribuyeron en 130 mercados, no variando en relación al mismo periodo del año anterior.*

### 3.3 Coherencia de serie temporal

La elaboración del RAGEI 2014 ha implicado la actualización de las estimaciones previas de los años 2000, 2005, 2010 y 2012, de tal modo que las mejoras metodológicas son aplicadas a toda la serie temporal haciendo que los resultados anuales sean comparables entre sí. En este proceso, se revisó la información utilizada previamente (es decir, para el INGEI 2012) y se buscó mejorar su calidad para incrementar la transparencia y la trazabilidad de los datos utilizados, así como la exactitud de los resultados. Todas las fuentes de emisión consideradas en el INGEI 2012 han sido revisadas y actualizadas, y para todas ellas se han obtenido resultados diferentes a los originales<sup>7</sup>. Cabe indicar que no se ha realizado la actualización del INGEI 1994 debido a la falta de información del nivel de actividad.

En comparación con el INGEI 2012, el RAGEI 2014 adiciona estimaciones para cuatro nuevas fuentes de emisión: i) emisiones de dióxido de carbono de la producción de vidrio, ii) emisiones de óxido nitroso de la producción de ácido nítrico, iii) emisiones de dióxido de carbono de la producción de carbonato de sodio y iv) emisiones de metano de la producción de hierro y acero.

---

<sup>7</sup> Se refiere como "original" a lo vinculado al proceso del INGEI 2012.

Al inicio de la actualización, se revisaron el archivo y la documentación de la información sobre el nivel de actividad y las planillas de cálculo con el objetivo de validar las estimaciones originales. Esto permitió corregir errores y actualizar las fuentes de información. Aquellas estimaciones originales que se han basado en un medio de verificación no documentado no fueron validadas.

Con respecto a la producción de carburos (subcategoría 2B5) no se hallaron los documentos utilizados originalmente ni nuevos, que evidencien el nivel de actividad, por lo que se decidió considerar que la estimación original de esta fuente de emisión no es válida y se actualizó la estimación en el presente RAGEI como “no estimada” (NE)<sup>8</sup>. Asimismo, se hizo el esfuerzo para conseguir información sobre producción de Magnesio (subcategoría 2C4), sin embargo, tampoco se encontraron evidencias de su producción. Ante la ausencia de evidencias, la estimación de esta fuente de emisión también se considera como “no estimada”.

Para la actualización de la serie temporal, además de las fuentes de información originales validadas, se utilizaron nuevas con el objetivo de completar los datos nacionales sobre el nivel de actividad para toda la serie temporal en todas las fuentes de emisión evaluadas. Cabe indicar que el sector PIUP es un sector heterogéneo y que la información se puede encontrar en diferentes informantes y en diferentes formatos. Para garantizar la coherencia de la serie temporal se siguieron las orientaciones de las GL2006<sup>9</sup>.

En los casos donde se presentaron vacíos de información en la serie, se aplicaron métodos de extrapolación o interpolación y relaciones con otras variables. Para reducir el error de la interpolación o extrapolación se utilizó la mayor cantidad de datos disponibles. Cuando se contaba con pocos datos conocidos se aplicaron relaciones constantes con datos conocidos de otras variables, esto se aplicó principalmente en la categoría Industria Química (producción de amoníaco, producción de ácido nítrico y producción de ceniza de sosa) para la cual solo se obtuvieron datos nacionales del año 2014.

En el caso de las subcategorías de producción de cemento (2A1), producción de vidrio (2A3), producción de acero y hierro (2B1) la información se solicitó a las empresas. Si bien esto permitió mejorar la exactitud de las estimaciones, para algunos datos, años y/o plantas no se consiguieron valores reales y fue preciso aplicar métodos para completar vacíos en la serie temporal (extrapolación, interpolación, relaciones o promedios).

**Sobre la producción de Zinc y Plomo, la fuente de información utilizada no siempre reporta valores de producción de zinc y plomo en las etapas de fundición y/o refinamiento. Dado que la fuente sí mencionada las etapas en su documento, se decidió considerar con un valor nulo cuando no se registran valores.**

La coherencia de serie temporal se aborda con mayor detalle en las secciones de análisis de resultados de cada subcategoría. Para una mejor comprensión, es útil revisar las tablas de dichas secciones sobre los datos nacionales de nivel de actividad utilizados en la actualización de la serie temporal y las planillas de cálculo de cada año.

Tabla N° 15 resume el uso de datos reales y calculados en la estimación de las emisiones de la serie temporal. En ella se considera como dato real, aquel que no ha sido procesado y que se ha tomado

---

<sup>8</sup> Las emisiones calculadas originalmente para la producción de carburos no son significativas dado que en ningún año superan el 1 GgCO<sub>2</sub>eq.

<sup>9</sup> GL2006, Volumen 1, Capítulo 5

directamente de la fuente de información. Por otro lado, un dato calculado, es aquel que se ha obtenido a partir del procesamiento de la información ante un vacío de información. En algunos casos se ha usado una combinación de ambos datos para llegar al dato nacional deseado. Asimismo, la tabla indica como datos considerados como nulos cuando se decidió considerar el dato nacional como cero, debido a que la fuente de información no registra valores (producción de Zinc y Plomo).

La coherencia de serie temporal se aborda con mayor detalle en las secciones de análisis de resultados de cada subcategoría. Para una mejor comprensión, es útil revisar las tablas de dichas secciones sobre los datos nacionales de nivel de actividad utilizados en la actualización de la serie temporal y las planillas de cálculo de cada año.

**Tabla N° 15. Resumen del uso de datos reales y calculados en la estimación de las emisiones de la serie temporal**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Uso de datos reales y/o calculados en los años de la serie temporal					
				2014	2012	2010	2005	2000	
<b>2</b>				<b>Procesos Industriales y uso de productos</b>					
<b>2<sup>a</sup></b>				<b>Industria de los minerales</b>					
	2A1	Producción de cemento	Masa de clínker producido	Producción de clínker Contenido de óxido de calcio en el clínker	Real Calculado	Real Calculado	Real Calculado	Real Calculado	Real Calculado
	2A2	Producción de cal	Producción de cal	Producción de cal	Real	Calculado	Calculado	Calculado	Real
	2A3	Producción de vidrio	Masa del vidrio producido	Producción de vidrio fundido	Real	Real	Calculado	Calculado	Calculado
			Proporción de cullet (vidrio reciclado) para el proceso	Proporción de cullet (vidrio reciclado) para el proceso	Real	Real	Calculado	Calculado	Calculado
	2A4	Otros usos de carbonatos en los procesos							
	2A4a	Cerámicas	Masa del carbonato (calcita o dolomita) consumido en los procesos	Producción de ladrillo de techo (hueco)	Real	Real	Real	Real	Real
				Producción de ladrillo king kong	Real	Real	Real	Real	Real
				Producción de ladrillo pandereta	Real	Real	Real	Real	Real
				Producción de otros ladrillos para muro	Real	Real	Real	Real	Real
				Masa promedio por unidad de ladrillo de techo (hueco)	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado
				Masa promedio por unidad de ladrillo king kong	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado
				Masa promedio por unidad de ladrillo pandereta	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado
	2A4b	Otros usos de la ceniza de sosa	Masa de ceniza de sosa consumida en los procesos	Importaciones de carbonato de sodio (en peso neto)	Real	Real	Real	Real	Real
				Exportaciones de carbonato de sodio (en peso neto)	Real	Real	Real	Real	Real
				Producción de carbonato de sodio	Real	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado
				Consumo de carbonato de sodio para la producción de vidrio	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado
<b>2B</b>				<b>Industria química</b>					
	2B1	Producción de amoníaco	Producción de amoníaco	Producción de amoníaco	Real	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado
	2B2	Producción de ácido nítrico	Producción de ácido nítrico	Producción de ácido nítrico	Real	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado
	2B7	Producción de ceniza de sosa	Ceniza de sosa producida o cantidad de mineral trona utilizado para su producción	Producción de carbonato de sodio	Real	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado
<b>2C</b>				<b>Industria de los metales</b>					
	2C1	Producción de hierro y acero	Producción de acero (crudo) por tipo de tecnología (EAF, OHF, BOF)	Producción de Acero en hornos de arco eléctrico – EAF	Real	Real	Real	Real	Real
				Producción de Acero en hornos de reverbero – OHF	Real	Real	Real	Real	Real
				Producción de Acero en hornos básicos de oxígeno – BOF	Real	Real	Real	Real	Real
				Producción de acero (crudo)	Real	Real	Real	Real	Real
				Cantidad de chatarra de acero utilizada para la producción de acero	Real	Real	Real	Real	Real

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Uso de datos reales y/o calculados en los años de la serie temporal					
				2014	2012	2010	2005	2000	
			Cantidad de producción de arrabio (hierro producido en alto horno) no convertido en acero	Cantidad de Hierro de alto horno (arrabio) que no es convertido a acero	Real	Real	Real	Real	Real
			Cantidad de hierro directamente reducido producido	Producción de hierro directamente reducido (DRI)	Real	Real	Real	Real	Real
			Cantidad de pelets producidos	Producción de peletizado de concentrado de Hierro	Real	Real	Real	Real	Real
			Cantidad de sinterizado producido	Producción de sinterizado de concentrado de Hierro	Real	Real	Real	Real	Real
			Cantidad de hierro producido en alto horno (arrabio convertido y no convertido en acero), toneladas	Cantidad de Hierro de alto horno (arrabio) total (convertido y no convertido en acero)	Real	Real	Real	Real Calculado	Real Calculado
	2C3	Producción de aluminio	Producción de metal Aluminio por tipo de proceso (ánodos precocidos, pasta Soderberg)	Fabricación de perfiles, planchas y discos de aluminio	Calculado	Calculado	Calculado	Real	Real
				Producción mundial de Aluminio ( <i>Aluminium to cast houses</i> )	Real	Real	Real	Real	Real
				Consumo de aluminio primario requerido ( <i>Required primary consumption</i> )	Real	Real	Real	Real	Real
	2C5	Producción de plomo	Producción de plomo por fuente (primario y secundario) y por tipo de proceso (Imperial Smelting Furnaces, fundición directa)	Producción minera de Plomo (fundido)	Considerado nulo	Considerado nulo	Considerado nulo	Considerado nulo	Considerado nulo
				Producción minera de Plomo (refinado)	Considerado nulo	Considerado nulo	Real	Real	Calculado
	2C6	Producción de zinc	Cantidad de cinc producido por tipo de proceso (Waelz Kiln, pirometalúrgico, electrotérmico)	Producción minera de Zinc (fundido)	Considerado nulo	Considerado nulo	Considerado nulo	Considerado nulo	Considerado nulo
				Producción minera de Zinc (refinado)	Real	Real	Real	Real	Calculado

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Cabe señalar que solo se solicitó información específicamente para los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014 y es una mejora considerada solicitar información de la mayor cantidad posible de años cuando se presentan vacíos, sin embargo, esto se debe evaluar en función a la capacidad de respuesta de los informantes y de procesamiento de los compiladores.

La Tabla N° 16 compara los resultados de las estimaciones en la serie temporal (actualización) y los resultados de las estimaciones previas (originales).

Tabla N° 16. Serie temporal de emisiones originales y actualizadas: 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014

			Emisiones GEI 2000 [GgCO <sub>2</sub> eq]		Emisiones GEI 2005 [GgCO <sub>2</sub> eq]		Emisiones GEI 2010 [GgCO <sub>2</sub> eq]		Emisiones GEI 2012 [GgCO <sub>2</sub> eq]		Emisiones GEI 2014 [GgCO <sub>2</sub> eq]
Código	Categorías y subcategorías		Actualización	Original	Actualización	Original	Actualización	Original	Actualización	Original	Actualización
2		<b>Procesos Industriales</b>	<b>2,685.74</b>	<b>2,574.88</b>	<b>3,387.65</b>	<b>3,509.18</b>	<b>4,501.79</b>	<b>5,011.56</b>	<b>5,059.37</b>	<b>6,063.54</b>	<b>6,040.76</b>
	2A	<b>Industria de los minerales</b>	<b>1,864.06</b>	<b>1,921.92</b>	<b>2,597.51</b>	<b>2,642.27</b>	<b>3,722.20</b>	<b>3,790.53</b>	<b>4,173.63</b>	<b>4,518.20</b>	<b>5,116.40</b>
		2A1 Producción de cemento	1,777.66	1,711.13	2,375.59	2,365.48	3,338.29	3,266.70	3,730.60	3,812.90	4,590.01
		2A2 Producción de cal	24.43	107.79	147.44	101.31	270.44	243.87	319.64	325.38	392.26
		2A3 Producción de vidrio	34.39	NE	34.78	NE	34.45	NE	34.81	NE	33.32
		2A4 Otros usos de carbonatos	27.57	103.01	39.70	175.48	79.01	279.96	88.57	379.93	100.82
		2A4a Cerámica (ladrillos)	27.57	93.82	39.70	159.87	65.39	249.55	69.30	352.98	80.75
		2A4b Otros usos de la Ceniza de Sosa (Carbonato de Sodio)	0.00	9.18	0.00	15.61	13.62	30.41	19.27	26.95	20.07
	2B	<b>Industria química</b>	<b>283.76</b>	<b>4.46</b>	<b>247.12</b>	<b>4.77</b>	<b>208.92</b>	<b>8.37</b>	<b>177.26</b>	<b>10.97</b>	<b>192.33</b>
		2B1 Producción de amoníaco	18.67	0.97	27.91	1.04	29.48	1.89	33.73	2.39	49.57
		2B2 Producción de ácido nítrico	264.85	NE	218.82	NE	178.67	NE	142.61	NE	141.84
		2B5 Producción de carburo de calcio	NE	3.49	NE	3.73	NE	6.48	NE	8.58	NE
		2B7 Producción de Ceniza de Sosa (Carbonato de Sodio)	0.23	NE	0.40	NE	0.77	NE	0.92	NE	0.92
	2C	<b>Industria de los metales</b>	<b>537.92</b>	<b>648.5</b>	<b>543.02</b>	<b>862.13</b>	<b>570.68</b>	<b>1,212.66</b>	<b>708.48</b>	<b>1,534.37</b>	<b>732.03</b>
		2C1 Producción de hierro y acero	253.85	506.35	196.48	692.19	184.53	1,071.47	148.27	1,390.04	150.45
		2C3 Producción de aluminio	0.62	1.45	1.66	3.88	2.39	4.96	2.63	4.27	2.87
		2C5 Producción de plomo	62.44	140.7	63.48	166.07	0.00	136.23	0.00	131.64	0.00
		2C6 Producción de zinc	221.02	NE	281.40	NE	383.75	NE	557.58	8.42	578.70

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) con información del INGEI 2012.

Como se mencionó, para todas las fuentes de emisión los resultados de la actualización varían con respecto a los originales. En general, las variaciones se deben al incremento de la exactitud por las mejoras aplicadas y al incremento de la exhaustividad por la incorporación de nuevas fuentes de emisión y/o nuevos datos nacionales de actividad. Con la actualización, para el año 2000 las emisiones totales variaron en 4.3 % con respecto a la estimación original, para el año 2005 variaron -3.46 %, para el año 2010 variaron -10.17 % y para el año 2012, -16.56 %, siendo esta la variación más significativa que equivale a 1,004.17 Gg CO<sub>2</sub> eq.

A nivel de categorías, la mayor variación porcentual se presenta en la Industria Química, debido principalmente a que se ha estimado como nueva fuente la producción de ácido nítrico y en menor grado, a que se ha estimado la producción de ceniza de sosa y se ha dejado de estimar la producción de carburos. Asimismo, se reemplaza la fuente de información utilizada originalmente para la producción de amoníaco, entre otras correcciones de cálculo aplicadas.

Sin embargo, las mayores variaciones absolutas se presentan en la Industria de los Metales (hasta 825.89 Gg CO<sub>2</sub> eq para el año 2012), específicamente en la subcategoría de producción de hierro y acero (de la Industria de Metales) por las emisiones de dióxido de carbono. El resultado actualizado es considerablemente menor al original debido a que se seleccionaron factores de emisión de dióxido de carbono diferentes a los originales que son más adecuados a las tecnologías reportadas por las empresas. Si bien para esta subcategoría se incorporó la estimación de las emisiones de metano, éstas resultaron poco significativas. Asimismo, los resultados actualizados de la producción de zinc y plomo también aportan variaciones. En el caso de la producción de plomo, los resultados actualizados son menores a los originales, debido a una corrección en los datos nacionales seleccionados. En el caso de la producción de zinc, los resultados actualizados son mayores los originales, debido al mismo motivo.

Las variaciones en la industria de los minerales se atribuyen a una mejora en la exactitud del cálculo de las emisiones, y a la nueva fuente incluida correspondiente a producción de vidrio. Se corrigieron los cálculos de la producción de cemento y de otros usos de carbonatos (cerámicas y ceniza de sosa) y se modificó la serie temporal de datos nacionales para la producción de cal mejorando la interpolación.

En relación a los resultados de la serie temporal actualizada, se puede observar que las emisiones del sector han mantenido una tendencia creciente que se aproxima a un comportamiento exponencial con una variación anual de 5.83 %. Desde el año 2000 al 2014 las emisiones crecieron 124.92 %, mientras que entre los años 2012 y 2014 las emisiones crecieron 19.40 %. La Figura N° 6 muestra la evolución de las emisiones en los años evaluados y la

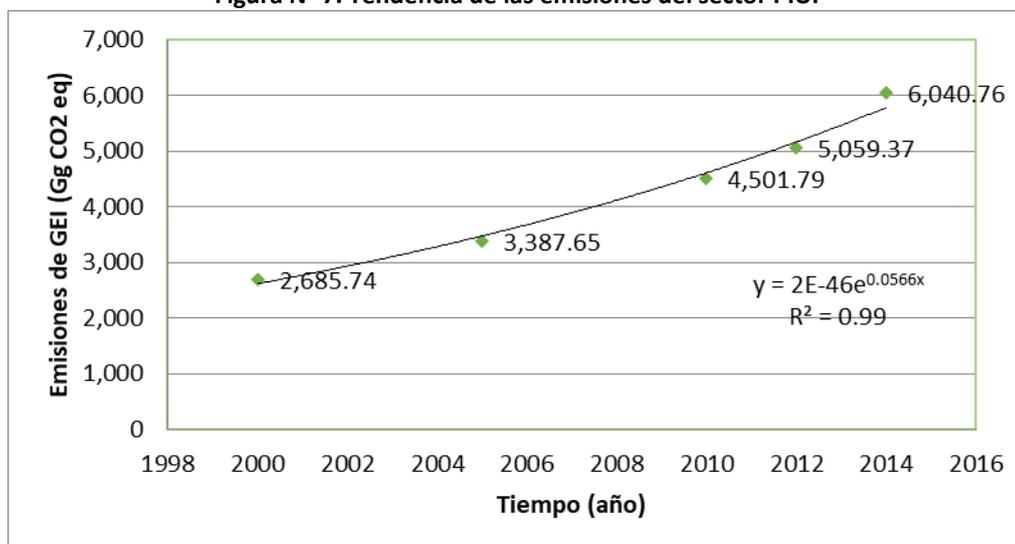
Figura N° 7 la tendencia calculada.

**Figura N° 6. Evolución de las emisiones del sector PIUP en Gg CO<sub>2</sub> eq (años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014)**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Figura N° 7. Tendencia de las emisiones del sector PIUP



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

### 3.4 Análisis de los resultados

Los resultados muestran que las emisiones del sector PIUP tienen un comportamiento creciente exponencial con una variación anual de 5.83 %. Donde la principal fuente de emisión corresponde a las emisiones de dióxido de carbono de la producción de cemento que además ha incrementado su participación en las emisiones del sector de 70.13 % en el año 2000 a 75.98 % en el año 2014.

En general, las categorías evaluadas en el sector PIUP, por definición, están vinculadas con el sector manufactura. Sin embargo, existen vínculos con otros sectores dado que los productos y/o insumos vinculados a PIUP son parte de cadenas productivas de mayor alcance. En tal sentido, la industria de los minerales y la industria de los metales tienen una fuerte relación con el sector construcción ya que estos sectores generan grandes demandas en la producción de los materiales minerales y/o metálicos. Por otro lado, la industria química se mantiene vinculada principalmente a la manufactura ya que los productos generados (amoníaco, ácido nítrico y ceniza de sosa) son insumos en otros procesos industriales. Como se mencionó previamente, los principales factores que afectan el desempeño de la producción manufacturera están relacionados con el comportamiento del sector externo, el comportamiento del sector interno, el comportamiento del sector construcción y otros factores extraeconómicos.

En el Perú, el PBI nacional ha ido creciendo manteniendo un vínculo con las emisiones del sector PIUP. Sin embargo, en los últimos años el PBI sectorial de manufactura y el PBI sectorial de construcción se han reducido, específicamente a partir de los años 2014 y 2015 respectivamente. Es posible que esta disminución del PBI no se refleje en las emisiones del año 2014, porque dicho año el PBI del sector construcción aún registró crecimiento. Sin embargo, en el año 2015 ambos sectores se contrajeron, por lo que podría esperarse una afectación en las emisiones a validarse en el próximo RAGEI.

Entre los factores que determinan el comportamiento del sector construcción se encuentran la ejecución de proyectos de infraestructura y la inversión privada en el sector minero. Un aumento de estos factores significaría un aumento en la demanda de productos como el cemento, la cal y las estructuras metálicas. La reducción del PBI del sector manufactura que se registró en el año 2014, se

atribuye, entre otras cosas, a la paralización de importantes empresas mineras como Doe Run que afecta la producción de zinc refinado y a una reducción en la demanda interna de cerámicos, hierro y acero, entre otras.

## 4. RESULTADOS POR CATEGORÍAS Y SUBCATEGORÍAS

### 4.1 Categoría 2A: Industria de los minerales

#### 4.1.1 Subcategoría 2A1: Producción de cemento

La subcategoría 2A1, se define como las emisiones vinculadas a procesos de la producción de diversos tipos de cemento (IPCC, 2006)<sup>10</sup>. El presente reporte describe la estimación de las emisiones de dióxido de carbono de esta subcategoría.

El CO<sub>2</sub> se genera durante la producción de clínker, un producto intermedio constituido de nódulos, que luego se somete a una molturación fina conjuntamente con una pequeña proporción de sulfato de calcio [yeso o anhídrido], para formar el cemento hidráulico (generalmente, el cemento portland). Durante la producción del clínker, se calienta o calcina la piedra caliza, compuesta esencialmente de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>), para producir cal (CaO) y CO<sub>2</sub> como productos derivados. El CaO reacciona entonces con la sílice (SiO<sub>2</sub>), la alúmina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), y el óxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) presentes en las materias primas, para formar minerales de clínker (principalmente silicatos de calcio).

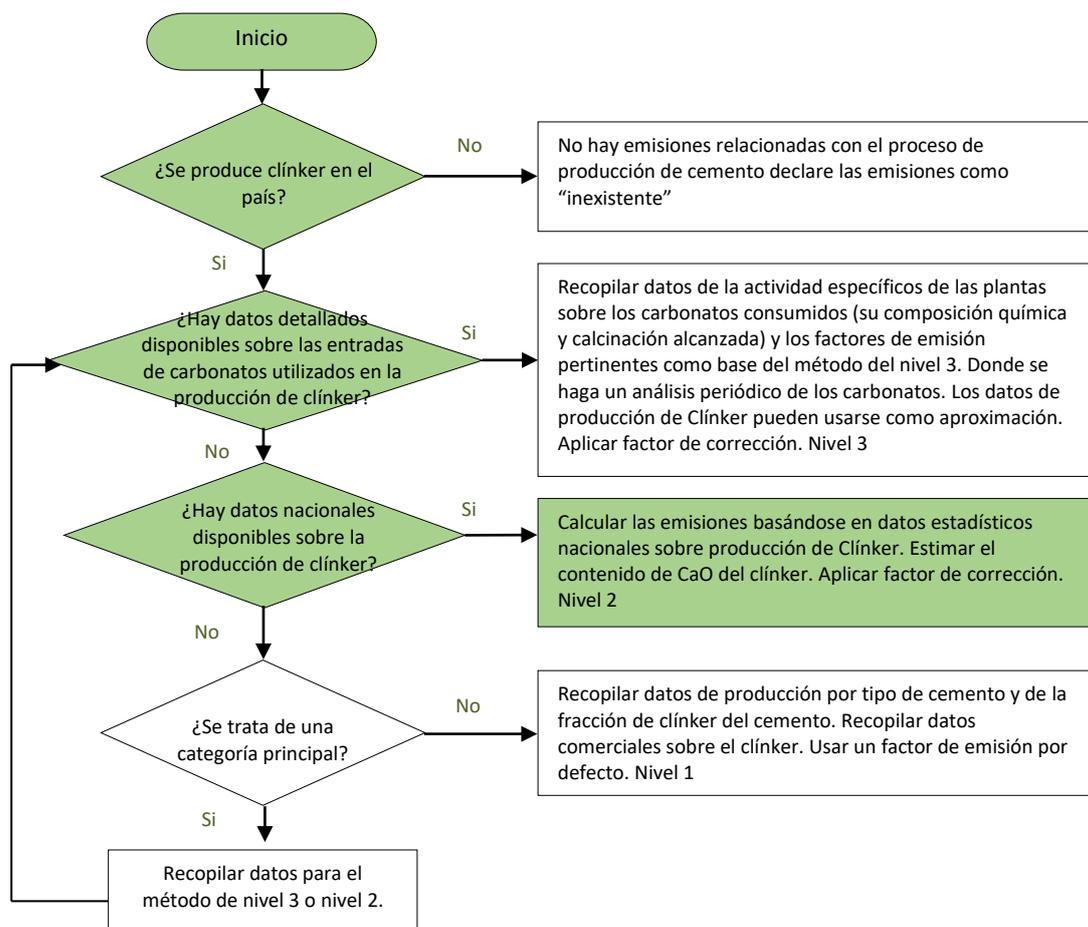
##### 4.1.1.1 Elección del método

El método de cálculo utilizado es del nivel 2 y fue elegido en función a la disponibilidad de información tal como se describe en la Figura N° 8.

---

<sup>10</sup> GL2006, Vol. 1, Capítulo 8, Cuadro 8.2

Figura N° 8. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> - Subcategoría Producción de Cemento



Fuente: GL2006, Volumen 2, Capítulo 2, p. 2.10

A nivel nacional no existen datos disponibles sobre entradas de carbonatos utilizados en la producción de clínker. Considerando que es una categoría principal, la aplicación del árbol de decisiones recomienda utilizar para el presente RAGEI, datos de producción de clínker y de contenido de óxido de calcio en el clínker. De acuerdo al árbol de decisión, se realizó la recopilación de información que permite la aplicación del nivel 2 de cálculo, descrito en la Tabla N° 17.

Tabla N° 17. Nivel metodológico aplicado para las emisiones de CO<sub>2</sub> - Subcategoría Producción de Cemento

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Tier/nivel
2A1	Producción de cemento	Masa de clínker producido, toneladas	Producción de clínker	2
			Contenido de óxido de calcio en el clínker	

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Es importante resaltar que durante la elaboración del RAGEI, aunque se pudo inicialmente solicitar mayor información para emisiones con el método nivel 3, se solicitó a las empresas solo información de producción de clínker, de contenido de óxido de calcio y de óxido de magnesio en el clínker, que es suficiente para el método de cálculo de nivel 2. Si bien esta subcategoría es la más representativa del sector PIUP, se ha mantenido la estimación en el nivel 2 por dos motivos: porque se priorizó actualizar y corregir los cálculos de la subcategoría realizados en los INGEI anteriores, y porque un cambio a un

nivel superior requiere solicitar mayor información (más detallada) a las empresas. El nivel 3 implica recopilar información de plantas sobre todas las entradas de material carbonatado (tipos, composiciones y cantidades) y balances de masa rigurosos, y por tanto requiere un mayor esfuerzo de las empresas que reportan. Al haberse realizado la solicitud de información en el marco de una colaboración voluntaria, se decidió que lo más conveniente sería solicitar solo la información necesaria para el nivel de cálculo 2 para facilitar una rápida respuesta.

La Ecuación N° 2 describe la estimación de las emisiones de dióxido de carbono en el nivel 2.

**Ecuación N° 2. Emisiones de CO<sub>2</sub>, Nivel 2 - Subcategoría Producción de Cemento**

NIVEL 2: EMISIONES BASADAS EN LOS DATOS SOBRE PRODUCCIÓN DE CLÍNKER  
Emisiones de CO<sub>2</sub> = M<sub>cl</sub> x EF<sub>cl</sub> x CF<sub>ckd</sub>

Donde:

Emisiones de CO<sub>2</sub> = emisiones de CO<sub>2</sub> proveniente de la producción de cemento, toneladas

M<sub>cl</sub> = peso (masa) de clínker<sup>11</sup> producido, toneladas.

EF<sub>cl</sub> = factor de emisión para el clínker, toneladas de CO<sub>2</sub>/toneladas de clínker.

CF<sub>ckd</sub> = factor corrector de las emisiones para el polvo de horno de cemento (CKD, por sus siglas en inglés), sin dimensión.

**Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, p. 2.10. Ecuación 2.2**

De acuerdo a las GL2006, el método de Nivel 2 se basa en un conjunto de hipótesis en relación con la industria del cemento y con la producción de clínker. En el presente RAGEI se validan para confirmar que el método aplicado es el correcto. Estas hipótesis y su aplicabilidad se describen en la Tabla N° 18.

**Tabla N° 18. Hipótesis de sustento del método de nivel 2: utilización de los datos sobre producción de clínker - Subcategoría Producción de Cemento**

Nro.	Hipótesis	Comentario/aplicabilidad
1	La mayor parte del cemento hidráulico es cemento portland o un cemento similar que requiere clínker de cemento portland;	No es necesario considerarlo en el RAGEI porque se usaron datos de clínker y no de cemento.
2	En la composición del clínker, la proporción de CaO varía dentro de un intervalo muy limitado y el contenido de MgO se mantiene muy bajo	Se considera como hipótesis del RAGEI.
3	En general, las plantas son capaces de controlar el contenido de CaO en las entradas de materias primas y de clínker dentro de un intervalo estrecho de tolerancia	Se considera como hipótesis del RAGEI.
4	Aun cuando la salida de clínker se calcula en vez de medirla directamente en la planta, a la hora de los controles de auditoría ambos métodos de determinación arrojan resultados concordantes	Se considera como hipótesis del RAGEI.
5	Para una planta en particular, el contenido de CaO del clínker tiende a no variar significativamente a través de los años	Se considera como hipótesis del RAGEI.
6	Para la mayoría de las plantas, la fuente principal de CaO es el CaCO <sub>3</sub> y toda otra fuente de CaO cuyo origen no sean los carbonatos, está debidamente cuantificada, por lo menos al nivel de la planta.	Se considera como hipótesis del RAGEI.

<sup>11</sup> En las GL2006 dice cal en lugar de clínker, pero se refiere a este último, por lo que se corrige para una mejor comprensión.

7	Para las entradas de carbonatos usados en la fabricación de clínker se alcanza un factor de calcinación del 100 por ciento (o muy cercano), incluidos (normalmente en menor escala) los materiales perdidos para el sistema como CKD no reciclado	Se considera como hipótesis del RAGEI.
8	Los colectores de polvo de las plantas capturan casi la totalidad del CKD, aunque éste no necesariamente se recicle hacia el horno.	Se considera como hipótesis del RAGEI.

Las emisiones se estiman con la Ecuación N° 3 adaptada para considerar el factor de emisión con corrección de CKD.

**Ecuación N° 3. Emisiones de CO<sub>2</sub>, Nivel 2 (ecuación adaptada) - Subcategoría Producción de Cemento**

NIVEL 2: EMISIONES BASADAS EN LOS DATOS SOBRE PRODUCCIÓN DE CLÍNKER

Emisiones de CO<sub>2</sub> =

$M_{cl} \times \text{Factor de emisión de CO}_2 \text{ para la producción de clínker (con corrección CKD)}$

Donde:

$M_{cl}$  = peso (masa) de clínker producido, toneladas

**Fuente: Adaptado de GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, p. 2.10. Ecuación 2.2**

Como buena práctica sugerida por GL2006, no se considera el proceso de carbonización por el cual la cal libre (CaO) reabsorbe CO<sub>2</sub> atmosférico.

**4.1.1.2 Descripción del nivel de actividad**

El nivel de actividad ha sido obtenido a partir de datos nacionales brindados por las empresas que fueron recopilados en el marco del RAGEI<sup>12</sup>. La Tabla N° 19 describe la información utilizada.

**Tabla N° 19. Descripción del nivel de actividad utilizado y los datos nacionales utilizados en la estimación del año 2014 - Subcategoría Producción de Cemento**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
2A1	Producción de cemento	Masa de clínker producido (M <sub>cl</sub> )	Producción de clínker	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria. Cementos Pacasmayo. (s.f.). <i>Memoria Anual 2014: Construyendo el Perú del futuro</i> . Recuperado el 20 de setiembre de 2016, de Cementos Pacasmayo: <a href="http://www.cementospacasmayo.com.pe/wp-content/uploads/2014/02/Pacasmayo-">http://www.cementospacasmayo.com.pe/wp-content/uploads/2014/02/Pacasmayo-</a>	En un nivel 2 se utilizan los datos de las plantas sobre producción de clínker y contenido de óxido de calcio. Este último se usa para adaptar el factor de emisión por defecto del clínker. El factor de emisión calculado y

<sup>12</sup> El reporte de las empresas se mantiene en confidencialidad y por tal motivo en este documento no se mencionan los nombres de las empresas ni los datos reportados. Sin embargo, los medios de verificación están archivados en la fuente citada como: *Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014* (Ministerio de la Producción, 2017).

				memoria-anual-2014.pdf	corregido para considerar el polvo de clínker (CKD) se multiplica con la producción de clínker.
		Contenido de óxido de calcio en el clínker	porcentaje (%)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.	

**Fuente:** Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La identificación de empresas se realizó a partir de la revisión del directorio de empresas registradas en actividad de la SUNAT<sup>13</sup>, seleccionando las de mayores ventas para el envío de las solicitudes de información<sup>14</sup>. Se logró obtener los valores de la producción de clínker y el contenido de óxido de calcio en el clínker de todas las empresas seleccionadas<sup>15</sup>. Se calcula que las empresas de cemento consideradas para la estimación en el RAGEI, representan más del 98 % de las ventas del año 2015 que registra la SUNAT, para la fabricación de cemento, cal y yeso (CIU 2694 de la tercera revisión)<sup>16</sup>.

Al inicio del proceso de formulación del RAGEI PIUP 2014 solo se contaba con la información sobre producción de clínker recopilada de las empresas en el marco del INGEI 2012 (que incluye la del año 2014). Se verificaron las fuentes de información del INGEI 2012 y se encontraron incoherencias en la información utilizada para el cálculo de las emisiones de esta subcategoría<sup>17</sup>. Por lo tanto, los datos fueron actualizados y se modificó la metodología de cálculo. Además, este año se mejoró la exhaustividad pues se obtuvo mayor información de las empresas.

La masa de clínker producida ( $M_c$ ) se obtuvo de la sumatoria de las producciones de clínker de las empresas de cemento. El valor resultante es igual a 8, 823, 831.09 toneladas de clínker producido en el año 2014. Asimismo, las empresas también reportaron el contenido de óxido de calcio en el clínker, por lo que se calculó un promedio nacional ponderando de acuerdo a las producciones de cada empresa<sup>18</sup>, dando un resultado de 64.99 % de óxido de calcio en el clínker<sup>19</sup> (ver Tabla N° 20). Este porcentaje se utiliza para adaptar el factor de emisión por defecto como se describe en la Ecuación N°3.

<sup>13</sup> La fuente es: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2015). *Directorio de empresas 2015 de la SUNAT (Registro Único de Contribuyentes)*. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria.

<sup>14</sup> Se identificó las empresas del CIU 2694 de la tercera revisión (correspondiente a la fabricación de cemento, cal y yeso) que participaron en el año 2015 de manera agregada con más del 98% de las ventas. La fuente que describe este análisis es: Ministerio de la Producción. (2016). *Identificación de empresas con mayores ventas en el año 2015 en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos*. Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales del Viceministerio de MYPE e Industria.

<sup>15</sup> Solo en el caso de una empresa no se obtuvo respuesta a la solicitud de información, sin embargo, se utilizó información oficial publicada para el valor de producción de clínker y se asumió como contenido de CaO el promedio calculado a partir de la información de las empresas que sí reportaron.

<sup>16</sup> La fuente es: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2015). *Directorio de empresas 2015 de la SUNAT (Registro Único de Contribuyentes)*. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria

<sup>17</sup> El INGEI 2012 (INFOCARBONO, 2015) utilizó datos de composición de la harina mezcla y la participación porcentual del carbonato de calcio, sin embargo, no se precisan cantidades en masa. Además, la redacción de los títulos y descripciones dan referencias incoherentes del alcance de la información utilizada.

<sup>18</sup> Solo una empresa no reportó el dato de contenido de óxido de calcio y se omitió en el cálculo del promedio, considerando que esta empresa representó menos del 3 % de la producción (calculada) del año 2014

<sup>19</sup> El valor por defecto de las GL2006 es de 65 %.

**Tabla N° 20. Valores de los datos nacionales utilizados para el año 2014 - Subcategoría Producción de Cemento**

Dato Nacional	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de clínker	8,823,831.09	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria. Cementos Pacasmayo. (s.f.). <i>Memoria Anual 2014: Construyendo el Perú del futuro.</i> Recuperado el 20 de setiembre de 2016, de Cementos Pacasmayo: <a href="http://www.cementospacasmayo.com.pe/wp-content/uploads/2014/02/Pacasmayo-memoria-anual-2014.pdf">http://www.cementospacasmayo.com.pe/wp-content/uploads/2014/02/Pacasmayo-memoria-anual-2014.pdf</a>
Contenido de óxido de calcio en el clínker	64.99	porcentaje (%)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

#### 4.1.1.3 Factores de emisión y conversión

Para el RAGEI 2014, el factor de emisión utilizado fue calculado considerando el dato nacional de contenido de óxido de calcio en el clínker<sup>20</sup>, corrigiéndolo para considerar las emisiones de polvo de horno de cemento. Este cálculo se resume en Ecuación N° 4.

#### Ecuación N° 4. Factor de emisión de CO<sub>2</sub> calculado para la producción de clínker<sup>21</sup>, Nivel 2 - Subcategoría Producción de Cemento

$$\text{Factor de emisión calculado de CO}_2 \text{ para la producción de clínker (con corrección CKD)} = \frac{\text{Participación del CaO en los productos de la calcinación del CaCO}_3}{\text{Participación del CO}_2 \text{ en los productos de la calcinación del CaCO}_3} \times (\text{Contenido de CaO en el clínker}) \times CF_{\text{ckd}}$$

Donde:

CF<sub>ckd</sub> = factor corrector de las emisiones para el polvo de horno de cemento = 1.02

Participación del CaO en los productos de la calcinación del CaCO<sub>3</sub> = 43.97% (porcentaje en peso)

Participación del CO<sub>2</sub> en los productos de la calcinación del CaCO<sub>3</sub> = 56.03% (porcentaje en peso)

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, p. 2.13

La Tabla N° 21 y la Tabla N° 22 describen la información utilizada para determinar el factor de emisión calculado.

<sup>20</sup> Si bien la diferencia entre el dato calculado y el por defecto es mínima (0.01%), es importante mantener la metodología ya que se aplica en la actualización de toda la serie de tiempo, y en algunos casos la diferencia puede ser más significativa.

<sup>21</sup> El factor de emisión calculado considera la corrección de las emisiones de polvo de horno de cemento como se puede deducir de la Ecuación N° 4.

**Tabla N° 21. Factores de emisión utilizados - Subcategoría Producción de Cemento**

Fuente de emisión / captura	Factor de emisión	calculado (C) / por defecto (D)	Dato Nacional	TIER / Nivel	Fuente de información
Producción de cemento	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> para la producción de clínker (toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de clínker producido)	C	Contenido de CaO promedio del clínker producido	2	Calculado en el RAGEI con información de: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
	Participación del CO <sub>2</sub> en los productos de la calcinación del CaCO <sub>3</sub> (porcentaje)	D			The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>
	Participación del CaO en los productos de la calcinación del CaCO <sub>3</sub> (porcentaje)	D			The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>
	Factor corrector de emisiones para el polvo de horno (sin dimensión, relación)	D			The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

**Tabla N° 22. Valores de los factores de emisión y de conversión utilizados - Subcategoría Producción de Cemento**

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor corrector de emisiones para el polvo de horno	1.02	Adimensional (relación)	Aplica a nivel 2 como valor por defecto, al desconocerse la cantidad de polvo de clínker no considerado en la masa total. Fuente: GL2006, Vol. 3, p. 2.13
Participación del CO <sub>2</sub> en los productos de la calcinación del CaCO <sub>3</sub>	56.03	porcentaje (%)	Proporción en peso de la participación de CO <sub>2</sub> en los productos resultantes (CO <sub>2</sub> y CaO) de la calcinación de CaCO <sub>3</sub> . Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 2.13
Participación del CaO en los productos de la calcinación del CaCO <sub>3</sub>	43.97	porcentaje (%)	Proporción en peso de la participación de CaO en los productos resultantes (CO <sub>2</sub> y CaO) de la calcinación de CaCO <sub>3</sub> . Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 2.13
Contenido de óxido de calcio en el clínker calculado – promedio nacional	64.99	porcentaje (%)	Aplica el factor de emisión de CO <sub>2</sub> del clínker, es necesario conocerlo para adaptar el factor de emisión por defecto. Fuente: GL2006, Vol. 3, p. 2.13

**Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)**

El factor de emisión calculado de CO<sub>2</sub> para la producción de clínker se obtiene al aplicar los valores de la Tabla N° 22 y el dato nacional de contenido promedio de CaO del clínker de la, en la Ecuación N° 4. El resultado es un Factor de emisión calculado de CO<sub>2</sub> para la producción de clínker (con corrección de CKD) igual a 0.5203 toneladas de CO<sub>2</sub> / toneladas de clínker producido. La comparación de este resultado con el valor del factor de emisión por defecto se presenta en la

Tabla N° 23, y se puede observar que la diferencia no es significativa.

**Tabla N° 23. Factor de emisión calculado y factor de emisión por defecto para la producción de clínker (con corrección de CKD) - Subcategoría Producción de Cemento**

Factor de emisión	Valor	Unidad
Factor de emisión <b>por defecto</b> de CO <sub>2</sub> para la producción de clínker (con corrección de CKD)	0.5202	toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de clínker producido
Factor de emisión <b>calculado</b> de CO <sub>2</sub> para la producción de clínker (con corrección de CKD)	0.5203	toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de clínker producido

**Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)**

Si bien se solicitó también información del contenido de óxido de magnesio, debido a que no se conoce su fuente (si es adición o material carbonatado) se decidió no aplicar ninguna corrección al factor de emisión, siguiendo las recomendaciones de las GL2006 que consideran que las emisiones asociadas no son significativas. En los próximos años, si se considera que no perjudicará la rápida respuesta de las empresas, se podría seguir solicitando el contenido de óxido de magnesio en el clínker, pero además se debe considerar que, para aplicar la mejora, se requeriría solicitar las cantidades de ingreso de materias primas carbonatadas diferenciándolas por tipo.

**4.1.1.4 Análisis de incertidumbre**

Para determinar la incertidumbre de esta subcategoría se han utilizado los valores por defecto recomendados por GL2006<sup>22</sup>. Cuando las directrices señalaban varios valores para considerar en la incertidumbre (en función a las hipótesis asumidas para el factor de emisión o el dato de actividad), se aplicó la regla B de combinación que describen las OBP2000<sup>23</sup> (ver Ecuación N° 1). Por otro lado, se optó por los valores medios cuando las directrices indicaban rangos.

Al factor de emisión por defecto se le atribuye una incertidumbre de ± 58.39 % asociada a las hipótesis de Nivel 2 que aplican a la estimación realizada las cuales se señalan en la Tabla N°24.

**Tabla N° 24. Hipótesis y valores de incertidumbre por defecto para el Factor de Emisión - Subcategoría Producción de Cemento**

Incertidumbre	Descripción	Nivel
<b>Análisis químico/Composición</b>		
1-2%	Análisis químico del clínker para determinar el CaO	2
1-3%	Hipótesis de que el 100% del CaO proviene del CaCO <sub>3</sub> (la incertidumbre es mayor si se utilizan escorias o cenizas volantes que no se contabilizan)	2
1%	Hipótesis de un 100% de calcinación del carbonato destinado a formar el clínker	2, 3
<b>CKD</b>		
25-35%	Hipótesis por defecto de que las emisiones del CKD corresponden a un 2% de las emisiones relacionadas con la producción del clínker. Esta incertidumbre presupone que un 33% a un 50% del clínker no se recicla. En ausencia de reciclado o si el porcentaje de calcinación excede significativamente el 50%, la incertidumbre puede llegar a un 50% o más.	
1%	Hipótesis de que los componentes originales del CKD son los de la mezcla cruda	2, 3
1%	Hipótesis de que todos los carbonatos (calcinados o restantes) en el CKD son CaCO <sub>3</sub>	2, 3
20-80%	Hipótesis de un 100% de calcinación para el CKD	2, 3

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, Cuadro 2.5, pp. 2.19-2.20

Al dato de actividad se le ha asignado una incertidumbre igual a ± 1.5 % que es el valor medio del rango de incertidumbres de la hipótesis que supone una declaración completa en el pesaje o cálculo de la producción de clínker tal como se describe en Tabla N°25.

**Tabla N° 25. Hipótesis y valor de incertidumbre por defecto para el Dato de Actividad - Subcategoría Producción de Cemento**

Incertidumbre	Descripción	Nivel
<b>Datos de producción</b>		
1-2%	Pesaje o cálculo de la producción de clínker; supone una declaración completa	2

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, Cuadro 2.5, pp. 2.19-2.20

<sup>22</sup> GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, pp. 2.19-2.20

<sup>23</sup> OBP2000, Capítulo 6, Ecuación 6.4, p 6.13

Los resultados obtenidos indican que la incertidumbre combinada de esta fuente es igual a  $\pm 58.41\%$ , mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones sectoriales es igual a  $\pm 40.29\%$  (ver Tabla N°26).

**Tabla N° 26. Estimación de incertidumbre - Subcategoría Producción de Cemento**  
**INCERTIDUMBRE POR FUENTE A PARTIR DEL ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE DEL SECTOR**

A		B	E	F	G	M
Código de sector y categorías de fuentes (GL2006)	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones sectoriales totales
			Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{E^2 + F^2}$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %

2	Procesos Industriales y uso de productos					
---	--	--	--	--	--	--

2A	Industria de los minerales						
	2A1	Producción de Cemento	CO <sub>2</sub>	1.50%	58.39%	$\pm 58.41\%$	$\pm 40.29\%$

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Para revisar y analizar las fórmulas y los valores por defecto utilizados en la estimación de incertidumbre se recomienda ver las hojas "Incertidumbre – resultados" e "Incertidumbre – valores" en la Planilla de Cálculo del año 2014. Además, en el Anexo 2 se presenta la tabla de estimación de la incertidumbre a nivel de fuentes por categorías.

#### 4.1.1.5 Control de calidad

Se consideraron los procedimientos de control de calidad que se han descrito en la Tabla N° 10 del presente reporte. Además de los procedimientos generales (ver sección 2.4), las GL2006 recomiendan procedimientos específicos. Estos procedimientos y las acciones llevadas a cabo se describen en la Tabla N° 27.

**Tabla N° 27. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Subcategoría Producción de Cemento**

Procedimiento específico	Comentario sobre la aplicación
<p><b>Comparación de las estimaciones de emisiones obtenidas mediante los diferentes métodos</b></p> <p>Se pueden hacer comparaciones entre las emisiones estimadas mediante los diferentes niveles. Por ejemplo, si para recolectar los datos de la actividad se usa un tratamiento «de abajo hacia arriba» (es decir, recopilación de datos específicos de las plantas), los compiladores del inventario deben comparar las estimaciones de emisiones con las estimaciones calculadas a partir de los datos nacionales de producción para el cemento o el clínker (tratamiento «de arriba hacia abajo»). En los casos en los que se utiliza un método híbrido de Nivel 1/2 ó Nivel 2/3 durante un período de transición, se considera una buena práctica estimar las emisiones para todas las instalaciones que utilizan el Nivel más bajo para comparar los resultados del análisis con los resultados obtenidos con el empleo del método híbrido. Los resultados de tales comparaciones deben registrarse con fines de documentación interna, incluidas las explicaciones sobre cualquier discrepancia.</p>	<p>Se compararon las estimaciones realizadas de arriba hacia abajo con el método de nivel 1 asumiendo cemento portland. En ambos casos la tendencia se mantiene creciente en toda la serie (años 2000, 2005, 2010, 2012, 2014).</p>

Procedimiento específico	Comentario sobre la aplicación
<p><b>Revisión de los factores de emisión</b>                      Los compiladores del inventario deben comparar los factores de emisión nacionales agregados con los factores por defecto del IPPC para determinar si el factor nacional es razonable respecto del factor por defecto del IPPC. Las diferencias entre los factores nacionales y los factores por defecto deben explicarse y documentarse, en particular si son representativos de circunstancias diferentes.                      Si se utiliza el método agregado «de arriba hacia abajo», pero se dispone de algunos datos limitados específicos para las plantas, los compiladores del inventario deben comparar los factores al nivel de planta o de instalación con el factor agregado empleado para la estimación nacional. Esto indica si los datos son razonables y representativos.</p>	<p>Se adaptó el factor de emisión por defecto utilizando los datos nacionales de contenido de CaO en el clínker, y el resultado promedio es muy cercano al valor por defecto, se podría validar el factor por defecto ya que las diferencias en el cálculo de emisiones son mínimas.</p>
<p><b>Verificación de los datos de actividad específicos de las instalaciones</b>                      Para los datos específicos de las instalaciones, los compiladores del inventario deben revisar las incoherencias entre las instalaciones para establecer si ello refleja la presencia de errores, de diferentes técnicas de medición, o bien resultan de diferencias reales en las emisiones, en las condiciones operativas o en las tecnologías. Para la producción de cemento, los compiladores del inventario deben comparar los datos de la planta (contenido de CaO del clínker, contenido de clínker en el cemento) con los de otras plantas del país.                      Los compiladores deben garantizar que los factores de emisión y los datos de actividad se determinan de acuerdo con los métodos de medición internacionalmente reconocidos y probados. Si las prácticas de medición no cumplen con este criterio, entonces debe evaluarse cuidadosamente la utilización de estas emisiones o datos de actividad, deben reconsiderarse las estimaciones de incertidumbre y deben documentarse las calificaciones. Si se observa un estándar elevado en las mediciones y la GC/CC se aplica en la mayoría de las instalaciones, se puede revisar hacia abajo la incertidumbre de las estimaciones de emisiones.</p>	<p>Se verificó los datos de actividad en relación a los datos entre plantas y entre años para identificar valores incoherentes. No se evaluaron las condiciones tecnológicas ni operativas de las plantas.</p>
<p><b>Exhaustividad</b>                      También se debe considerar la eventualidad del cómputo doble. Por ejemplo, los compiladores del inventario deben revisar las estadísticas utilizadas para estimar las emisiones de las categorías de fuente «Otros usos de carbonatos en los procesos» para garantizar que las emisiones declaradas en esa categoría de fuente no resulten del uso de esos carbonatos en la producción de cemento. Allí donde los carbonatos se emplean para la producción de cemento, la emisión debe declararse bajo Producción de cemento. Por último, los compiladores del inventario deben incluir en esta categoría de fuente sólo las emisiones relacionadas con el proceso de producción de cemento. Para evitar el cómputo doble, es una <i>buena práctica</i> justificar las emisiones relacionadas con la combustión en el volumen Energía.</p>	<p>La información utilizada (producción de clínker) para estimar las emisiones de producción de cemento no son reportadas en las estadísticas nacionales como producción de cal (otros carbonatos)</p>

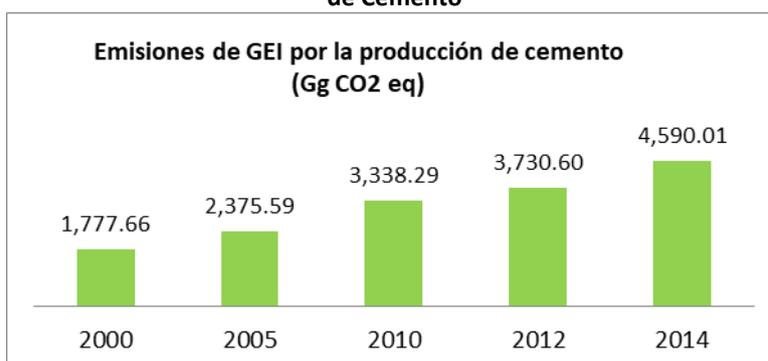
Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, p. 2.21

No se han aplicado procedimientos de gestión de calidad en el presente RAGEI.

#### 4.1.1.6 Análisis de resultados de la subcategoría

Las emisiones estimadas de CO<sub>2</sub> de la producción de cemento alcanzan el valor de 4,590.01 Gg de CO<sub>2</sub> para el año 2014. Se aprecia un incremento del 23.03 % en relación al año 2012 y de 158.20 % en relación al año 2000. En todo el periodo se mantiene una tendencia ascendente con un crecimiento anual promedio de 7 %. La Figura N° 9 presenta los resultados de la estimación para toda la serie de tiempo.

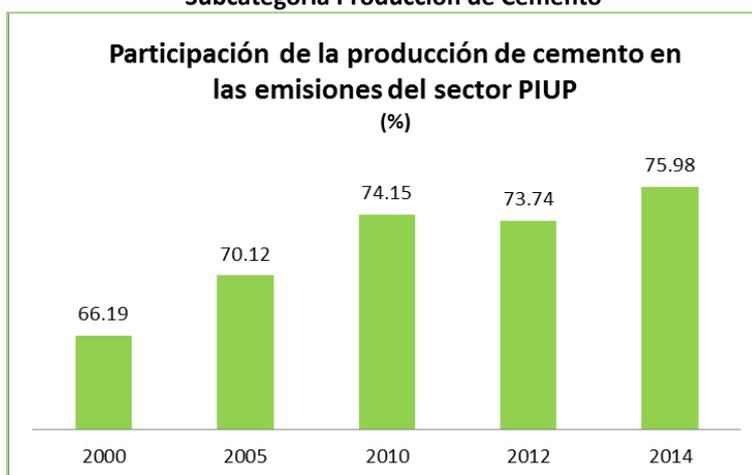
**Figura N° 9. Emisiones de GEI en los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014 - Subcategoría Producción de Cemento**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La subcategoría de producción de cemento es la más importante del sector PIUP siendo la de mayor participación en las emisiones del sector en todos los años evaluados. La participación en las emisiones del sector ascendió de 66.19 % en el año 2000 a 75.98 % en el 2014 (ver Figura N° 10).

**Figura N° 10. Participación en las emisiones del sector PIUP en los años 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 - Subcategoría Producción de Cemento**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La actualización de las estimaciones de la serie de años 2000, 2005, 2010 y 2012 se realizó utilizando el mismo procedimiento descrito anteriormente para el año 2014 y las mismas fuentes de información. Es decir, se utilizaron como datos nacionales el valor de producción de clínker y el valor calculado promedio de óxido de calcio en el clínker. Cuando no se obtuvo información sobre contenido de óxido de calcio para una de las empresas se utilizó el valor promedio calculado con la información reportada para cada año. Asimismo, se utilizó información reportada en el INGEI 2012 para complementar la información e incluir el mayor número de empresas posibles (puesto que una de ellas no actualizó su reporte de información para el RAGEI 2014). La Tabla N°28 describe los valores de los datos nacionales utilizados y sus fuentes de información.

**Tabla N° 28. Datos nacionales de nivel de actividad utilizados en la actualización de la serie temporal - Subcategoría Producción de Cemento**

2012			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de clínker	7,172,261.59	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria. INFOCARBONO. (2015). <i>Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2012</i> . Lima: Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos.
Contenido de CaO promedio del clínker producido	64.98	porcentaje (%)	Dato calculado a partir de información reportada en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria. INFOCARBONO. (2015). <i>Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2012</i> . Lima: Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos.
2010			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de clínker	6,429,136.65	tonelada (t)	Dato calculado a partir de información reportada en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria. INFOCARBONO. (2015). <i>Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2012</i> . Lima: Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos.
Contenido de CaO promedio del clínker producido	64.87	porcentaje (%)	Dato calculado a partir de información reportada en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria. INFOCARBONO. (2015). <i>Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2012</i> . Lima: Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos.
2005			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de clínker	4,586,578.12	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Dato calculado a partir de información reportada en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria. INFOCARBONO. (2015). <i>Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2012</i> . Lima: Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos.

Contenido de CaO promedio del clínker producido	64.71	porcentaje (%)	Datos reportados por las empresas y recopilado en: Dato calculado a partir de información reportada en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria. INFOCARBONO. (2015). <i>Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2012</i> . Lima: Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos.
2000			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de clínker	3,432,125.91	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria. INFOCARBONO. (2015). <i>Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2012</i> . Lima: Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos.
Contenido de CaO promedio del clínker producido	64.71	porcentaje (%)	Dato calculado a partir de información reportada en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria. INFOCARBONO. (2015). <i>Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2012</i> . Lima: Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Para mayor información revisar en el archivo digital del RAGEI la carpeta de “Planillas de Cálculo” y el archivo de fuentes de información del RAGEI denominado “2A1 Cemento”.

#### 4.1.1.7 Sigüientes pasos

Como se mencionó, para el presente RAGEI no se obtuvo respuesta sobre los datos de actividad de una de las empresas identificadas; sin embargo, se utilizó una fuente de información oficial publicada en la internet para el valor de producción de clínker del año 2014, mientras que para el contenido de CaO se asumió el valor promedio calculado a partir de la información de las empresas que sí reportaron. Se espera conseguir información de esta empresa en el próximo inventario y actualizar el promedio nacional de contenido de óxido de calcio para toda la serie de tiempo que, al momento, no considera a dicha empresa.

Está pendiente solicitar a las empresas para el próximo informe RAGEI información sobre el contenido de óxido de magnesio en el clínker pero además sobre su procedencia, diferenciando si es adición o si es producto de la calcinación del material carbonatado en las entradas. Esto permitiría contar con un mayor nivel de desagregación de la información, pero se precisa evaluar la pertinencia de su incorporación en la estimación y realizar la consulta previa con los informantes (las empresas) sobre la disponibilidad y su disposición a proveer esta información.

Asimismo, se debería evaluar la transición a un nivel superior (nivel 3) que requiere mayor información sobre las entradas de carbonatos y la recuperación de material, y del mismo modo que en el caso anterior, se debe realizar consultas a las empresas sobre la posibilidad de reportar mayor información de sus plantas.

Los siguientes pasos deberían incluir también socializar los resultados con las empresas que reportaron sus datos de planta agradeciendo su contribución al cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> de la producción de cemento en un nivel 2. Dado que es la subcategoría de mayor contribución en las emisiones del sector PIUP, sería recomendable establecer un vínculo de colaboración permanente con las empresas y diseñar procedimientos para la recopilación periódica de la información.

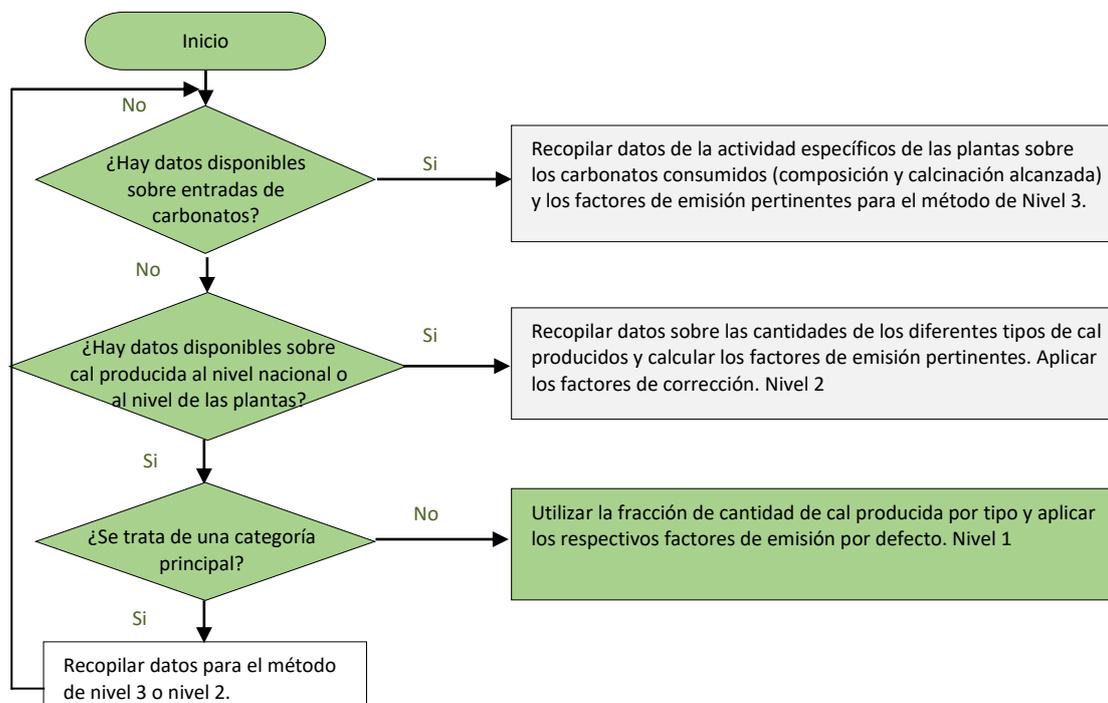
**4.1.2 Subcategoría 2A2: Producción de cal**

La subcategoría 2A2 se define como las emisiones vinculadas a procesos de la producción de diversos tipos de cal (IPCC, 2006)<sup>24</sup>. El presente reporte describe la estimación de las emisiones de dióxido de carbono de esta subcategoría.

**4.1.2.1 Elección del método**

El método de cálculo utilizado es del nivel 1 y fue elegido en función a la disponibilidad de información tal como se describe en la Figura N°11.

**Figura N° 11. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO2 - Subcategoría Producción de Cal**



Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, p. 2.23

A nivel nacional no existen datos disponibles sobre entradas de carbonatos ni datos disponibles sobre cal producida al nivel nacional o al nivel de las plantas que permitan determinar de forma confiable las cantidades de los diferentes tipos de cal producidos y calcular los factores de emisión pertinentes. Considerando que no es una categoría principal, la aplicación del árbol de decisiones recomienda utilizar para el presente RAGEI, la fracción de cantidad de cal producida por tipo y los respectivos factores de emisión por defecto que equivale a un método Nivel 1 que se describe en la Tabla N° 29.

<sup>24</sup> GL2006, Vol. 1, Capítulo 8, Cuadro 8.2

**Tabla N° 29. Nivel metodológico aplicado para las emisiones de CO<sub>2</sub> - Subcategoría Producción de Cal**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Tier/nivel
2A2	Producción de cal	Producción de cal por tipo de cal (cal con fuerte proporción de calcio, cal de dolomita), toneladas	Producción de cal	1

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La Ecuación N° 5 describe la estimación realizada de las emisiones de dióxido de carbono en el nivel 1, que implica la multiplicación de un factor de emisión por defecto a los datos nacionales de producción de cal. Aunque es preferible tener información por tipo de cal, esto no es necesario para aplicar el nivel 1. Tampoco es necesario reportar y contabilizar la *Lime Kiln Dust* (LKD).

**Ecuación N° 5. Emisiones de CO<sub>2</sub>, Nivel 1 - Subcategoría Producción de Cal**

$$\text{Emisiones de CO}_2 = \text{EF}_{\text{cal}} \times \text{M}_{\text{cal}}$$

Donde:

Emisiones de CO<sub>2</sub> = emisiones de CO<sub>2</sub> proveniente de la producción de cal, toneladas

M<sub>cal</sub> = peso (masa) de cal producida, toneladas

EF<sub>cal</sub> = factor de emisión para la cal, toneladas de CO<sub>2</sub>/toneladas de cal

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, p. 2.24

#### 4.1.2.2 Descripción del nivel de actividad

El nivel de actividad ha sido determinado a partir de las estadísticas nacionales. La Tabla N° 30 describe la información utilizada.

**Tabla N° 30. Descripción del nivel de actividad utilizado y los datos nacionales utilizados en la estimación del año 2014 - Subcategoría Producción de Cal**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
2A2	Producción de cal	Producción de cal, toneladas	Producción de cal	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015</i> . Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf">http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf</a>	En un nivel 1, se puede utilizar el valor de producción de cal sin diferenciar por tipos. Este valor se multiplica con el factor de emisión por defecto, el cual debe elegirse en función a valores por defecto de una proporción de tipos de cal y la pureza de la cal. La cal es un insumo fiscalizado, por lo tanto, otra fuente de información probable para considerar a futuro es la SUNAT.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

El dato nacional utilizado es la producción de cal, las emisiones son calculadas con la Ecuación N° 5 el valor del dato nacional para el año 2014 se describe en la Tabla N° 31. La fuente de información corresponde a estadísticas nacionales registradas por el Ministerio de la Producción que presenta en la relación de productos principales en sus anuarios estadísticos. Se utilizó esta fuente por ser oficial y ser la más actual.

Las estadísticas nacionales que reporta el Ministerio de la Producción se presentan como una relación de productos principales (en la que se incluye a la producción de cal). Los valores consignados corresponden a las líneas de productos que las principales empresas manufactureras reportan en la encuesta de Estadística Industrial Mensual y que representan en promedio el 80 % del Valor Bruto de Producción de 93 clases industriales<sup>25</sup>. La muestra de establecimientos fue definida por PRODUCE en el año 2007 y no ha sufrido modificaciones. Estas estadísticas nacionales son publicadas en los anuarios estadísticos de PRODUCE y se registran también en las series nacionales del INEI. La encuesta de Estadística Industrial Mensual es ejecutada por la Oficina de Estudios Económicos (OEE) de la Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos (OGEIEE) Del PRODUCE.

De acuerdo al IPCC en las GL2006, es típico que la producción declarada dé cuenta sólo de una parte de la producción real, pues las estadísticas sobre la producción de cal pueden considerar sólo los productos vendidos en el mercado (formales). Asimismo, es posible que ni el uso ni la producción de cal como producto intermedio no comercial son debidamente contabilizados ni declarados.

**Tabla N° 31. Valor de los datos nacionales utilizados para el año 2014 - Subcategoría Producción de Cal**

Dato Nacional	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de cal	520,931.05	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015</i> . Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf">http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf</a>

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

#### 4.1.2.3 Factores de emisión y conversión

El factor de emisión utilizado fue calculado de acuerdo a la Ecuación N° 6 utilizando los valores medios de los factores por defecto que señalan las GL2006 para la cal con fuerte proporción de calcio y para la cal de dolomita. Como resultado se obtuvo un valor para EF<sub>cal</sub> de 0.753 toneladas de CO<sub>2</sub>/toneladas de cal (ver también Tabla N° 33).

#### Ecuación N° 6. Factor de emisión de CO<sub>2</sub>, Nivel 1 - Subcategoría Producción de Cal

NIVEL 1: FACTOR DE EMISIÓN POR DEFECTO PARA LA PRODUCCIÓN DE CAL

$$EF_{cal} = 0.85 \times EF_{cal \text{ con fuerte proporción de calcio}} + 0.15 \times EF_{cal \text{ de dolomita}}$$

Donde:

- EF<sub>cal</sub> = factor de emisión para la cal, toneladas de CO<sub>2</sub>/toneladas de cal
- EF<sub>cal con fuerte proporción de calcio</sub> = Factor de emisión por defecto para cal con fuerte proporción de calcio, toneladas de CO<sub>2</sub>/toneladas de cal
- EF<sub>cal de dolomita</sub> = Factor de emisión por defecto para cal de dolomita, toneladas de CO<sub>2</sub>/toneladas de cal

Fuente: Adaptado de GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, p. 2.25, Ecuación 2.8

<sup>25</sup> Esta información fue brindada por los representantes de la Dirección de Estudios Económicos de MYPE e Industria (DEMI) de la Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial (DIGECOMTE).

La Tabla N° 32 y la Tabla N° 33 describen la información del factor de emisión utilizado. Su determinación se describe la Ecuación N° 6.

**Tabla N° 32. Factores de emisión utilizados - Subcategoría Producción de Cal**

Fuente de emisión / captura	Factor de emisión	calculado (C)/ por defecto (D)	Dato Nacional	TIER / Nivel	Fuente de información
Producción de cal	Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la producción de cal (toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de cal producida)	D		1	The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>
	Proporción de la producción de la cal con fuerte contenido de calcio y la cal de dolomita (%/%)	D			The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

**Tabla N° 33. Valores de los factores de emisión y de conversión utilizados - Subcategoría Producción de Cal**

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la producción de cal	0.753	toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de cal producida	Calculado en base a los valores por defecto para una cal (85 % con fuerte proporción de calcio y 15 % de dolomita), eligiendo el valor más bajo para la cal de dolomita. Fuente: GL2006, Vol. 3, pp. 2.25 y 2.26
Proporción de la producción de la cal con fuerte contenido de calcio y la cal de dolomita	85 / 15	% cal con fuerte contenido de calcio / % cal de dolomita	Al desconocerse los tipos de cal y su composición, se considera esta proporción por defecto para elegir el factor de emisión. Fuente: GL2006, Volumen 3, p. 2.25

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

#### 4.1.2.4 Análisis de incertidumbre

Para determinar la incertidumbre de esta subcategoría se han utilizado los valores por defecto recomendados por GL2006<sup>26</sup>. Cuando las directrices señalaban varios valores para considerar en la incertidumbre (en función a las hipótesis asumidas para el factor de emisión o el dato de actividad), se aplicó la regla B de combinación que describen las OBP2000<sup>27</sup> (ver Ecuación N° 1). Por otro lado, se optó por los valores medios cuando las directrices indicaban rangos.

Al factor de emisión por defecto utilizado en la estimación se le atribuye una incertidumbre de  $\pm 2\%$ <sup>28</sup> asociada al uso del factor de emisión para cal con fuerte proporción de calcio, para cal de dolomita o para otros tipos de cal (ver Tabla N° 44). En este caso, dado que los valores son iguales y se aplican de manera excluyente al nivel de actividad no se realiza una combinación, y se utiliza el promedio.

**Tabla N° 34. Hipótesis y valores de incertidumbre por defecto para el Factor de Emisión - Subcategoría Producción de Cal**

Incertidumbre	Descripción	Nivel
2 %	Factor de emisión para otros tipos de cal	1, 2
2 %	Factor de emisión de la cal con fuerte proporción de calcio	1, 2
2 %	Factor de emisión de la cal de dolomita	1, 2

Fuente: Elaboración propia en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, p. 2.29

La incertidumbre asociada al dato de actividad se obtuvo de la combinación de las incertidumbres de Nivel 1 de suponer un contenido promedio de CaO en la cal y de la corrección para la cal hidratada. Esta combinación da como resultado una incertidumbre de  $\pm 7.81\%$  para el dato de actividad. La Tabla 34 describe los valores por defecto de incertidumbre asociados a dichas hipótesis.

**Tabla N° 35. Hipótesis y valores de incertidumbre por defecto para el Dato de Actividad - Subcategoría Producción de Cal**

Incertidumbre	Descripción	Nivel
4-8%	Incertidumbre al suponer un contenido promedio de CaO en la cal	1, 2
5%	Corrección para la cal hidratada	1, 2

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, Cuadro 2.4, p. 2.29

Los resultados obtenidos indican que la incertidumbre combinada de esta fuente es igual a  $\pm 8.06\%$ , mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones sectoriales es igual a  $\pm 1.67\%$  (ver Tabla N°36). Cabe indicar que, si se conocieran las tecnologías, se podría esperar una reducción de la incertidumbre a través de una evaluación experta.

<sup>26</sup> GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, p. 2.29

<sup>27</sup> OBP2000, Capítulo 6, Ecuación 6.4, p 6.13

<sup>28</sup> GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, p. 2.29

Tabla N° 36. Estimación de incertidumbre - Subcategoría Producción de Cal

INCERTIDUMBRE POR FUENTE A PARTIR DEL ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE DEL SECTOR								
A		B	E	F	G	M		
Código de sector y categorías de fuentes (GL2006)	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones sectoriales totales		
			Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{E^2 + F^2}$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %		
2	Procesos Industriales y uso de productos							
2ª	Industria de los minerales							
	2A2	Producción de Cal	CO <sub>2</sub>	7.95%	2.00%	8.06%	1.67%	

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Para revisar y analizar las fórmulas y los valores por defecto utilizados en la estimación de incertidumbre se recomienda ver las hojas “Incertidumbre – resultados” e “Incertidumbre – valores” en la Planilla de Cálculo del año 2014. Además, en el Anexo 2 se presenta la tabla de estimación de la incertidumbre a nivel de fuentes por categorías.

#### 4.1.2.5 Control de calidad

Se consideraron los procedimientos de control de calidad que se han descrito en la Tabla N° 10 del presente reporte. Además de los procedimientos generales (ver sección 2.4), las GL2006 recomiendan procedimientos específicos. Estos procedimientos y las acciones llevadas a cabo se describen en la Tabla N°37.

**Tabla N° 37. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Subcategoría Producción de Cal**

Procedimiento específico	Comentario sobre la aplicación
<p><b>Comparación de las estimaciones de emisiones obtenidas mediante los diferentes métodos</b></p> <p>Se pueden hacer comparaciones entre las emisiones estimadas según el método de Nivel 2, basado en la producción de cal, y el método de Nivel 3, basado en las entradas de carbonatos. De manera similar, si para estimar las emisiones se usa el método «de abajo hacia arriba» (es decir, recolección de datos específicos para las plantas), los compiladores del inventario deben comparar las estimaciones de emisiones con las estimaciones calculadas mediante datos nacionales o específicos de la planta para la producción de cal (tratamiento «de arriba hacia abajo»). En los casos en los que se utiliza un método híbrido de Nivel 1/2 ó Nivel 2/3 durante un período de transición, se considera como una buena práctica estimar las emisiones para todas las instalaciones que utilizan el Nivel más bajo para comparar los resultados del análisis con los resultados derivados del empleo del método híbrido. Los resultados de tales comparaciones deben registrarse con fines de documentación interna, incluidas las explicaciones sobre cualquier discrepancia.</p>	<p>No se aplicó el procedimiento dado que solo se cuenta con información de estadísticas nacionales y no se realizó recopilación de información a nivel de plantas que permita estimar con métodos superiores al nivel 1 aplicado.</p>
<p><b>Verificación de los datos de actividad específicos de las instalaciones</b></p> <p>Los compiladores del inventario deben confirmar las definiciones correctas de los diferentes tipos de cal producidos en el país. Los compiladores del inventario deben también considerar cuidadosamente las industrias que puedan producir cal no comercial, de modo que garanticen que estos datos han sido incluidos en los datos de actividad para el inventario.</p>	<p>No se obtuvo información de tipos de cal ni de producción de cal no comercial. Sin embargo, se investigó sobre otras posibles fuentes de información como los registros de insumos químicos fiscalizados (SUNAT). Esta fuente puede ser usada a futuro como mejora, pero al momento solo se disponen de datos desde el año 2014.</p>

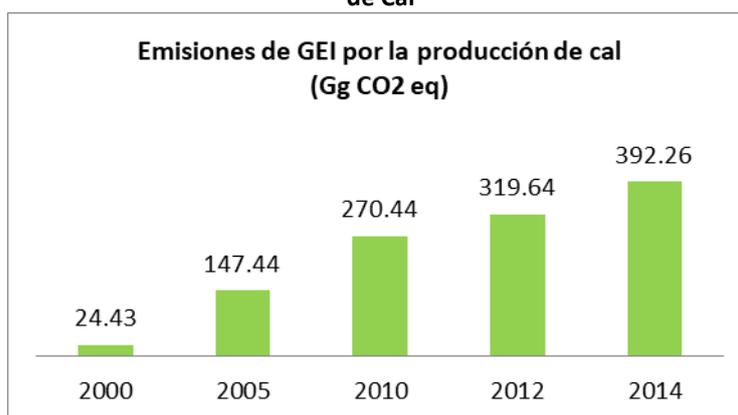
Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, p. 2.30

No se han aplicado procedimientos de gestión de calidad en el presente RAGEI.

#### 4.1.2.6 Análisis de resultados de la subcategoría

Las emisiones estimadas de CO<sub>2</sub> de la producción de cal alcanzan el valor de 392.26 Gg de CO<sub>2</sub> eq para el año 2014. Se aprecia un incremento del 23 % en relación al año 2012 y de 1505 % en relación al año 2000. En todo el periodo se mantiene una tendencia ascendente con un crecimiento anual promedio de 22 %. La Figura N°12 presenta los resultados de la estimación para toda la serie de tiempo.

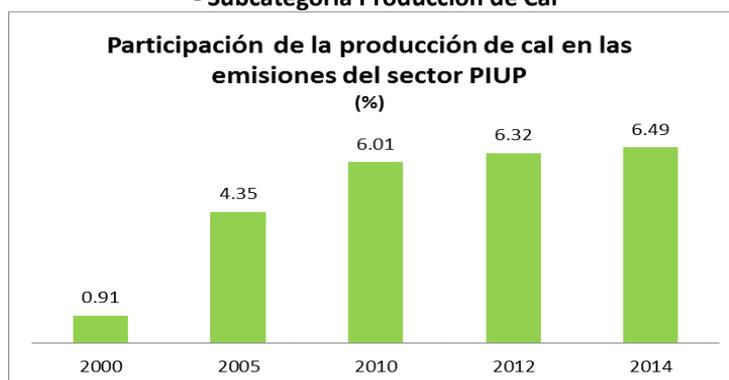
**Figura N° 12. Emisiones de GEI en los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014 - Subcategoría Producción de Cal**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La subcategoría de producción de cal es la tercera con mayor participación en las emisiones del sector PIUP del año 2014. Además, al igual que sus emisiones, su participación ha ascendido de 0.91 % en el año 2000 a 6.49 % en el año 2014 (ver Figura N° 13).

**Figura N° 13. Participación en las emisiones del sector PIUP en los años 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 - Subcategoría Producción de Cal**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Para las estimaciones de la serie de años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014 se utilizaron dos fuentes de información diferentes pero que provienen ambas del sector de la producción que antes correspondía al Ministerio de Industria, Comercio Interior, Turismo e Integración y que ahora corresponde al Ministerio de la Producción. La Tabla N° 38 presenta los valores de los datos nacionales utilizados y sus fuentes de información.

Para los años 2005 y 2010 no se obtuvieron datos nacionales reportados, pero se aplicó el método de interpolación usando las series de datos de las fuentes mencionadas. Aunque en el INGEI previo se utilizó una fuente de información adicional, no se halló el medio de verificación y además el informante era al Ministerio de Energía y Minas, por lo que se optó por utilizar las dos fuentes mencionadas que provienen del mismo sector, que son verificables y se encuentran publicadas en la internet.

**Tabla N° 38. Datos nacionales de nivel de actividad utilizados en la actualización de la serie temporal - Subcategoría Producción de Cal**

2012			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de cal	424,495.27	tonelada (t)	Dato reportado en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015</i> . Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf">http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf</a>
2010			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de cal	359,154.39	tonelada (t)	Dato obtenido por interpolación de serie de datos de: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015</i> . Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf">http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf</a> Ministerio de Industria, Comercio Interior, Turismo e Integración. (s.f.). <i>Perfil manufacturero - Cemento, Cal y Yeso (CIU 2694, 3ra. revisión)</i> . Oficina de Estadística - OGIER. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/2/jer/SECTPERFMAN/2694.pdf">http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/2/jer/SECTPERFMAN/2694.pdf</a>
2005			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de cal	195,802.20	tonelada (t)	Dato obtenido por interpolación de serie de datos de: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015</i> . Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf">http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf</a> Ministerio de Industria, Comercio Interior, Turismo e Integración. (s.f.). <i>Perfil manufacturero - Cemento, Cal y Yeso (CIU 2694, 3ra. revisión)</i> . Oficina de Estadística - OGIER. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/2/jer/SECTPERFMAN/2694.pdf">http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/2/jer/SECTPERFMAN/2694.pdf</a>
2000			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de cal	32,450.00	tonelada (t)	Dato reportado en: Ministerio de Industria, Comercio Interior, Turismo e Integración. (s.f.). <i>Perfil manufacturero - Cemento, Cal y Yeso (CIU 2694, 3ra. revisión)</i> . Oficina de Estadística - OGIER. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/2/jer/SECTPERFMAN/2694.pdf">http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/2/jer/SECTPERFMAN/2694.pdf</a>

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Para mayor información revisar en el archivo digital del RAGEI la carpeta de “Planillas de Cálculo” y el archivo de fuentes de información del RAGEI denominado “2A2 Cal”.

#### 4.1.2.7 Sigüientes pasos

Los sigüientes pasos incluyen revisar la base de datos de los productores de cal para identificar a los principales que pueden representar esta actividad y evaluar la posibilidad de solicitar información de sus plantas si se cuenta con los recursos para la recopilación, dado que se sabe que los productores de cal son numerosos en cantidad. Para realizar esta identificación se puede utilizar la información de los Directorios de empresas de la SUNAT (Registro Único de Contribuyentes).

Asimismo, se debe revisar otras posibles fuentes de información para completar los vacíos de datos, entre ellos los registros de insumos químicos y bienes fiscalizados que incluyen al óxido de calcio como insumo fiscalizado, los cuales desde el año 2014 están a cargo de la SUNAT (INIQBF) y que previamente fueron administrados por la Dirección General de Política y Regulación (DGPR) del PRODUCE.

#### 4.1.3 Subcategoría 2A3: Producción de vidrio

Es la subcategoría 2A3 que se define como las emisiones vinculadas a procesos de la producción de diversos tipos de vidrio (IPCC, 2006)<sup>29</sup>. Estas emisiones corresponden a dióxido de carbono y se estiman en el presente reporte con un nivel metodológico 2.

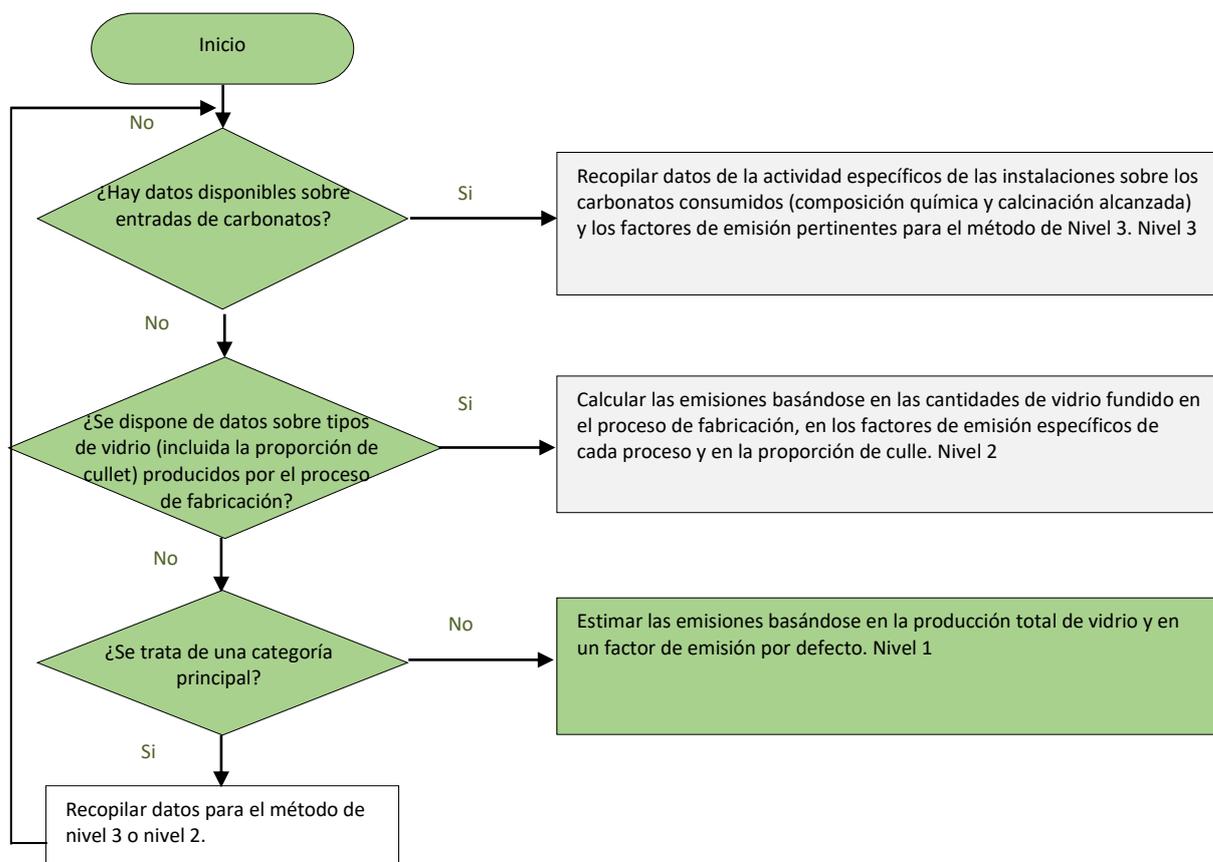
##### 4.1.3.1 Elección del método

El método de cálculo utilizado es del nivel 1 y fue elegido en función a la disponibilidad de información tal como se describe en la Figura N° 14.

---

<sup>29</sup> GL2006, Vol. 1, Capítulo 8, Cuadro 8.2

Figura N° 14. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> - Subcategoría Producción de Vidrio



Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, p. 2.33

A nivel nacional no existen datos disponibles sobre entradas de carbonatos utilizados en la producción de vidrio ni tampoco datos de producción de vidrio por tipos. Considerando que no es una categoría principal, la aplicación del árbol de decisiones recomienda utilizar para el presente RAGEI, datos de producción total de vidrio aplicando un factor por defecto, lo que corresponde a un nivel 1 de cálculo (ver Tabla N° 39).

Tabla N° 39. Nivel metodológico aplicado para las emisiones de CO<sub>2</sub> - Subcategoría Producción de Vidrio

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Tier/nivel
2A3	Producción de vidrio	Masa del vidrio producido, toneladas	Producción de vidrio fundido	1
		Proporción de <i>cullet</i> (vidrio reciclado) para el proceso, fracción	Proporción de <i>cullet</i> (vidrio reciclado) para el proceso	

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La Ecuación N° 7 describe la estimación realizada de las emisiones de dióxido de carbono en el nivel 1.

**Ecuación N° 7. Emisiones de CO<sub>2</sub>, Nivel 1 - Subcategoría Producción de Vidrio**

NIVEL 1: EMISIONES BASADAS EN LA PRODUCCIÓN DE VIDRIO  
 Emisiones de CO<sub>2</sub> = M<sub>g</sub> x EF<sub>g</sub> x (1 - CR)

Donde:

Emisiones de CO<sub>2</sub> = emisiones de CO<sub>2</sub> proveniente de la producción de vidrio, toneladas

M<sub>g</sub> = masa del vidrio producido, toneladas

EF<sub>g</sub> = factor de emisión por defecto para la fabricación del vidrio, toneladas de CO<sub>2</sub>/toneladas de vidrio

CR = proporción de *cullet* para el proceso (promedio nacional o valor por defecto), porcentaje

**Fuente: Adaptado de GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, p. 2.32. Ecuación 2.10**

**4.1.3.2 Descripción del nivel de actividad**

El nivel de actividad ha sido obtenido a partir de datos nacionales brindados por las empresas que fueron recopilados en el marco del RAGEI<sup>30</sup>. La Tabla N° 40 describe la información utilizada.

**Tabla N° 40. Descripción del nivel de actividad utilizado y los datos nacionales utilizados en la estimación del año 2014 - Subcategoría Producción de Vidrio**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
2A3	Producción de vidrio	Masa del vidrio producido, toneladas	Producción de vidrio fundido	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.	En un nivel 1, dado que se debe saber la masa de vidrio primario producido, y no se obtuvo de estadísticas nacionales se recurrió a la consulta a las empresas. A su producción de vidrio se le descontó el vidrio reciclado. Este valor obtenido fue multiplicado por el factor de emisión por defecto que se deriva de una composición de mezcla típica de materia prima.
		Proporción de <i>cullet</i> (vidrio)	Proporción de <i>cullet</i> (vidrio)	fracción	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información</i>	

<sup>30</sup> El reporte de las empresas se mantiene en confidencialidad y por tal motivo en este documento no se mencionan los nombres de las empresas ni los datos reportados. Sin embargo, los medios de verificación están archivados en la fuente citada como: *Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014* (Ministerio de la Producción, 2017).

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
		reciclado) para el proceso, fracción	reciclado) para el proceso		sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014. Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.	

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

En las estadísticas nacionales se cuenta con información sobre fabricación de productos de vidrio, sin embargo, no se encuentra en unidades de masa ni tampoco está indicada la cantidad de productos que provienen de una producción primaria. Sin información de masa, para el RAGEI se decidió identificar a las principales empresas productoras de vidrio a partir de la revisión del directorio de empresas registradas en actividad de la SUNAT<sup>31</sup>, y realizar la solicitud de información a nivel de plantas<sup>32</sup>.

En el Perú, existen numerosas empresas dedicadas a la producción de productos de vidrio, sin embargo, no todas ellas realizan fundición de vidrio de manera primaria. Asimismo, a la cantidad de producción de vidrio fundido se le debe descontar la cantidad que corresponde a vidrio reciclado (denominado proporción de *cullet*), dado que este no genera emisiones.

En tal sentido, se logró obtener información sobre su producción de vidrio fundido y la fracción de vidrio reciclado para los últimos años de algunas empresas, pero no de todas. Se calcula que las empresas consideradas para la estimación en el RAGEI, representan más del 62 % de las ventas del año 2015 que registra la SUNAT, de la fabricación de vidrio y productos de vidrio (CIU 2610 de la tercera revisión)<sup>33</sup>. Sin embargo, estas empresas representarían un porcentaje mayor si se consideraran solo aquellas que realizan vidrio de manera primaria. Cabe indicar, que la estimación de emisiones de GEI de esta subcategoría se aborda por primera vez en el RAGEI, este año. Las emisiones del año 2014 son calculadas con los valores de los datos nacionales que se describen en la Tabla N° 41 aplicando la Ecuación N° 7.

<sup>31</sup> La fuente es: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2015). Directorio de empresas 2015 de la SUNAT (Registro Único de Contribuyentes). Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria.

<sup>32</sup> Se identificaron las empresas del CIU 2610 de la tercera revisión (correspondiente a la fabricación de vidrio y productos de vidrio) que participaron en el año 2015 de manera agregada con más del 85 % de las ventas. El documento de verificación de este análisis es: Ministerio de la Producción. (2016). *Identificación de empresas con mayores ventas en el año 2015 en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos*. Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales del Viceministerio de MYPE e Industria.

<sup>33</sup> La fuente es: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2015). Directorio de empresas 2015 de la SUNAT (Registro Único de Contribuyentes). Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria

Aunque, el IPCC indica que la producción de vidrio puede tipificarse en recipientes, vidrios planos (ventanas), fibras de vidrio y vidrios especiales, incluyendo lana de vidrio; en las estadísticas nacionales actuales solo se dispone de información de producción de envases de vidrio. Tampoco se cuenta con información sobre la carbonización de un hidróxido que no produce emisiones netas de CO<sub>2</sub>.

El rango de fracción de *cullet* utilizado para las estimaciones varía dependiendo del año evaluado entre 0.35 y 0.39 lo cual es cercano a lo que indica el IPCC para los países en desarrollo (de 0.4 a 0.6) donde la recuperación de objetos de vidrio está menos difundida.

Asimismo, el IPCC recomienda desplegar esfuerzos para garantizar una cobertura completa de la industria ya que puede haber un cierto número de instalaciones más pequeñas (p. ej., de vidrio artesanal o de especialidad), que no son tomadas en cuenta en las estadísticas nacionales.

**Tabla N° 41. Valores de los datos nacionales utilizados para el año 2014 - Subcategoría Producción de Vidrio**

Dato Nacional	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de vidrio fundido	271,183.00	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Proporción de <i>cullet</i> (vidrio reciclado) para el proceso	0.39	fracción	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

#### 4.1.3.3 Factores de emisión y conversión

Para la estimación, se utilizó el factor de emisión por defecto que se describe en la Ecuación N° 8, el cual asume una composición típica de la arena mezcla utilizada para la producción de vidrio tal como se indica en la

Tabla N° 43.

**Ecuación N° 8. Factor de emisión de CO<sub>2</sub>, Nivel 1 - Subcategoría Producción de Vidrio**

<p>NIVEL 1: FACTOR DE EMISIÓN POR DEFECTO PARA LA PRODUCCIÓN DE VIDRIO</p> $EF_g = 0.167 \div 0.84 = 0.20 \text{ toneladas de CO}_2/\text{toneladas de vidrio}$
<p>Donde:</p> <p>EF<sub>g</sub> = factor de emisión por defecto para la producción de vidrio, toneladas de CO<sub>2</sub>/toneladas de vidrio</p>

Fuente: Adaptado de GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, p. 2.33. Ecuación 2.13

La Tabla N° 42 y la Tabla N°43 describen la información del factor de emisión por defecto utilizado. El factor de conversión correspondiente a proporción de *cullet* (vidrio reciclado) utilizado como materia prima (%), puede también ser un valor por defecto, pero para el año 2014<sup>34</sup> se calculó a partir de los datos nacionales de actividad.

**Tabla N° 42. Factores de emisión utilizados - Subcategoría Producción de Vidrio**

Fuente de emisión / captura	Factor de emisión	calculado (C)/ por defecto (D)	Dato Nacional	TIER / Nivel	Fuente de información
Producción de vidrio	Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la producción de vidrio (toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de vidrio producido)	D		1	The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>
	Composición de mezcla típica de materias primas: feldespatos, dolomita, piedra caliza y ceniza de sosa (%)	D			The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>
	Proporción calculada de <i>cullet</i> (vidrio reciclado) utilizado como materia prima (fracción)	C	Proporción de <i>cullet</i> promedio (vidrio reciclado) como materia prima		Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

<sup>34</sup> También se pudo calcular para el año 2012, sin embargo, para los años previos de la serie (2000, 2005, 2010), la información fue insuficiente y se estableció como valor constante para la conversión una proporción de *cullet* de 36.08 % (promedio de reportes del 2012 y 2014) en lugar de asumir el valor por defecto de 50 %.

**Tabla N° 43. Valores de los factores de emisión y de conversión utilizados - Subcategoría Producción de Vidrio**

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la producción de vidrio	0.20	toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de vidrio producido	Factor por defecto utilizado en el nivel 1, cuando se desconoce la composición de la materia prima y se asume una composición mezcla típica por defecto. Fuente: GL2006, Vol. 3, p. 2.35
Composición de mezcla típica de materias primas: feldespato, dolomita, piedra caliza y ceniza de sosa	56% Arena 5% Feldespato 10% Dolomita 9% Piedra caliza 20% ceniza de sosa (carbonato de sodio)	porcentaje (%)	Composición de mezcla típica asumida para el factor por defecto usado. Fuente: GL2006, Vol. 3, p. 2.33

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

#### 4.1.3.4 Análisis de incertidumbre

Para determinar la incertidumbre de esta subcategoría se han utilizado los valores por defecto recomendados por GL2006<sup>35</sup>. Cuando las directrices señalaban varios valores para considerar en la incertidumbre (en función a las hipótesis asumidas para el factor de emisión o el dato de actividad), se aplicó la regla B de combinación que describen las OBP200036 (ver Ecuación N° 1). Por otro lado, se optó por los valores medios cuando las directrices indicaban rangos.

Al factor de emisión por defecto utilizado en la estimación se le atribuye la incertidumbre asociada al uso del factor de emisión y de la proporción de *cullet* del Nivel 1 de  $\pm 60\%$  (ver Tabla N° 44).

**Tabla N° 44. Hipótesis y valores de incertidumbre por defecto para el Factor de Emisión - Subcategoría Producción de Vidrio**

Incertidumbre ( $\pm$ )	Descripción	Nivel
60 %	Factor de emisión y de la proporción de <i>cullet</i>	1

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006. Vol. 3, pp. 2.35 y 2.36

Las GL2006 señalan que los datos sobre producción de vidrio se miden generalmente con una buena exactitud e indica que la incertidumbre por defecto asociada es igual a  $\pm 5\%$  (ver Tabla N° 45)

**Tabla N° 45. Hipótesis y valores de incertidumbre por defecto para el Dato de Actividad - Subcategoría Producción de Vidrio**

Incertidumbre ( $\pm$ )	Descripción	Nivel
5 %	Datos de producción de vidrio	1

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006. Vol. 3, pp. 2.35 y 2.36

<sup>35</sup> GL2006. Vol. 3, pp. 2.35 y 2.36

<sup>36</sup> OBP2000, Capítulo 6, Ecuación 6.4, p 6.13

Los resultados obtenidos indican que la incertidumbre combinada de esta fuente es igual a  $\pm 60.21\%$ , mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones sectoriales es igual a  $\pm 41.02\%$  (ver Tabla N° 46). Si se conocieran las tecnologías, se podría esperar una reducción de la incertidumbre a través de una evaluación experta.

**Tabla N° 46. Estimación de incertidumbre - Subcategoría Producción de Vidrio**  
**INCERTIDUMBRE POR FUENTE A PARTIR DEL ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE DEL SECTOR**

A		B	E	F	G	M
Código de sector y categorías de fuentes (GL2006)	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones sectoriales totales
			Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{E^2 + F^2}$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %

2	Procesos Industriales y uso de productos					
---	--	--	--	--	--	--

2A	Industria de los minerales					
2A3	Producción de Vidrio	CO <sub>2</sub>	5.00%	60.00%	$\pm 60.21\%$	$\pm 41.02\%$

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Para revisar y analizar las fórmulas y los valores por defecto utilizados en la estimación de incertidumbre se recomienda ver las hojas "Incertidumbre – resultados" e "Incertidumbre – valores" en la Planilla de Cálculo del año 2014. Además, en el Anexo 2 se presenta la tabla de estimación de la incertidumbre a nivel de fuentes por categorías.

#### 4.1.3.5 Control de calidad

Se consideraron los procedimientos de control de calidad que se han descrito en la Tabla N° 10 del presente reporte. Además de los procedimientos generales (ver sección 2.4), las GL2006 recomiendan procedimientos específicos. Además de los procedimientos generales, las GL2006 recomiendan procedimientos específicos. Estos procedimientos y las acciones llevadas a cabo se describen en la Tabla N°47.

**Tabla N° 47. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Subcategoría Producción de Vidrio**

Procedimiento específico	Comentario sobre la aplicación
Si se estiman las emisiones empleando el método de Nivel 3, los resultados pueden compararse con los resultados del método de Nivel 2 para ver si poseen un orden de magnitud similar. Análogamente, si se han estimado las emisiones a partir de datos «de arriba hacia abajo» mediante el método de Nivel 2, pueden compararse estos resultados con los del método más riguroso de Nivel 3 en una pequeña cantidad de instalaciones para ver si los valores por defecto utilizados en el Nivel 2 reflejan las circunstancias nacionales. El método de Nivel 2 descansa en la estimación de emisiones basada en los diferentes tipos de vidrio producidos. Estas estimaciones pueden compararse con los resultados de una auditoría de los diversos proveedores de materias primas para la industria del vidrio. Por ejemplo, pueden compararse las estimaciones nacionales con las estimaciones sobre la cantidad de piedra caliza, de ceniza de sosa y de otros carbonatos que se venden a las industrias de vidrio. Tales datos comerciales pueden obtenerse de cada proveedor o de las asociaciones comerciales.	No se aplica el procedimiento para el nivel de cálculo 1 utilizado.
Una de las fuentes mayores de incertidumbre en la estimación de emisiones (Nivel 1 y Nivel 2) para la producción de vidrio es la proporción de cullet. La cantidad de vidrio reciclado utilizado puede variar en las distintas instalaciones de un país y en la misma instalación a través del tiempo. El tema de la proporción de cullet se perfila como un buen candidato para una investigación más profunda.	Se calculó una proporción promedio de cullet a partir de los datos provistos por las empresas. Se decidió utilizar este valor promedio en lugar del valor por defecto del 50 % que se considera es muy alto para la realidad del país y se cuenta con información representativa del sector.

**Fuente:** Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, p. 2.36

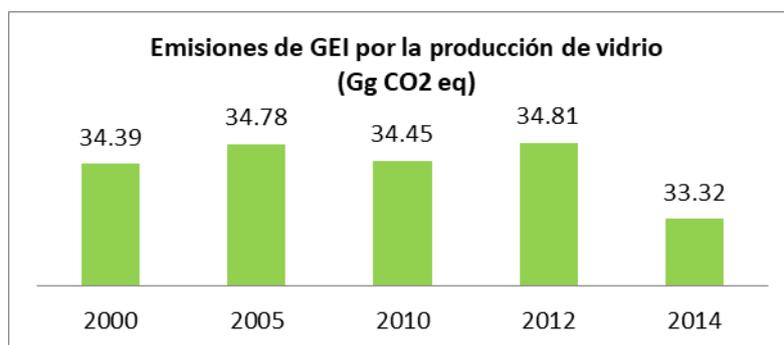
No se han aplicado procedimientos de gestión de calidad en el presente RAGEI.

#### 4.1.3.6 Análisis de resultados de la subcategoría

Las emisiones estimadas de CO<sub>2</sub> de la producción de vidrio en el año 2014 alcanzaron el valor de 33.32 Gg de CO<sub>2</sub> eq. Se aprecia una disminución del 4 % en relación al año 2012 y de 3 % en relación al año 2000. En los años evaluados las emisiones estimadas varían en el rango de 33.32 Gg de CO<sub>2</sub> eq del año 2014 y 34.81 Gg de CO<sub>2</sub> eq en el año 2012 (valor más alto de la serie). Sin embargo, cabe indicar que fue necesario asumir una fracción de *cullet* constante para completar las estimaciones de la serie<sup>37</sup> y que es probable que esta fracción no refleje el comportamiento real de las emisiones en el tiempo. La Figura N° 15 presenta los resultados de la estimación para los años evaluados.

<sup>37</sup> Este valor constante se aplicó en los años donde no se contaba con información representativa de las empresas, es decir, los para los años 2000, 2005 y 2010.

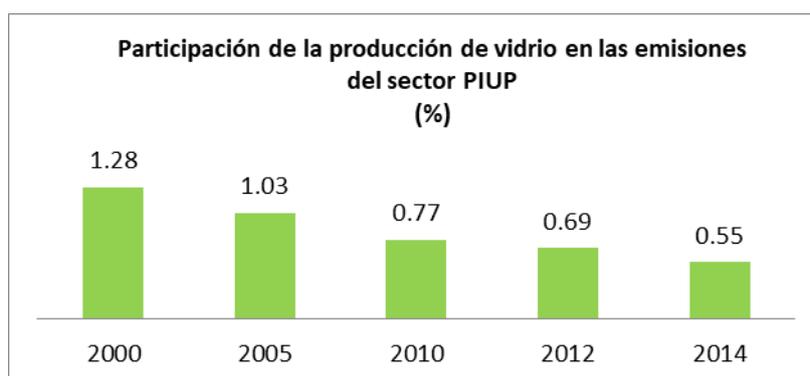
**Figura N° 15. Emisiones de GEI en los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014 - Subcategoría Producción de Vidrio**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La participación de la producción de vidrio en las emisiones del sector PIUP en el año 2014 fue de 0.55 %. Dado que las emisiones estimadas de esta subcategoría no varían significativamente a través de los años, su participación en relación a las emisiones totales del sector es cada vez menor (ver Figura N° 16).

**Figura N° 16. Participación en las emisiones del sector PIUP en los años 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 - Subcategoría Producción de Vidrio**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La actualización de las estimaciones de la serie de años 2000, 2005, 2010 y 2012 se realizó utilizando el mismo método para el año 2014. La información recopilada sobre la actividad de las empresas en el proceso RAGEI 2014, cubrió los años 2014 y 2012 y parcialmente el año 2010<sup>38</sup>. Por lo que para el año 2012 se utilizaron las mismas fuentes de información que para el año 2014. Sin embargo, para los años 2000 y 2005 se utilizó información de producción de vidrio de las estadísticas nacionales que fue convertida a masa aplicando una función de correlación lineal entre producción de envases de vidrio en unidades y producción de vidrio fundido en masa (considerando material primario y secundario)<sup>39</sup>.

<sup>38</sup> Solo una de las dos empresas que reportó información indicó datos para el año 2010. Ninguna reportó datos para los años 2000 ni 2005.

<sup>39</sup> Se realizó la correlación lineal de los valores conocidos de producción de vidrio fundido en masa que fueron reportados por las empresas para los años 2012 y 2014, con información de producción de botellas y envases de vidrio reportados en el Anuario

Esto no se pudo realizar directamente para el año 2010 puesto que las estadísticas nacionales no reportaron para dicho año, entonces para completar el vacío se aplicó la interpolación<sup>40</sup> para posteriormente aplicar la función de correlación antes descrita.

El porcentaje de *cullet* (vidrio reciclado) utilizado para los años 2014 y 2012 es obtenido de la información reportada de las empresas para dichos años mientras que para los años 2000, 2005 y 2010 se utilizó el promedio de porcentaje de *cullet* calculado de la proporción del total agregado de material reciclado en la producción agregada de vidrio fundido<sup>41</sup>. La Tabla N° 48 describe los valores de los datos nacionales utilizados y sus fuentes de información.

**Tabla N° 48. Datos nacionales de nivel de actividad utilizados en la actualización de la serie temporal - Subcategoría Producción de Vidrio**

2012			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de vidrio fundido	269,082.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas de vidrio y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Proporción de <i>cullet</i> (vidrio reciclado) para el proceso	0.35	fracción	Datos reportados por las empresas de vidrio y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
2010			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de vidrio fundido	269,448.39	tonelada (t)	Dato obtenido de la interpolación y la correlación lineal de serie de datos de: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). <i>Series Nacionales: Instituto Nacional de Estadística e Informática</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <a href="http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/">http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/</a> Ministerio de la Producción. (2016). <i>Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015</i> . Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido

Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015. Luego se aplicó la función con datos de las Series Nacionales del Instituto Nacional de Estadística e Informática (Fabricación de vidrio y productos de vidrio) para hallar la producción de masa de vidrio fundido para los años 2000, 2005.

<sup>40</sup> Las estadísticas nacionales no reportaron el periodo del 2007 al 2011, en este periodo se aplicó la interpolación para hallar los datos de producción de envases y botellas de vidrio para el año 2010, luego se aplicó la función de correlación lineal como se hizo para los años 2000 y 2005.

<sup>41</sup> El promedio es calculado con todos los datos reportados, de los años 2012 y 2014 (dos empresas).

			de Ministerio de la Producción: <a href="http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf">http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf</a> Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Proporción de <i>cullet</i> (vidrio reciclado) para el proceso	0.36	Fracción	Dato promedio calculado de la información reportada por las empresas: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
2005			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de vidrio fundido	272,073.78	tonelada (t)	Dato obtenido de la correlación lineal de serie de datos de: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). <i>Series Nacionales: Instituto Nacional de Estadística e Informática</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <a href="http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/">http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/</a> Ministerio de la Producción. (2016). <i>Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015</i> . Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf">http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf</a> Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Proporción de <i>cullet</i> (vidrio reciclado) para el proceso	0.36	Fracción	Dato promedio calculado de la información reportada por las empresas: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
2000			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de vidrio fundido	269,007.26	tonelada (t)	Dato obtenido de la correlación lineal de serie de datos de: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). <i>Series Nacionales: Instituto Nacional de Estadística e Informática</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <a href="http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/">http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/</a> Ministerio de la Producción. (2016). <i>Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015</i> . Lima: Dirección

			General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf">http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf</a> Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Proporción de <i>cullet</i> (vidrio reciclado) para el proceso	0.36	Fracción	Dato promedio calculado de la información reportada por las empresas: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.

**Fuente:** Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Para mayor información revisar en el archivo digital del RAGEI la carpeta de “Planillas de Cálculo” y el archivo de fuentes de información del RAGEI denominado “2A3 Vidrio”.

#### 4.1.3.7 Sigüientes pasos

Dado que el porcentaje de *cullet* (vidrio reciclado) utilizado para los años 2000, 2005 y 2010 es un valor constante calculado con información de los años 2010, 2012 y 2014, se deberá revisar y profundizar la investigación de información nacional sobre el reciclaje de vidrio en el país o realizar una validación complementaria con expertos de las empresas.

Asimismo, se espera en los próximos inventarios lograr recopilar información de más empresas y de años previos de ser posible, para la identificación se puede utilizar información actualizada de los Directorios de empresas de la SUNAT (Registro Único de Contribuyentes). Asimismo, el IPCC recomienda desplegar esfuerzos para garantizar una cobertura completa de la industria ya que puede haber un cierto número de instalaciones más pequeñas (p. ej., de vidrio artesanal o de especialidad), que no son tomadas en cuenta en las estadísticas nacionales.

Se debe tomar en cuenta que cualquier mejora que se aplique en esta subcategoría afecta también la subcategoría correspondiente a otros usos de la ceniza de sosa.

Asimismo, los siguientes pasos, incluyen socializar los resultados con las empresas que reportaron sus datos de planta. Es importante establecer un vínculo de colaboración con las empresas y diseñar procedimientos para la recopilación periódica de la información.

#### 4.1.4 Subcategoría 2A4a<sup>42</sup>: Cerámicas

Forma parte de la subcategoría 2A4 de otros usos de carbonatos en los procesos. La fuente 2A4a se define como las emisiones vinculadas de procesos de la producción de ladrillos y tejas, tuberías de arcilla vitrificada, productos refractarios, productos de arcilla expandida, azulejos y pavimentos, vajillas

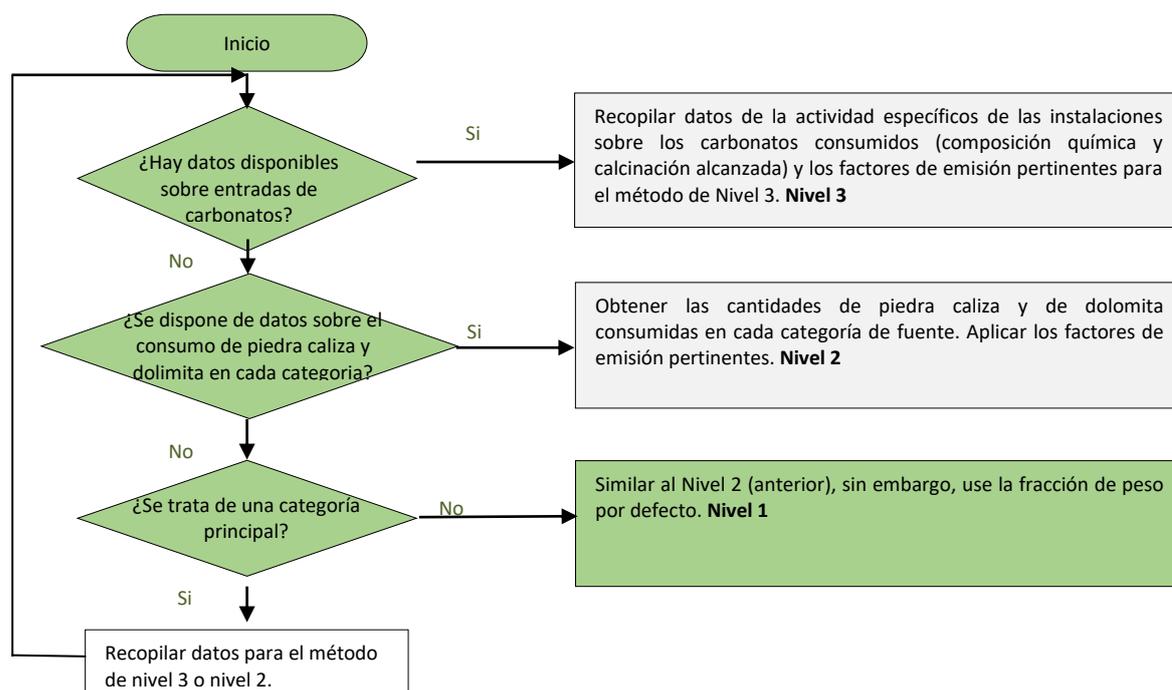
<sup>42</sup> Pertenece a la Subcategoría 2A4 Otros usos de carbonatos

y ornamentos cerámicos, sanitarios, cerámicas técnicas y abrasivos inorgánicos vinculadas a procesos de la producción de diversos tipos de cemento (IPCC, 2006)<sup>43</sup>. El presente reporte describe la estimación de las emisiones de dióxido de carbono. Cabe señalar que, aunque no se mencione en el nombre, las emisiones se deben al uso de carbonatos en la producción de cerámicas<sup>44</sup>.

**4.1.4.1 Elección del método**

El método de cálculo utilizado es del nivel 1 y fue elegido en función a la disponibilidad de información tal como se describe en la Figura N° 17.

**Figura N° 17. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> - Subcategoría Otros usos de carbonatos – Cerámicas**



Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, p. 2.40

Se utiliza el nivel 1 para la estimación de las emisiones de dióxido de carbono de esta subcategoría dado que no se cuenta con datos de entradas de carbonatos, no se tiene datos sobre el consumo de piedra caliza y dolomita en cada categoría, ni es una categoría principal. Sí se cuenta con estadísticas nacionales sobre producción de productos cerámicos. El nivel metodológico se describe en la Tabla N° 49.

**Tabla N° 49. Nivel metodológico aplicado para las emisiones de CO<sub>2</sub> - Subcategoría Otros usos de carbonatos - Cerámicas**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Tier/nivel
2A4a	Cerámicas	Masa del carbonato (calcita o dolomita)	Producción de ladrillo de techo (hueco)	1

<sup>43</sup> GL2006, Vol. 1, Capítulo 8, Cuadro 8.2

<sup>44</sup> En este caso solo por disponibilidad de información solo se estimó la producción de ladrillos.

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Tier/nivel
		consumido en los procesos, toneladas	Producción de ladrillo king kong	
			Producción de ladrillo pandereta	
			Producción de otros ladrillos para muro	
			Masa promedio por unidad de ladrillo de techo (hueco)	
			Masa promedio por unidad de ladrillo king Kong	
			Masa promedio por unidad de ladrillo pandereta	
			Masa promedio por unidad de otros ladrillos para muro (promedio general)	

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La Ecuación N° 9 describe la estimación realizada de las emisiones de dióxido de carbono en el nivel 1.

**Ecuación N° 9. Emisiones de CO<sub>2</sub>, Nivel 1 - Subcategoría Otros usos de carbonatos - Cerámicas**

NIVEL 1: EMISIONES BASADAS EN LA MASA DE LOS CARBONATOS CONSUMIDOS

$$\text{Emisiones de CO}_2 = M_c \times (0.85 \times EF_{is} + 0.15 \times EF_d)$$

Donde:

Emisiones de CO<sub>2</sub> = emisiones de CO<sub>2</sub> proveniente de otros usos de carbonatos en los procesos (cerámicas), toneladas

M<sub>c</sub> = masa de carbonato consumido<sup>45</sup>, toneladas

EF<sub>is</sub> o EF<sub>d</sub> = factor de emisión para la calcinación de la piedra caliza o de la dolomita, toneladas de CO<sub>2</sub>/toneladas de carbonato

Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, p. 2.38. Ecuación 2.14

La Masa de carbonato (M<sub>c</sub>) que representa el nivel de actividad ha sido calculada con la Ecuación N° 10.

**Ecuación N° 10. Cálculo de masa de carbonato consumido - Subcategoría Otros usos de carbonatos – Cerámicas**

$$M_c = \text{Masa promedio por unidad} \times \text{Producción total} \times 1.1 \times 10 \%$$

Donde:

1.1 es el factor de pérdidas por defecto (la relación de masa de arcilla usada y masa de cerámico producido) (fracción) – ver Tabla N° 53

10 % (ó 0.1) es el contenido por defecto de carbonatos en las arcillas – ver Tabla N° 53

M<sub>c</sub> = masa de carbonato consumido, toneladas

Masa promedio por unidad = Masa promedio de producto cerámico por unidad, kilogramos

Producción total = Producción total de productos cerámicos, millares de unidades

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 2

<sup>45</sup> En las GL2006 dice “producido” en lugar de “consumido”, pero se refiere a este último, por lo que se corrige para facilitar la comprensión.

Al multiplicar la masa promedio por tipo de producto y la cantidad en unidades producida se obtiene la masa total producida de cerámicos. El factor de pérdidas por defecto es igual a 1.1 y describe la relación entre el consumo de arcilla y la producción de cerámico, es decir, por cada tonelada de cerámico se consume 1.1 toneladas de arcilla. Además, las GL2006 también indican un contenido por defecto de los carbonatos en las arcillas de 10 %. De este modo la Ecuación N° 10 permite obtener la masa de carbonato consumido para la producción de cerámicas.

**4.1.4.2 Descripción del nivel de actividad**

El nivel de actividad ha sido obtenido a partir de estadísticas nacionales. La Tabla N° 50 describe la información utilizada.

**Tabla N° 50. Descripción del nivel de actividad utilizado y los datos nacionales utilizados en la estimación del año 2014 - Subcategoría Otros usos de carbonatos - Cerámicas**

Clasificación	Fuente de información	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
2A4a	Cerámicas	Masa del carbonato (calcita o dolomita) consumido en los procesos, toneladas	Producción de ladrillo de techo (hueco)	millar de unidades	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015</i> . Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf">http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf</a>	En un nivel 1, se utiliza la masa de carbonato consumido, que se obtuvo multiplicando la producción de ladrillos, las masas promedios (estimadas en el proceso RAGEI a partir de encuestas), el contenido de arcilla (por defecto) y considerando la relación de calcita /dolomita en los carbonatos. El resultado de la estimación solo tiene alcance a ladrillos.
			Producción de ladrillo king kong	millar de unidades	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015</i> . Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf">http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf</a>	

Clasificación	Fuente de información	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
			Producción de ladrillo pandereta	millar de unidades	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015</i> . Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf">http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf</a>	
			Producción de otros ladrillos para muro	millar de unidades	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015</i> . Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf">http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf</a>	
			Masa promedio por unidad de ladrillo de techo (hueco)	kilogramo (kg)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Acta de estimación de masas promedios para ladrillos para el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.	
			Masa promedio por unidad de ladrillo king kong	kilogramo (kg)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Acta de estimación de masas promedios para ladrillos para el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.	

Clasificación	Fuente de información	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
			Masa promedio por unidad de ladrillo pandereta	kilogramo (kg)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Acta de estimación de masas promedios para ladrillos para el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.	
			Masa promedio por unidad de otros ladrillos para muro / Masa promedio por unidad de ladrillo (promedio general)	kilogramo (kg)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Acta de estimación de masas promedios para ladrillos para el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.	

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Como se detalla en la tabla anterior, los datos nacionales no incluyen información sobre otros tipos de cerámicos diferentes a ladrillos, esto es debido a que la información disponible sobre otros tipos de cerámicos solo se encuentra en unidades y no se pudo convertir a masa. Por tanto, el alcance de la estimación es solo ladrillos.

Es importante considerar que la producción de cerámicas diferentes a ladrillos es significativa, considerando que en el año 2014 se reportó una producción de cerámicas de piso y pared de 59,970,373.33 metros cuadrados y en el 2015 de 64,732,870.91 metros cuadrados<sup>46</sup>.

En relación a los datos nacionales que corresponden a la producción de ladrillos (tanto para ladrillo king kong, pandereta, techo, muro y otros) la información se encuentra disponible en las estadísticas nacionales y su reporte a cargo de la Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Ministerio de la Producción. Esta información puede hallarse en los anuarios estadísticos del sector y también en las publicaciones del INEI. Para el año 2014, se decidió utilizar el *Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015* por ser la fuente más actual y porque en el INEI no se hallaron valores para el año 2014<sup>47</sup>.

<sup>46</sup> (2016). Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015. Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf>

<sup>47</sup> En las Series Nacionales: Instituto Nacional de Estadística e Informática se encuentra información sobre producción de ladrillos y cerámicos desde el año 1995 al 2011.

Las estadísticas nacionales que reporta el Ministerio de la Producción se presentan como una relación de productos principales (en la que se incluye a la producción de ladrillos y otros productos cerámicos). Los valores consignados corresponden a las líneas de productos sobre las que las principales empresas manufactureras reportan en la encuesta de Estadística Industrial Mensual y que representan en promedio el 80 % del Valor Bruto de Producción de 93 clases industriales<sup>48</sup>. La muestra de establecimientos fue definida por PRODUCE en el año 2007 y no ha sufrido modificaciones. La encuesta de Estadística Industrial Mensual fue ejecutada por la Dirección de Estudios Económicos de MYPE e Industria (DEMI) de la Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial (DIGECOMTE) del PRODUCE.

Sin embargo, cabe indicar que las estadísticas nacionales sobre producción de ladrillos se encuentran en todas las fuentes de información en unidades y no en masa. Es por tal motivo, que se incluyen como datos nacionales las masas promedios para los distintos tipos de ladrillos mencionados. Estos valores fueron determinados en el marco del RAGEI, mediante la realización de una encuesta enviada a las principales empresas productoras de cerámicas y ladrillos. Si bien se hizo el esfuerzo para determinar una masa promedio para otros tipos de cerámicos diferentes a ladrillos, la información recogida no fue concluyente<sup>49</sup>.

Para determinar la masa de carbonatos consumidos en el caso de cerámicas, se multiplica la producción de ladrillos y la masa promedio de los ladrillos para estimar la masa total de productos cerámicos (ladrillos), a los cuales se les aplica los factores de conversión indicados por GL2006 tal como se describe en la Ecuación N° 10. Los valores de los datos nacionales utilizados para el año 2014 se describen en la Tabla N° 51.

Aunque las GL2006 sugieren que los compiladores del inventario garanticen que los datos sobre los carbonatos reflejen carbonatos puros y no las rocas carbonatadas, esto no ha podido ser determinado dado que se utilizó información de producción de estadísticas nacionales.

**Tabla N° 51. Valores de los datos nacionales utilizados para el año 2014 - Subcategoría Otros usos de carbonatos - Cerámicas**

Dato Nacional	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de ladrillo de techo (hueco)	113,039.00	millar de unidades	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015</i> . Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf">http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf</a>

<sup>48</sup> Esta información fue brindada por los representantes de la Dirección de Estudios Económicos de MYPE e Industria (DEMI) de la Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial (DIGECOMTE).

<sup>49</sup> La sistematización de las encuestas y las conclusiones se reportan en la siguiente fuente: Ministerio de la Producción. (2016). *Acta de estimación de masas promedios para ladrillos para el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos*. Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales del Viceministerio de MYPE e Industria.

Dato Nacional	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de ladrillo king kong	146,451.00	millar de unidades	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015</i> . Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf">http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf</a>
Producción de ladrillo pandereta	167,386.00	millar de unidades	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015</i> . Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf">http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf</a>
Producción de otros ladrillos para muro	9,360.00	millar de unidades	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015</i> . Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf">http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf</a>
Masa promedio por unidad de ladrillo de techo (hueco)	7.14	kilogramo (kg)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Acta de estimación de masas promedios para ladrillos para el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Masa promedio por unidad de ladrillo king Kong	2.97	kilogramo (kg)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Acta de estimación de masas promedios para ladrillos para el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Masa promedio por unidad de ladrillo pandereta	2.23	kilogramo (kg)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Acta de estimación de masas promedios para ladrillos para el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Masa promedio por unidad de otros ladrillos para muro / Masa promedio por unidad de ladrillo (promedio general)	3.54	kilogramo (kg)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Acta de estimación de masas promedios para ladrillos para el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

**4.1.4.3 Factores de emisión y conversión**

Para calcular un factor de emisión general a la producción de cerámicos se aplicó la

Ecuación N° 11 utilizando los valores por defecto para los factores de emisión  $EF_{ls}$  y  $EF_d$  (ver Tabla N° 53) y considerando una participación por defecto de carbonatos consumidos de 85 % de caliza y 15 % de dolomita.

**Ecuación N° 11. Factor de emisión de CO<sub>2</sub>, Nivel 1 - Subcategoría Otros usos de carbonatos - Cerámicas**

Factor de emisión calculado de CO<sub>2</sub> para la producción de cerámicos =  $0.85 \times EF_{ls} + 0.15 \times EF_d$

Donde:

$EF_{ls}$  o  $EF_d$  = factor de emisión para la calcinación de la piedra caliza o de la dolomita, toneladas de CO<sub>2</sub>/toneladas de carbonato

**Fuente:** Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 2

Con este cálculo se obtuvo un factor de emisión para la producción de cerámicos de 0.4453515 toneladas de CO<sub>2</sub>/toneladas de carbonato consumido y adaptando la primera ecuación para incluir el factor de emisión calculado se obtiene la Ecuación N° 12 para el cálculo de las emisiones.

**Ecuación N° 12. Emisiones de CO<sub>2</sub>, Nivel 1 (ecuación adaptada) - Subcategoría Otros usos de carbonatos - Cerámicas**

NIVEL 1: EMISIONES BASADAS EN LA MASA DE LOS CARBONATOS CONSUMIDOS

Emisiones de CO<sub>2</sub> =  $M_c \times$  Factor de emisión calculado de CO<sub>2</sub> para la producción de cerámicos

Emisiones de CO<sub>2</sub> =  $M_c \times 0.4453515$  toneladas de CO<sub>2</sub>/toneladas de carbonato consumido.

Donde:

$M_c$  = masa de carbonato consumido, toneladas

**Fuente:** Adaptado de GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, p. 2.38. Ecuación 2.14

La Tabla N° 52 y la Tabla N° 53 describen la información utilizada para determinar el factor de emisión (calculado

Ecuación N° 11) y la masa de carbonato consumido (Ecuación N° 10).

**Tabla N° 52. Factores de emisión utilizados - Subcategoría Otros usos de carbonatos - Cerámicas**

Fuente de emisión / captura	Factores de emisión y principales hipótesis utilizados	calculado (C)/ por defecto (D)	Dato Nacional	TIER / Nivel	Fuente de información
Cerámicas	Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la calcinación de la piedra caliza (toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de calcita consumida)	D		1	The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>

Fuente de emisión / captura	Factores de emisión y principales hipótesis utilizados	calculado (C)/ por defecto (D)	Dato Nacional	TIER / Nivel	Fuente de información
	Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la calcinación de la dolomita (toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de dolomita consumida)	D			The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>
	Contenido por defecto de carbonatos en las arcillas (%)	D			The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>
	Participación por defecto de carbonatos consumidos por tipo (% de caliza / % de dolomita)	D			The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>
	Factor de pérdidas por defecto (Relación de arcilla usada y cerámico producido)	D			The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

**Tabla N° 53. Valores de los factores de emisión y de conversión utilizados - Subcategoría Otros usos de carbonatos - Cerámicas**

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la calcinación de la piedra caliza	0.43971	toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de calcita consumida	Aplica en el nivel 1, se utiliza junto con la participación de caliza en los carbonatos (85 %) para calcular un factor de emisión general. Se deriva por estequiometría del CO <sub>2</sub> liberado de la calcinación de calcita. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 2.7, Cuadro 2.1

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la calcinación de la dolomita	0.47732	toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de dolomita consumida	Aplica en el nivel 1, se utiliza junto con la participación de dolomita en los carbonatos (15 %) para calcular un factor de emisión general. Se deriva por estequiometría del CO <sub>2</sub> liberado de la calcinación de dolomita. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 2.7, Cuadro 2.1
Participación por defecto de carbonatos consumidos por tipo (% de caliza / % de dolomita)	85 / 15	% de caliza / % de dolomita	Se indica que es la relación por defecto al desconocerse los tipos de carbonatos consumidos. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 2.38
Factor de pérdidas por defecto (Relación de arcilla usada y cerámico producido)	1.1	fracción	Se indica que es la relación a considerar por defecto para calcular masa de arcilla utilizada. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 2.41
Contenido por defecto de carbonatos en las arcillas	10	%	Aplica como valor por defecto al desconocerse el contenido de carbonatos de las arcillas. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 2.38

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

#### 4.1.4.4 Análisis de incertidumbre

Para determinar la incertidumbre de esta subcategoría se han utilizado los valores por defecto recomendados por GL2006<sup>50</sup>. Cuando las directrices señalaban varios valores para considerar en la incertidumbre (en función a las hipótesis asumidas para el factor de emisión o el dato de actividad), se aplicó la regla B de combinación que describen las OBP2000<sup>51</sup> (ver Ecuación N° 1). Por otro lado, se optó por los valores medios cuando las directrices indicaban rangos.

Al factor de emisión por defecto utilizado en la estimación se le atribuye la incertidumbre de la pureza de la piedra carbonatada (de caliza y dolomita), (ver Tabla N° 54), por lo cual se ha considerado un valor medio del rango de incertidumbre que es igual a ± 3 %.

**Tabla N° 54. Hipótesis y valores de incertidumbre por defecto para el Factor de Emisión - Subcategoría Otros usos de carbonatos - Cerámicas**

Incertidumbre (±)	Descripción	Nivel
1 – 5 %	Hipótesis de una cierta pureza para la fracción de piedra caliza y de dolomita	1

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006. Vol. 3, p. 2.24

La incertidumbre asociada al dato de actividad es igual a ± 2.83 % que es el resultado de la combinación de dos incertidumbres (del pesaje o a las proporciones de carbonatos, para toda industria considerada y del análisis químico global en relación con el contenido y la identidad de los carbonatos), (ver Tabla N° 55).

<sup>50</sup> GL2006. Vol. 3, p. 2.24

<sup>51</sup> OBP2000, Capítulo 6, Ecuación 6.4, p 6.13

**Tabla N° 55. Hipótesis y valores de incertidumbre por defecto para el Dato de Actividad - Subcategoría Otros usos de carbonatos – Cerámicas**

Incetidumbre (±)	Descripción	Nivel
1 – 3 %	Pesaje o a las proporciones de carbonatos, para toda industria considerada	1
1 – 3 %	Análisis químico global en relación con el contenido y la identidad de los carbonatos	1

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006. Vol. 3, p. 2.24

Los resultados obtenidos indican que la incertidumbre combinada de esta fuente es igual a ± 4.12 %, mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones sectoriales es igual a ± 2.05 % (ver Tabla N° 56).

**Tabla N° 56. Estimación de incertidumbre - Subcategoría Otros usos de carbonatos - Cerámicas**

**INCERTIDUMBRE POR FUENTE A PARTIR DEL ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE DEL SECTOR**

A	B	E	F	G	M	
Código de sector y categorías de fuentes (GL2006)	Categoría del IPCC	Gas	Incetidumbre en los datos de nivel de actividad	Incetidumbre en el factor de emisión	Incetidumbre combinada	Incetidumbre introducida en la tendencia en las emisiones sectoriales <small>totales</small>
			Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{E^2 + F^2}$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %

2	Procesos Industriales y uso de productos					
---	--	--	--	--	--	--

2A	Industria de los minerales					
2A4	Otros usos de Carbonatos					
2A4a	Producción de Cerámicas	CO <sub>2</sub>	2.83%	3.00%	±4.12%	±2.05%

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Para revisar y analizar las fórmulas y los valores por defecto utilizados en la estimación de incertidumbre se recomienda ver las hojas “Incertidumbre – resultados” e “Incertidumbre – valores” en la Planilla de Cálculo del año 2014. Además, en el Anexo 2 se presenta la tabla de estimación de la incertidumbre a nivel de fuentes por categorías.

**4.1.4.5 Control de calidad**

Se consideraron los procedimientos de control de calidad que se han descrito en la Tabla N° 10 del presente reporte. Además de los procedimientos generales (ver sección 2.4), las GL2006 recomiendan procedimientos específicos. Estos procedimientos y las acciones llevadas a cabo se describen en la Tabla N° 57.

**Tabla N° 57. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Subcategoría Otros usos de carbonatos - Cerámicas**

Procedimiento específico	Comentario sobre la aplicación
<p><b>Comparación de las estimaciones de las emisiones obtenidas con los diferentes métodos</b></p> <p>Las estimaciones de emisiones derivadas de cualquier Nivel pueden compararse con las de otros Niveles, aun cuando el método del Nivel 3 pueda estar dando cuenta de especies de carbonatos adicionales no incluidas en los análisis de Nivel 1 ni de Nivel 2. Si se supone que la misma fracción de calcinación alcanzada se emplea para todos los Niveles, las emisiones estimadas con los métodos respectivos serán probablemente similares en magnitud, si se considera que la piedra caliza y la dolomita tienden a contribuir con el mayor porcentaje de emisiones para estas fuentes.</p>	<p>No se realizaron las comparaciones ya que no se aplica métodos de niveles superiores al 1.</p>
<p><b>Verificación de los datos de la actividad</b></p> <p>Dado que la piedra caliza, la dolomita y otros carbonatos se consumen en una variedad de industrias, puede que haya una cantidad de fuentes de datos diferentes disponibles que contengan información sobre el consumo de carbonatos en las industrias respectivas. Por ejemplo, los datos para el consumo de piedra caliza en varias instalaciones de la industria del hierro y del acero podrían compararse para ver si la cantidad de fundentes utilizados es similar, en proporción a la producción al nivel de las instalaciones.</p> <p>También, la información específica de la planta sobre el uso de piedra caliza, dolomita y otros carbonatos como fundentes puede compararse con las estadísticas de las asociaciones industriales. Estas estadísticas pueden, a su vez, compararse con las estadísticas de nivel nacional sobre la piedra caliza, la dolomita y otros consumos de carbonatos.</p> <p>Suele ser útil examinar las tendencias de los datos de la actividad a través del tiempo para ver si se producen grandes fluctuaciones de un año para otro. Los compiladores del inventario deben ser cautos al sacar conclusiones basadas en los datos de tendencias, pues en estas estadísticas puede haber grandes fluctuaciones entre año y año.</p>	<p>No se aplicó el procedimiento. Se utilizó una fuente de información gubernamental para la estimación para el nivel 1 que no describía tipos de carbonatos utilizados. No se realizó comparaciones con otras fuentes de información y se cuenta con información representativa del sector.</p>

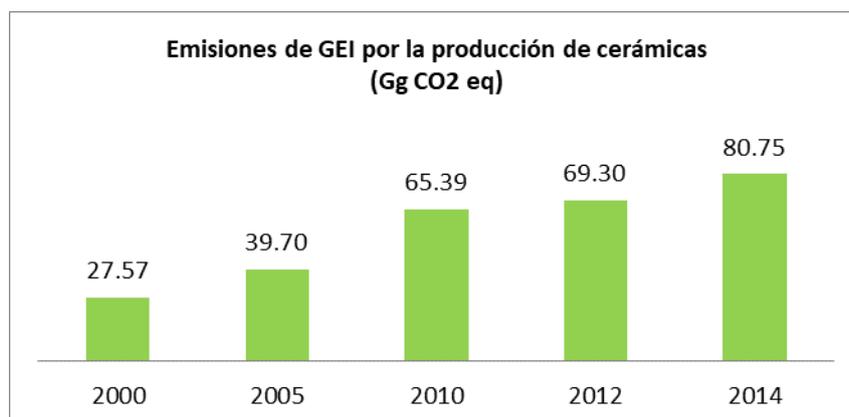
Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, p. 2.44

No se han aplicado procedimientos de gestión de calidad en el presente RAGEI.

**4.1.4.6 Análisis de resultados de la subcategoría**

Las emisiones estimadas de CO<sub>2</sub> de la producción de cerámicas (con alcance ladrillos) alcanzaron el valor de 80.75 Gg de CO<sub>2</sub> eq para el año 2014. Se aprecia un incremento del 14 % en relación al año 2012 y de 266 % en relación al año 2000. En todo el periodo se mantiene una tendencia ascendente con un crecimiento anual promedio de 0.69 %. La Figura N° 18 presenta los resultados de la estimación para toda la serie de tiempo.

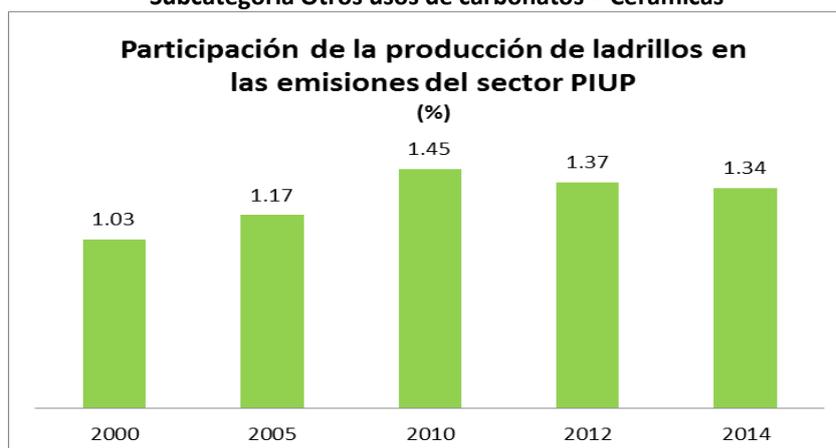
Figura N° 18. Emisiones de GEI en los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014 - Subcategoría Otros usos de carbonatos - Cerámicas



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Las emisiones derivadas de la producción de ladrillos en el año 2014 representaron el 1.34 % de las emisiones del sector PIUP. Esta participación no ha variado significativamente desde el año 2000, cuando fue de 1.03 % (ver Figura N° 19).

Figura N° 19. Participación en las emisiones del sector PIUP en los años 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 - Subcategoría Otros usos de carbonatos – Cerámicas



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La actualización de las estimaciones para la serie de años 2000, 2005, 2010 y 2012 se realizó aplicando el mismo método de cálculo aplicado en el año 2014, donde el nivel de actividad se obtiene de datos nacionales de producción de ladrillos y valores estimados sobre el peso promedio de los ladrillos<sup>52</sup>. Para la producción de ladrillos se utilizaron dos fuentes de distinto origen, pero complementarias siendo en ambos casos el informante el Ministerio de la Producción. Por un lado, para los años 2012 y 2014 se utilizó como fuente el Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015 y por el

<sup>52</sup> La fuente utilizada se mantiene para todos los años: Ministerio de la Producción. (2016). Acta de estimación de masas promedios para ladrillos para el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos. Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales del Viceministerio de MYPE e Industria. Esta acta es el resultado de una encuesta realizada en el marco del RAGEI con valores del año 2014.

otro, para los años 2000, 2005 y 2010 se utilizaron las Series Nacionales del Instituto Nacional de Estadística e Informática. En ambos casos, los valores se encuentran en unidades y la conversión a masa se realizó como se describió anteriormente utilizando los pesos promedios estimados en el marco del RAGEI (Ver Ecuación N° 10)<sup>53</sup>.

La Tabla N°58 describe los valores de los datos nacionales utilizados y sus fuentes de información.

**Tabla N° 58. Datos nacionales de nivel de actividad utilizados en la actualización de la serie temporal - Subcategoría Otros usos de carbonatos - Cerámicas**

2012			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de ladrillo de techo (hueco)	97,527.39	millar de unidades	Dato reportado en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015</i> . Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf">http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf</a>
Producción de ladrillo king kong	103,901.17	millar de unidades	Dato reportado en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015</i> . Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf">http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf</a>
Producción de ladrillo pandereta	151,128.83	millar de unidades	Dato reportado en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015</i> . Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf">http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf</a>
Producción de otros ladrillos para muro	20,544.15	millar de unidades	Dato reportado en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015</i> . Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <a href="http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf">http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf</a>

<sup>53</sup> Para los años 2000, 2005 y 2010, los valores de producción de ladrillos no están diferenciados en tipos y se usó el promedio general del peso de ladrillos.

Masa promedio por unidad de ladrillo de techo (hueco)	7.14	kilogramo (kg)	Dato obtenido de: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Acta de estimación de masas promedios para ladrillos para el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Masa promedio por unidad de ladrillo king kong	2.97	kilogramo (kg)	Dato obtenido de: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Acta de estimación de masas promedios para ladrillos para el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Masa promedio por unidad de ladrillo pandereta	2.23	kilogramo (kg)	Dato obtenido de: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Acta de estimación de masas promedios para ladrillos para el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Masa promedio por unidad de otros ladrillos para muro / Masa promedio por unidad de ladrillo (promedio general)	3.54	kilogramo (kg)	Dato obtenido de: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Acta de estimación de masas promedios para ladrillos para el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
<b>2010</b>			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Fabricación de ladrillos (king kong, pandereta, techo, pastelero)	376,749.10	millar de unidades	Dato reportado en: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). <i>Series Nacionales: Instituto Nacional de Estadística e Informática</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <a href="http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/">http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/</a>
Masa promedio por unidad de ladrillo (promedio general)	3.54	kilogramo (kg)	Dato obtenido de: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Acta de estimación de masas promedios para ladrillos para el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
<b>2005</b>			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Fabricación de ladrillos (king kong, pandereta, techo, pastelero)	228,700.83	millar de unidades	Dato reportado en: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). <i>Series Nacionales: Instituto Nacional de Estadística e Informática</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <a href="http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/">http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/</a>

Masa promedio por unidad de ladrillo (promedio general)	3.54	kilogramo (kg)	Dato obtenido de: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Acta de estimación de masas promedios para ladrillos para el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
<b>2000</b>			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Fabricación de ladrillos (king kong, pandereta, techo, pastelero)	158,851.59	millar de unidades	Dato reportado en: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). <i>Series Nacionales: Instituto Nacional de Estadística e Informática</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <a href="http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/">http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/</a>
Masa promedio por unidad de ladrillo (promedio general)	3.54	kilogramo (kg)	Dato obtenido de: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Acta de estimación de masas promedios para ladrillos para el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.

**Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)**

Para mayor información revisar en el archivo digital del RAGEI la carpeta de “Planillas de Cálculo” y el archivo de fuentes de información del RAGEI denominado “2A4a Cerámica”.

#### 4.1.4.7 Sigüientes pasos

La estimación solo ha tenido como alcance la producción de ladrillos y sin incluir a otros productos cerámicos porque no se contaba con información de la producción en masa y no se pudo estimar con valores promedio de peso como se hizo para ladrillos. El siguiente paso, será revisar fuentes de información sobre cerámicos que incluya otros tipos de cerámicos diferentes a los ladrillos, e investigar y realizar consultas con expertos de las empresas para mejorar la comprensión sobre estos productos cerámicos y sus diversas características.

Asimismo, se revisará la identificación de las principales empresas productoras (cerámicos y ladrillos) para evaluar la posibilidad de obtener información de las plantas en los futuros inventario. Para la identificación se puede utilizar información actualizada de los Directorios de empresas de la SUNAT (Registro Único de Contribuyentes).

#### 4.1.5 **Subcategoría 2A4b<sup>54</sup>: Otros usos de ceniza de sosa (carbonato de sodio)**

Forma parte de la subcategoría 2A4 de otros usos de carbonatos en los procesos. La fuente 2A4b se define como las emisiones por el uso de cenizas de sosa que no se incluyeron en ningún otro lugar (la ceniza de sosa usada para la producción de vidrio debe declararse en 2A3) (IPCC, 2006)<sup>55</sup>. El presente reporte describe la estimación de las emisiones de dióxido de carbono. Cabe señalar que el carbonato

<sup>54</sup> Pertenece a la Subcategoría 2A4 Otros usos de carbonatos

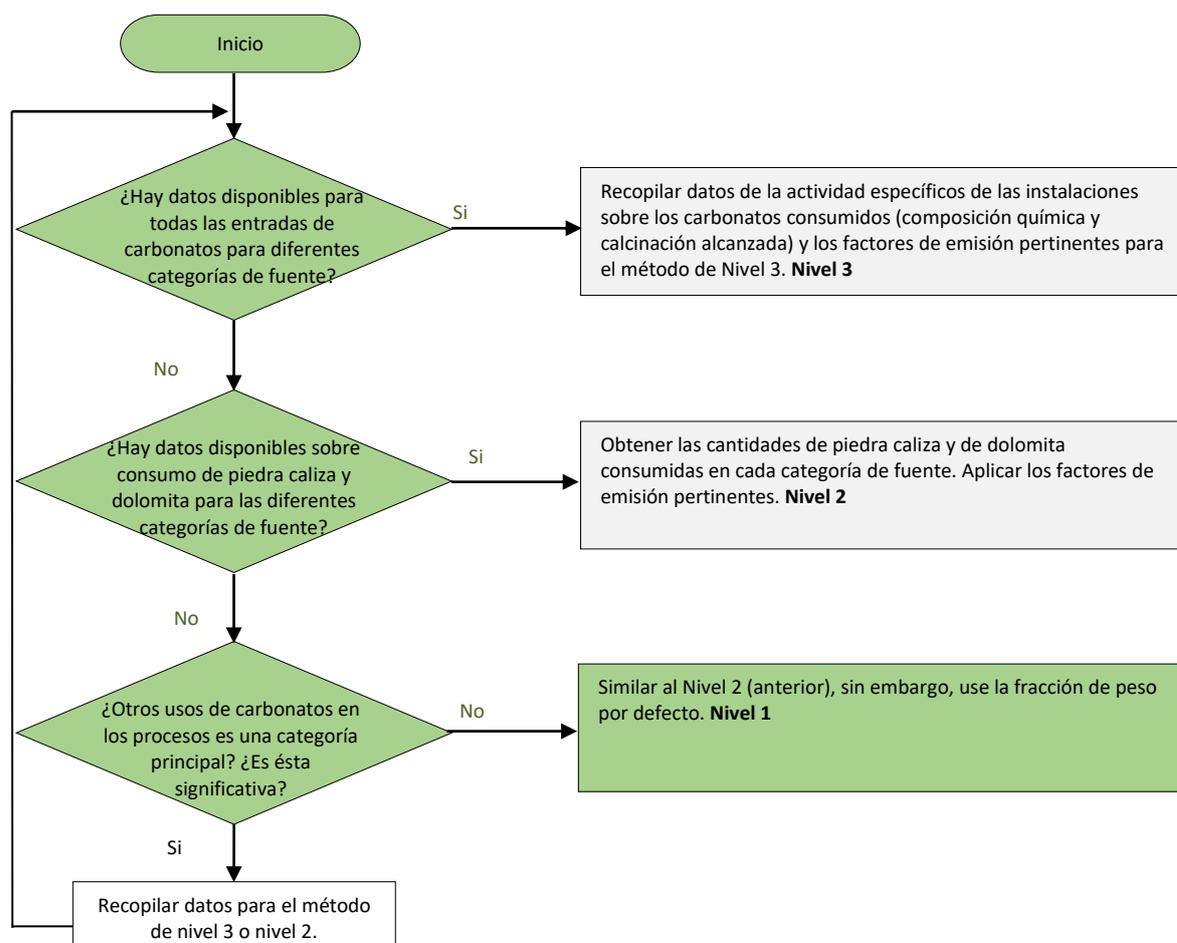
<sup>55</sup> GL2006, Vol. 1, Capítulo 8, Cuadro 8.2

de sodio es el equivalente a la ceniza de sosa y en el presente reporte se utiliza ambos como sinónimos.

**4.1.5.1 Elección del método**

El método de cálculo utilizado es del nivel 1 y fue elegido en función a la disponibilidad de información tal como se describe en la Figura N° 20.

**Figura N° 20. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> - Subcategoría Otros usos de carbonatos – Otros usos de la Ceniza de Sosa**



Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, p. 2.40

A nivel nacional no existen datos disponibles sobre entradas de carbonatos utilizados en la producción de ceniza de sosa ni tampoco datos de consumo de piedra carbonatada. Considerando que no es una categoría principal, la aplicación del árbol de decisiones recomienda aplicar para el presente RAGEI factores por defecto y usar valores de masa, lo que corresponde a un nivel 1 de cálculo (ver Tabla N° 59).

**Tabla N° 59. Nivel metodológico aplicado para las emisiones de CO<sub>2</sub> - Subcategoría Otros usos de carbonatos – Otros usos de la Ceniza de Sosa**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Tier/nivel
2A4b	Otros usos de la ceniza de sosa	Masa de ceniza de sosa consumida en los procesos, toneladas	Importaciones de carbonato de sodio (en peso neto)	1
			Exportaciones de carbonato de sodio (en peso neto)	
			Producción de carbonato de sodio	
			Consumo de carbonato de sodio para la producción de vidrio	

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La Ecuación N° 13 describe la estimación realizada de las emisiones de dióxido de carbono en el nivel 1.

**Ecuación N° 13. Emisiones de CO<sub>2</sub>, Nivel 1 – Subcategoría Otros usos de carbonatos – Otros usos de la Ceniza de Sosa**

$$\text{Emisiones de CO}_2 = M_c \times EF_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$$

Donde:

Emisiones de CO<sub>2</sub> = emisiones de CO<sub>2</sub> proveniente de otros usos del carbonato de sodio en los procesos, toneladas

M<sub>c</sub> = masa de carbonato consumido (carbonato de sodio), toneladas

EF<sub>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></sub> = factor de emisión para el consumo de carbonato de sodio, toneladas de CO<sub>2</sub>/toneladas de carbonato

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 2

Dado que lo que se desea obtener es la masa consumida de ceniza de sosa (M<sub>c</sub>) pero no existen fuentes de información que reporten este dato directamente, se optó por estimarlo de manera indirecta a partir de la información obtenida de producción, importación, exportación y consumo del carbonato de sodio para vidrio (que debe ser restado en esta subcategoría para evitar doble contabilidad<sup>56</sup>). El esquema de cálculo descrito con la Ecuación N° 14 describe la determinación de M<sub>c</sub>, donde la masa de carbonato de sodio consumido para otros usos es igual a la suma de la masa producida e importada de carbonato de sodio menos la masa exportada y consumida para producción de vidrio.

**Ecuación N° 14. Cálculo de masa de carbonato consumido – Subcategoría Otros usos de carbonatos – Otros usos de la Ceniza de Sosa**

$$\text{Consumo local para otros usos (M}_c\text{)} = \text{Producción} + \text{Importación} - \text{Exportación} - \text{Consumo local para vidrio}$$

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

<sup>56</sup> En la subcategoría 2A3 ya se contabilizan las emisiones de CO<sub>2</sub> del consumo de carbonato de sodio en la producción de vidrio.

La Ecuación N° 15 describe el cálculo de la masa de carbonato consumido para la producción de vidrio, cuyo resultado debe ser descontado de la estimación de las emisiones de otros usos de ceniza de sosa, para evitar doble contabilidad.

**Ecuación N° 15. Cálculo de masa de carbonato consumido para vidrio – Otros usos de la Ceniza de Sosa**

<p>Consumo local de carbonato de sodio para vidrio =</p> $M_g \times (1 / 0.84) \times 0.2$
<p>Donde:</p> <p><math>M_g</math> = masa de vidrio producido, toneladas – ver Subcategoría 2A3: Producción de vidrio</p> <p>1 / 0.84 representa la relación de materia prima y vidrio producido (de acuerdo a la composición típica para el factor de emisión por defecto) - ver Tabla N° 63</p> <p>0.2 es la participación de la ceniza de sosa (carbonato de sodio) en la arena mezcla para producir vidrio (convertida de porcentaje a fracción) - ver Tabla N° 63</p>

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 2

**4.1.5.2 Descripción del nivel de actividad**

El nivel de actividad ha sido obtenido a partir de estadísticas nacionales del gobierno. La Tabla N° 60 describe la información utilizada.

**Tabla N° 60. Descripción del nivel de actividad utilizado y los datos nacionales utilizados en la estimación del año 2014 - Subcategoría Otros usos de carbonatos – Otros usos de la Ceniza de Sosa**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
2A4b	Otros usos de la ceniza de sosa	Masa de ceniza de sosa consumida en los procesos, toneladas	Importaciones de carbonato de sodio (en peso neto)	kilogramos (kg)	Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.	En un nivel 1, para determinar el consumo de ceniza de sosa en otros usos, se restó a las importaciones, las exportaciones y el consumo de ceniza de sosa en vidrio (se estimó en función a lo reportado y a la composición típica de la materia prima, en coherencia con 2A3). El resultado fue multiplicado por el factor de emisión por
			Exportaciones de carbonato de sodio (en peso neto)	kilogramos (kg)	Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.	

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
			Producción de carbonato de sodio	kilogramos (kg)	Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados.	defecto.
			Consumo de carbonato de sodio para la producción de vidrio	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.	

**Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)**

Aunque no se cuenta con datos de entradas de carbonatos en plantas, sí se obtuvo información de estadísticas nacionales de carbonato de sodio sobre producción, importación y exportación por ser un insumo químico fiscalizado por ley<sup>57</sup>. La producción, importación y exportación de carbonato de sodio, y su consumo local para la producción de vidrio, son los datos nacionales utilizados para calcular el nivel de actividad de la masa de carbonato consumido. El consumo de carbonato de sodio de la producción de vidrio se calculó de acuerdo a la Ecuación N° 15 en base al dato nacional de producción de vidrio (ver Subcategoría 2A3: Producción de vidrio) y considerando la relación entre materia prima y producto, y la composición típica por defecto de la materia prima (arena mezcla) (ver datos de la Tabla N° 63). Los valores de los datos nacionales para el año 2014 se describen en la Tabla N°61.

<sup>57</sup> No para todos los años. El dato de producción solo se tiene en el año 2014.

**Tabla N° 61. Valores de los datos nacionales utilizados para el año 2014 - Subcategoría Otros usos de carbonatos – Otros usos de la Ceniza de Sosa**

Dato Nacional	Valor	Unidad	Fuente de información
Importaciones de carbonato de sodio (en peso neto)	98,202,915.46	kilogramos (kg)	Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.
Exportaciones de carbonato de sodio (en peso neto)	10,985,900.00	kilogramos (kg)	Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.
Producción de carbonato de sodio	809,576.30	kilogramos (kg)	Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados.
Consumo de carbonato de sodio para la producción de vidrio	39,661.00	tonelada (t)	(calculado a partir de información sobre producción de vidrio recopilada de las empresas) Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

#### 4.1.5.3 Factores de emisión y conversión

El Factor de emisión por defecto de CO<sub>2</sub> para el uso de la ceniza de sosa que se aplica en la Ecuación N° 12 es de 0.41492 toneladas de CO<sub>2</sub> / toneladas de carbonato de sodio consumido (ver Tabla N° 63) y se deriva por estequiometría de la reacción de la calcinación del carbonato de sodio.

Las Tabla N° 62 y Tabla N° 63 describen el factor de emisión por defecto utilizado. Asimismo, se indican en la Tabla N° 63 los valores de la relación de materia prima y vidrio producido y la participación de la carbonato de sodio en la arena mezcla para aplicar en la Ecuación N° 14 y la Ecuación N° 14.

**Tabla N° 62. Factores de emisión utilizados - Subcategoría Otros usos de carbonatos – Otros usos de la Ceniza de Sosa**

Fuente de emisión / captura	Factor de emisión	calculado (C)/ por defecto (D)	Dato Nacional	TIER / Nivel	Fuente de información
Otros usos de la ceniza de sosa	Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para el uso de la ceniza de sosa (toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de ceniza de sosa utilizada)	D		1	The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

**Tabla N° 63. Valores de los factores de emisión y de conversión utilizados - Subcategoría Otros usos de carbonatos – Otros usos de la Ceniza de Sosa**

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para el uso de la ceniza de sosa (carbonato de sodio)	0.41492	toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de ceniza de sosa utilizada	Aplica por defecto en un nivel 1, se deriva por estequiometría del CO <sub>2</sub> liberado de la calcinación de carbonato de sodio. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 2.33 y GL2006. Vol. 3, p. 2.7, Cuadro 2.1
Relación de materia prima y vidrio producido (de acuerdo a la composición típica para el factor de emisión por defecto)	1 / 0.84	fracción arena mezcla / vidrio producido	Se considera para calcular la masa de carbonato de sodio usado para la producción de vidrio en 2A3 y descontarla de esta fuente de emisión. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 2.33
Participación de la ceniza de sosa (carbonato de sodio) en la arena mezcla para producir vidrio	20	%	Se considera para calcular la masa de carbonato de sodio usado para la producción de vidrio en 2A3 y descontarla de esta fuente de emisión. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 2.33

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

#### 4.1.5.4 Análisis de incertidumbre

Para determinar la incertidumbre de esta subcategoría se han utilizado los valores por defecto recomendados por GL2006<sup>58</sup>. Cuando las directrices señalaban varios valores para considerar en la incertidumbre (en función a las hipótesis asumidas para el factor de emisión o el dato de actividad), se aplicó la regla B de combinación que describen las OBP2000<sup>59</sup> (ver Ecuación N° 1). Por otro lado, se optó por los valores medios cuando las directrices indicaban rangos.

Al factor de emisión por defecto utilizado en la estimación se le atribuye la incertidumbre de la pureza de la piedra carbonatada (de caliza y dolomita)<sup>60</sup>, por lo cual se ha considerado un valor medio del rango de incertidumbre  $\pm 3\%$  (ver Tabla N°64).

**Tabla N° 64. Hipótesis y valores de incertidumbre por defecto para el Factor de Emisión – Subcategoría Otros usos de carbonatos – Otros usos de la Ceniza de Sosa**

Incertidumbre ( $\pm$ )	Descripción	Nivel
1 – 5 %	Hipótesis de una cierta pureza para la fracción de piedra caliza y de dolomita	1

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006. Vol. 3, p. 2.24

La incertidumbre asociada al dato de actividad es igual a  $\pm 2.83\%$  que es el resultado de la combinación de dos incertidumbres (del pesaje o a las proporciones de carbonatos, para toda industria considerada y del análisis químico global en relación con el contenido y la identidad de los carbonatos), (ver Tabla N° 65).

<sup>58</sup> GL2006. Vol. 3, p. 2.24

<sup>59</sup> OBP2000, Capítulo 6, Ecuación 6.4, p 6.13

<sup>60</sup> Se indica en las GL2006 por defecto para la subcategoría de otros usos de carbonatos, pero es preciso mencionar que en este caso el carbonato es carbonato de sodio (ceniza de sosa)

**Tabla N° 65. Hipótesis y valores de incertidumbre por defecto para el Dato de Actividad - Subcategoría Otros usos de carbonatos – Otros usos de la Ceniza de Sosa**

Incertidumbre (±)	Descripción	Nivel
1 – 3 %	Pesaje o a las proporciones de carbonatos, para toda industria considerada	1
1 – 3 %	Análisis químico global en relación con el contenido y la identidad de los carbonatos	1

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006. Vol. 3, p. 2.24

Los resultados obtenidos indican que la incertidumbre combinada de esta fuente es igual a  $\pm 4.12\%$ , mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones sectoriales es igual a  $\pm 2.05\%$  (ver Tabla N° 66).

**Tabla N° 66. Estimación de incertidumbre - Subcategoría Otros usos de carbonatos – Otros usos de la Ceniza de Sosa**

**INCERTIDUMBRE POR FUENTE A PARTIR DEL ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE DEL SECTOR**

A		B	E	F	G	M
Código de sector y categorías de fuentes (GL2006)	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones sectoriales <small>totales</small>
			Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{E^2 + F^2}$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %

2				<b>Procesos Industriales y uso de productos</b>			
---	--	--	--	---	--	--	--

<b>2A</b>		<b>Industria de los minerales</b>					
	2A4	Otros usos de Carbonatos					
	2A4b	Otros usos de la Ceniza de Sosa	CO <sub>2</sub>	2.83%	3.00%	$\pm 4.12\%$	$\pm 2.05\%$

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Para revisar y analizar las fórmulas y los valores por defecto utilizados en la estimación de incertidumbre se recomienda ver las hojas “Incertidumbre – resultados” e “Incertidumbre – valores” en la Planilla de Cálculo del año 2014. Además, en el Anexo 2 se presenta la tabla de estimación de la incertidumbre a nivel de fuentes por categorías.

**4.1.5.5 Control de calidad**

Se consideraron los procedimientos de control de calidad que se han descrito en la Tabla N° 10 del presente reporte. Además de los procedimientos generales (ver sección 2.4), las GL2006 recomiendan procedimientos específicos. Estos procedimientos y las acciones llevadas a cabo se describen en la Tabla N° 67.

**Tabla N° 67. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Subcategoría Otros usos de carbonatos – Otros usos de la Ceniza de Sosa**

Procedimiento específico	Comentario sobre la aplicación
<p><b>Comparación de las estimaciones de las emisiones obtenidas con los diferentes métodos</b></p> <p>Las estimaciones de emisiones derivadas de cualquier Nivel pueden compararse con las de otros Niveles, aun cuando el método del Nivel 3 pueda estar dando cuenta de especies de carbonatos adicionales no incluidas en los análisis de Nivel 1 ni de Nivel 2. Si se supone que la misma fracción de calcinación alcanzada se emplea para todos los Niveles, las emisiones estimadas con los métodos respectivos serán probablemente similares en magnitud, si se considera que la piedra caliza y la dolomita tienden a contribuir con el mayor porcentaje de emisiones para estas fuentes.</p>	<p>No se realizaron las comparaciones ya que no se dispone de información sobre el nivel de actividad para aplicar métodos de niveles superiores al 1.</p>
<p><b>Verificación de los datos de la actividad</b></p> <p>Dado que la piedra caliza, la dolomita y otros carbonatos se consumen en una variedad de industrias, puede que haya una cantidad de fuentes de datos diferentes disponibles que contengan información sobre el consumo de carbonatos en las industrias respectivas. Por ejemplo, los datos para el consumo de piedra caliza en varias instalaciones de la industria del hierro y del acero podrían compararse para ver si la cantidad de fundentes utilizados es similar, en proporción a la producción al nivel de las instalaciones.</p> <p>También, la información específica de la planta sobre el uso de piedra caliza, dolomita y otros carbonatos como fundentes puede compararse con las estadísticas de las asociaciones industriales. Estas estadísticas pueden, a su vez, compararse con las estadísticas de nivel nacional sobre la piedra caliza, la dolomita y otros consumos de carbonatos.</p> <p>Suele ser útil examinar las tendencias de los datos de la actividad a través del tiempo para ver si se producen grandes fluctuaciones de un año para otro. Los compiladores del inventario deben ser cautos al sacar conclusiones basadas en los datos de tendencias, pues en estas estadísticas puede haber grandes fluctuaciones entre año y año.</p>	<p>Se descontó el consumo de carbonato de sodio derivado de la producción de vidrio (subcategoría 2A3). Esto se estimó considerando el supuesto de la composición típica de la materia prima que se aplica en el factor por defecto para mantener coherencia con las estimaciones de 2A3.</p>

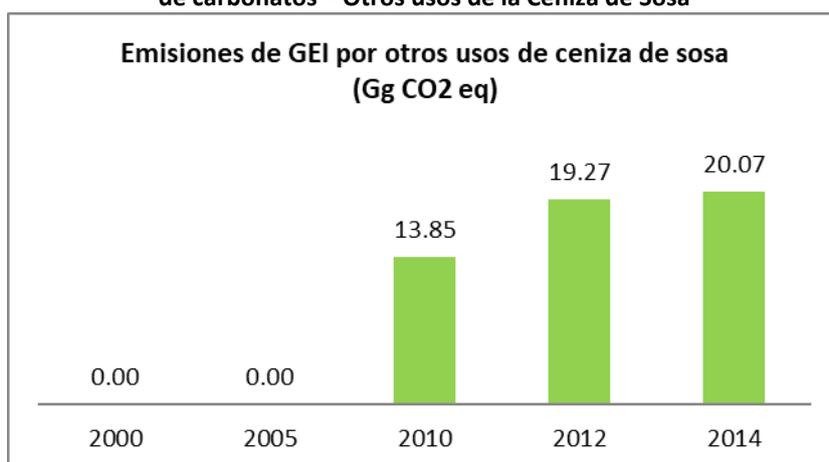
**Fuente:** Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 2, p. 2.44

No se han aplicado procedimientos de gestión de calidad en el presente RAGEI.

**4.1.5.6 Análisis de resultados de la subcategoría**

Las emisiones estimadas de CO<sub>2</sub> de otros usos de ceniza de sosa alcanzan el valor de 20.07 Gg de CO<sub>2</sub> eq para el año 2014. Se aprecia un incremento del 4.15 % en relación al año 2012 y de 47.34 % en relación al año 2010. En los años 2000 y 2005 se calculó un consumo nulo de ceniza de sosa para otros usos y por lo tanto las emisiones estimadas resultantes son también nulas. La Figura N° 21 presenta los resultados de la estimación para toda la serie de tiempo.

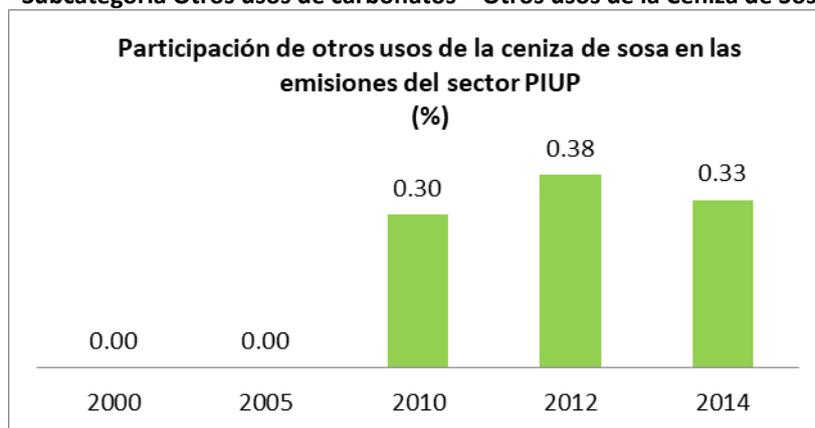
Figura N° 21. Emisiones de GEI en los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014 - Subcategoría Otros usos de carbonatos – Otros usos de la Ceniza de Sosa



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Las emisiones de otros usos de ceniza de sosa en el año 2014 representaron el 0.33 % de las emisiones del sector PIUP. La Figura N° 22 describe la participación porcentual de esta fuente para todos los años evaluados.

Figura N° 22. Participación en las emisiones del sector PIUP en los años 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 - Subcategoría Otros usos de carbonatos – Otros usos de la Ceniza de Sosa



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La actualización de las estimaciones para la serie de años 2000, 2005, 2010 y 2012 se realizó aplicando el mismo método de cálculo aplicado en el año 2014, donde el nivel de actividad de otros usos de carbonato de sodio (ceniza de sosa), que se entiende también como el consumo local para otros usos, se obtiene a partir de datos nacionales de importación, exportación, producción y consumo en la producción de vidrio. Como se detalló en la metodología, el consumo de carbonato de sodio para otros usos es el resultado de la suma de los valores de importación y producción y la resta de la exportación el consumo para producción de vidrio (ver Ecuación N° 14).

Para los valores de exportación e importación se utilizaron los datos reportados en la misma fuente para todos los años<sup>61</sup>. El dato de consumo de ceniza de sosa para la producción de vidrio se derivó del cálculo descrito en la Ecuación N° 14 y los valores de producción reportados por las empresas de vidrio<sup>62</sup>. Por otro lado, la fuente de información disponible sobre producción de carbonato de sodio solo reporta el año 2014<sup>63</sup>, por lo que, para estimar la producción de los años 2000, 2005, 2010, 2012 se asumió una relación constante en el tiempo entre la producción y el consumo local de carbonato de sodio<sup>64</sup> (ver también sección 2b7). Cabe indicar que para los años 2000 y 2005, los resultados obtenidos de consumo de carbonato de sodio para otros usos fueron negativos y, en esos casos, se consideró como nulo.

La Tabla N° 68 resume los valores de los datos nacionales obtenidos y utilizados, y sus fuentes de información.

**Tabla N° 68. Datos nacionales de nivel de actividad utilizados en la actualización de la serie temporal - Subcategoría Otros usos de carbonatos – Otros usos de la Ceniza de Sosa**

2012			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Importaciones de carbonato de sodio (en peso neto)	96,898,752.79	kilogramos (kg)	Dato reportado en: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.
Exportaciones de carbonato de sodio (en peso neto)	9,826,670.00	kilogramos (kg)	Dato reportado en: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.
Producción de carbonato de sodio	808,230.99	kilogramos (kg)	Dato estimado aplicando una relación constante entre producción y consumo local con información de: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.

<sup>61</sup> Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). Sistema Integrado de Gestión Aduanera. Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.

<sup>62</sup> Ministerio de la Producción. (2016). *Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014*. Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales del Viceministerio de Industria.

<sup>63</sup> La fuente sobre producción es: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). Registro de Operaciones - Sistema para el Control de Bienes Fiscalizados. Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados. Este registro solo tiene información a partir del año 2014.

<sup>64</sup> La relación constante entre producción y consumo local de carbonato de sodio se calculó con los valores del año 2014 siendo igual a 0.0092, esta relación se asumió constante para todos los otros años de la serie. El consumo local se consideró como el resultado de sumar la producción con la importación y restarle la exportación.

Consumo de carbonato de sodio para la producción de vidrio	41,441.52	tonelada (t)	Dato calculado a partir de información sobre producción de vidrio recopilada de las empresas en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
<b>2010</b>			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Importaciones de carbonato de sodio (en peso neto)	73,281,516.38	kilogramos (kg)	Dato reportado en: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.
Exportaciones de carbonato de sodio (en peso neto)	125,000.00	kilogramos (kg)	Dato reportado en: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.
Producción de carbonato de sodio	679,062.24	kilogramos (kg)	Dato estimado aplicando una relación constante entre producción y consumo local con información de: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.
Consumo de carbonato de sodio para la producción de vidrio	41,010.19	tonelada (t)	Dato calculado a partir de información sobre producción de vidrio recopilada de las empresas en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
<b>2005</b>			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Importaciones de carbonato de sodio (en peso neto)	37,624,850.95	kilogramos (kg)	Dato reportado en: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.
Exportaciones de carbonato de sodio (en peso neto)	0.00	kilogramos (kg)	Dato reportado en: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.

Producción de carbonato de sodio	349,245.93	kilogramos (kg)	Dato estimado aplicando una relación constante entre producción y consumo local con información de: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.
Consumo de carbonato de sodio para la producción de vidrio	41,409.78	tonelada (t)	Dato calculado a partir de información sobre producción de vidrio recopilada de las empresas en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
<b>2000</b>			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Importaciones de carbonato de sodio (en peso neto)	22,127,521.62	kilogramos (kg)	Dato reportado en: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.
Exportaciones de carbonato de sodio (en peso neto)	0.00	kilogramos (kg)	Dato reportado en: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.
Producción de carbonato de sodio	205,394.75	kilogramos (kg)	Dato estimado aplicando una relación constante entre producción y consumo local con información de: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.
Consumo de carbonato de sodio para la producción de vidrio	40,943.05	tonelada (t)	Dato calculado a partir de información sobre producción de vidrio recopilada de las empresas en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Para mayor información revisar en el archivo digital del RAGEI la carpeta de “Planillas de Cálculo” y el archivo de fuentes de información del RAGEI denominado “2A4b C de Sodio”.

#### 4.1.5.7 Sigüientes pasos

El carbonato de sodio es un insumo fiscalizado por ley, tanto su producción como su uso deben estar registrados. Dado que no se identificó fuente de información para la producción en años previos al 2014, el siguiente paso es seguir investigando en los registros históricos de PRODUCE. Por otro lado, se deberá revisar el consumo calculado para otros usos de ceniza de sosa para los años 2000 y 2005, para los cuales no hay información sobre las plantas productoras de vidrio y se aplicó extrapolación y valores sustitutos (ver sección 4.1.3). Las mejoras que se apliquen en la cuantificación de las emisiones de vidrio mejorarán también el cálculo de esta subcategoría.

## 4.2 Categoría 2B: Industria química

### 4.2.1 Subcategoría 2B1: Producción de amoníaco

El IPCC (2006) se refiere a la subcategoría 2B1 como las vinculadas a la producción de amoníaco y le atribuye la siguiente definición: “el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) es uno de los principales productos químicos industriales y el material nitrógeno más importante que se produce. El gas amoníaco se usa directamente como fertilizante, en el tratamiento de calor, para el desfibrado del papel, la fabricación de ácido nítrico y nitratos, éster de ácido nítrico y la fabricación de compuestos de nitrógeno, explosivos de diversos tipos y como refrigerante. Aminos, amidas y otros compuestos orgánicos varios, tales como la urea, se hacen a partir del amoníaco. El principal gas de efecto invernadero emitido durante la producción de  $\text{NH}_3$  es  $\text{CO}_2$ . El  $\text{CO}_2$  usado en la producción de urea, un proceso posterior, debe restarse del  $\text{CO}_2$  generado y contabilizado para el sector AFOLU” (IPCC, 2006)<sup>65</sup>. El presente reporte describe la estimación de las emisiones de dióxido de carbono de esta subcategoría.

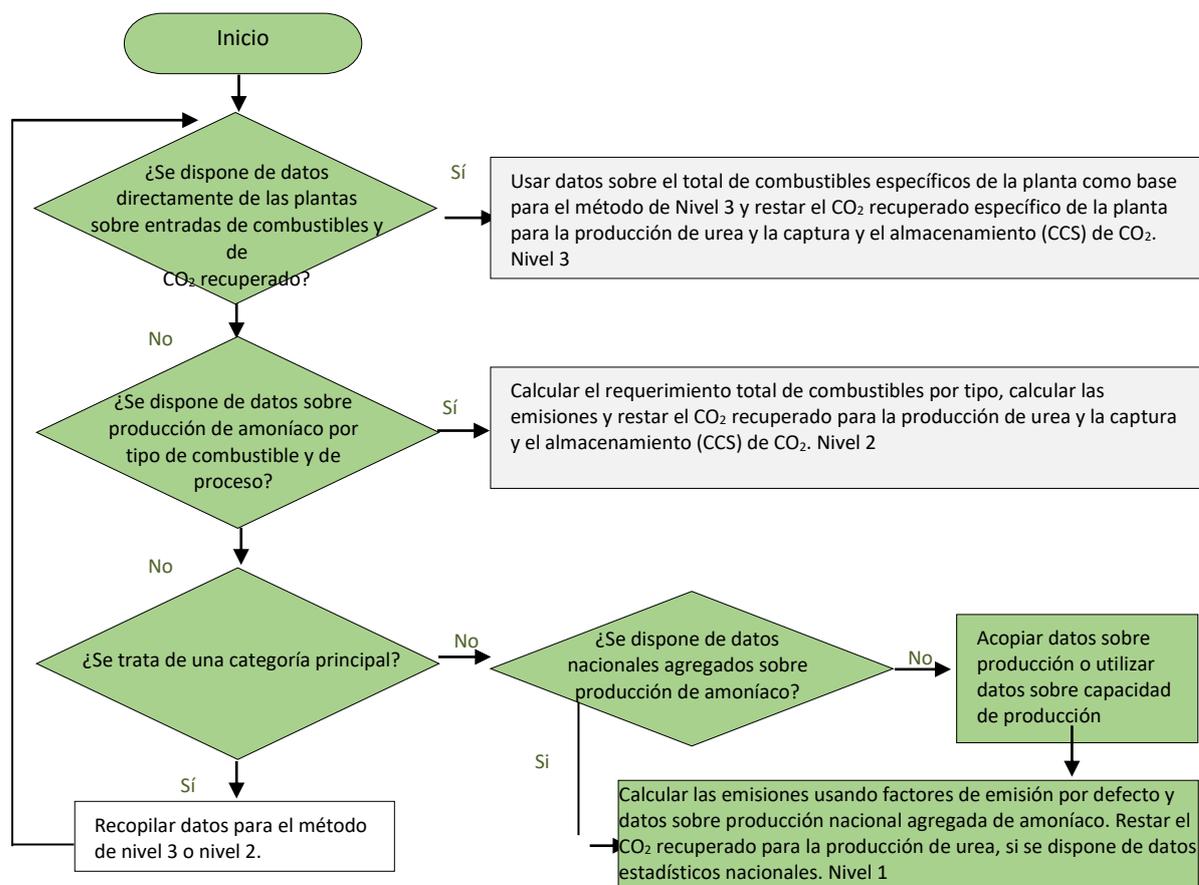
#### 4.2.1.1 Elección del método

El método de cálculo utilizado es del nivel 1 y fue elegido en función a la disponibilidad de información tal como se describe en la Figura N° 23.

---

<sup>65</sup> GL2006, Vol. 1, Capítulo 8, Cuadro 8.2

Figura N° 23. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> - Subcategoría Producción de Amoniaco



Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 3, p. 3.12

A nivel nacional, no se dispone de datos de las plantas sobre entradas de combustibles ni de CO<sub>2</sub> recuperado ni de datos sobre producción de amoniaco por tipo de combustible y de proceso. Considerando que no es una categoría principal pero que sí se cuenta con datos nacionales agregados sobre la producción de amoniaco<sup>66</sup>, la aplicación del árbol de decisiones recomienda utilizar para el presente RAGEI factores de emisión por defecto y datos de la producción nacional agregada, lo que corresponde a un nivel 1 de cálculo. El nivel metodológico se describe en la Tabla N°69.

<sup>66</sup> Solo se obtuvo del año 2014.

**Tabla N° 69. Nivel metodológico aplicado para las emisiones de CO<sub>2</sub> - Subcategoría Producción de Amoniaco**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Tier/nivel
2B1	Producción de amoniaco	Producción de amoniaco, toneladas	Producción de amoniaco	1

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La Ecuación N° 16 y la

Ecuación N° 17 describen la estimación realizada de las emisiones de dióxido de carbono en el nivel 1.

**Ecuación N° 16. Emisiones de CO<sub>2</sub>, Nivel 1 - Subcategoría Producción de Amoniaco**

EMISIONES DE CO<sub>2</sub> PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE AMONIACO – NIVEL 1  

$$\text{Emisiones de CO}_2 = AP \times FR \times CCF \times FOC \times 44 / 12 - R_{CO_2}$$

Donde:

Emisiones de CO<sub>2</sub> = emisiones de CO<sub>2</sub>, kilogramos

AP = producción de amoniaco, toneladas

FR = requisito de combustibles por unidad de salida, GJ / toneladas de amoniaco producido

CCF = factor del contenido de carbono del combustible, kg. C/ GJ

FOC = factor de oxidación de carbono del combustible, fracción

R<sub>CO<sub>2</sub></sub> = CO<sub>2</sub> recuperado para utilización ulterior en proceso secundario (producción de urea), kilogramos

Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 3, p. 3.10. Ecuación 3.1

**Ecuación N° 17. Emisiones de CO<sub>2</sub>, Nivel 1 (ecuación adaptada) - Subcategoría Producción de Amoniaco**

EMISIONES DE CO<sub>2</sub> PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE AMONIACO – NIVEL 1  

$$\text{Emisiones de CO}_2 = AP \times \text{Factor de emisión de CO}_2 - R_{CO_2}$$

Donde:

Emisiones de CO<sub>2</sub> = emisiones de CO<sub>2</sub>, kilogramos

AP = producción de amoniaco, toneladas

R<sub>CO<sub>2</sub></sub> = CO<sub>2</sub> recuperado para utilización ulterior en proceso secundario (producción de urea), kilogramos

Fuente: Adaptado de GL2006, Volumen 3, Capítulo 3, p. 3.10. Ecuación 3.1

**4.2.1.2 Descripción del nivel de actividad**

El nivel de actividad ha sido obtenido a partir de estadísticas nacionales. La Tabla N° 70 describe la información utilizada.

**Tabla N° 70. Descripción del nivel de actividad utilizado y los datos nacionales utilizados en la estimación del año 2014 - Producción de Amoniaco**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
2B1	Producción de amoníaco	Producción de amoníaco, toneladas	Producción de amoníaco	tonelada (t)	Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados.</i> Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados.	En un nivel 1, la producción de amoníaco se multiplica por un factor por defecto que está en función a valores de requisito de combustible, contenido de carbono y factor de oxidación del gas natural. Además, se le debe descontar el dióxido de carbono recuperado para la producción de urea. Esta sustancia es un insumo fiscalizado por ley cuyo registro está disponible en la SUNAT desde el 2014, años previos no fueron reportados ni por SUNAT ni por DGPR - PRODUCE.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

El dato nacional utilizado es la producción de amoníaco. El amoníaco es un insumo químico fiscalizado por ley y la SUNAT cuenta con el registro sobre su producción a partir del año 2014. Las emisiones son calculadas con la Ecuación N°17 utilizando el valor del dato nacional para el año 2014 que se describe en la Tabla N° 71.

**Tabla N° 71. Valor del dato nacionales utilizado para el año 2014 - Subcategoría Producción de Amoniaco**

Dato Nacional	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de amoníaco	15,147.24	tonelada (t)	Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados.</i> Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

#### 4.2.1.3 Factores de emisión y conversión

Los factores de emisión dependen del tipo de proceso de producción, las GL2006 dan valores por defecto a elegir en caso no se cuente con información asumiendo que se utiliza gas natural como combustible. Para el cálculo en el presente reporte se eligieron los valores que se describen en la Tabla N° 73 de acuerdo a las recomendaciones de las directrices del IPCC. La Tabla 72 y la Tabla N° 73 describen los factores de emisión por defecto utilizados.

**Tabla N° 72. Factores de emisión utilizados – Subcategoría Producción de Amoníaco**

Fuente de emisión / captura	Factor de emisión	calculado (C)/ por defecto (D)	Dato Nacional	TIER / Nivel	Fuente de información
Producción de amoníaco	Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> (toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de NH <sub>3</sub> )	D		1	The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spa_nish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spa_nish/</a>
	Requisito por defecto del combustible por unidad de salida (GJ / toneladas de amoníaco producido)	D			The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spa_nish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spa_nish/</a>
	Factor por defecto del contenido de carbono del combustible (Kg C / GJ)	D			The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spa_nish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spa_nish/</a>
	Factor de oxidación de carbono por defecto del combustible (fracción)	D			The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spa_nish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spa_nish/</a>
	CO <sub>2</sub> recuperado para utilización ulterior en un proceso secundario (producción de	D			The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H.

	urea) (Kg)				Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spa_nish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spa_nish/</a>
--	------------	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

**Tabla N° 73. Valores de los factores de emisión y de conversión utilizados - Subcategoría Producción de Amoniaco**

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub>	3.273	toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de NH <sub>3</sub> )	Aplica por defecto en un nivel 1, al desconocerse el tipo de proceso y el combustible. Se seleccionó como buena práctica el valor promedio para la oxidación parcial. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 3.13
Requisito por defecto del combustible por unidad de salida	42.5	GJ / toneladas de amoniaco producido	Aplica por defecto en un nivel 1, al desconocerse el tipo de proceso y el combustible. Se seleccionó como buena práctica el valor promedio para la oxidación parcial. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 3.13
Factor por defecto del contenido de carbono del combustible	21	Kg C / GJ	Aplica por defecto en un nivel 1, al desconocerse el tipo de proceso y el combustible. Se seleccionó como buena práctica el valor promedio para la oxidación parcial. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 3.13
Factor de oxidación de carbono por defecto del combustible	1	Fracción	Aplica por defecto en un nivel 1, al desconocerse el tipo de proceso y el combustible. Se seleccionó como buena práctica el valor promedio para la oxidación parcial. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 3.13
CO <sub>2</sub> recuperado para utilización ulterior en un proceso secundario (producción de urea)	0	Kg	Si no se conoce la producción de urea, aplica como buena práctica suponer que es nula la recuperación de CO <sub>2</sub> . Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 3.10

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

#### 4.2.1.4 Análisis de incertidumbre

Para determinar la incertidumbre de esta subcategoría se han utilizado los valores por defecto recomendados por GL2006<sup>67</sup>. Cuando las directrices señalaban varios valores para considerar en la incertidumbre (en función a las hipótesis asumidas para el factor de emisión o el dato de actividad), se aplicó la regla B de combinación que describen las OBP2000<sup>68</sup> (ver Ecuación N° 1). Por otro lado, se optó por los valores medios cuando las directrices indicaban rangos.

Al factor de emisión por defecto utilizado en la estimación se le atribuye una incertidumbre de  $\pm 7\%$  que corresponde a la incertidumbre del valor por defecto del requisito de combustible como valor promedio - oxidación parcial (ver Tabla N° 74).

<sup>67</sup> GL2006. Vol. 3, p. 3.13, Cuadro 3.1 y GL2006. Vol. 3, p. 3.16

<sup>68</sup> OBP2000, Capítulo 6, Ecuación 6.4, p 6.13

**Tabla N° 74. Hipótesis y valores de incertidumbre por defecto para el Factor de Emisión - Subcategoría Producción de Amoniaco**

Incertidumbre (±)	Descripción	Nivel
7 %	Requisito de combustible para el valor promedio (oxidación parcial)	1

Fuente: Elaboración propia en base a GL2006. Vol. 3, Cuadro 3.1, p. 3.13

Las GL2006 señalan como buena práctica obtener estimaciones de incertidumbre al nivel de la planta, las cuales deberían ser menores que los valores de incertidumbre asociados a los valores por defecto. Sin embargo, para la estimación se utilizó información de estadísticas nacionales agregadas, sin diferenciar tecnologías, es por ello que se aplicó el factor por defecto recomendado, que tiene los valores más altos de emisión y también aporta más incertidumbre.

Por otro lado, para el dato de actividad se considera un valor por defecto de incertidumbre de ± 5 % recomendado por las GL2006 cuando no se dispone de información (ver Tabla N° 75).

**Tabla N° 75. Hipótesis y valores de incertidumbre por defecto para el Dato de Actividad - Subcategoría Producción de Amoniaco**

Incertidumbre (±)	Descripción	Nivel
5 %	Datos de la actividad cuando no se dispone de información	1

Fuente: Elaboración propia en base a GL2006. Vol. 3, p. 3.16

Los resultados obtenidos indican que la incertidumbre combinada de esta fuente es igual a ± 8.60 %, mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones sectoriales es igual a ± 4.79 % (ver Tabla N° 76). Si se conocieran las tecnologías, se podría esperar una reducción de la incertidumbre, un dictamen de expertos podría reducir la incertidumbre. Asimismo, en relación a las estimaciones de la serie de tiempo, es importante considerar que dado que solo se disponía de dato real del nivel de actividad para el año 2014 se tuvo que completar vacíos de información (aplicando extrapolación y aplicando una relación constante, ver sección) y por tanto esto significaría un incremento de la incertidumbre de la serie de estimaciones.

**Tabla N° 76. Estimación de incertidumbre - Subcategoría Producción de Amoniaco**

**INCERTIDUMBRE POR FUENTE A PARTIR DEL ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE DEL SECTOR**

A		B	E	F	G	M	
Código de sector y categorías de fuentes (GL2006)	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones sectoriales	
			Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{E^2 + F^2}$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %	
2	Procesos Industriales y uso de productos						
2B	Industria química						
	2B1	Producción de Amoniaco	CO <sub>2</sub>	5.00%	7.00%	±8.60%	±4.79%

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Para revisar y analizar las fórmulas y los valores por defecto utilizados en la estimación de incertidumbre se recomienda ver las hojas “Incertidumbre – resultados” e “Incertidumbre – valores” en la Planilla de Cálculo del año 2014. Además, en el Anexo 2 se presenta la tabla de estimación de la incertidumbre a nivel de fuentes por categorías.

**4.2.1.5 Control de calidad**

Se consideraron los procedimientos de control de calidad que se han descrito en la Tabla N° 10 del presente reporte. Además de los procedimientos generales (ver sección 2.4), las GL2006 recomiendan procedimientos específicos. Estos procedimientos y las acciones llevadas a cabo se describen en la Tabla N° 77.

**Tabla N° 77. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Subcategoría Producción de Amoniaco**

Procedimiento específico	Comentario sobre la aplicación
<p><b>Comparación de los factores de emisión</b>                      Los compiladores del inventario deben verificar si los factores de emisión estimados están dentro del intervalo de los factores de emisión por defecto proporcionados para el método de Nivel 1 y, además, deben garantizar que los factores de emisión sean coherentes con los valores derivados del análisis de la química del proceso. Por ejemplo, la tasa de generación de CO<sub>2</sub> basada en el gas natural no debe ser inferior a 1,14 toneladas de CO<sub>2</sub> por tonelada de amoníaco producido. Si los factores de emisión caen fuera de los intervalos estimados, es una buena práctica evaluar y documentar las condiciones específicas de la planta que dan cuenta de las diferencias.</p>	<p>El procedimiento no es aplicable dado que se usó un factor de emisión por defecto.</p>
<p><b>Verificación de los datos específicos de la planta</b>                      Para una auditoría adecuada de las estimaciones de emisiones se requieren los siguientes datos específicos de planta:                      Datos de la actividad que incluyan datos de entradas y de salidas (los datos de entrada deben ser el total de los requisitos de combustibles, vale decir, entrada de combustible energético más alimentación al proceso;                      Método de cálculo y estimación utilizado;                      Lista de las hipótesis formuladas;                      Documentación sobre todo método de medición específico de la planta y resultados de la medición.                      Si se recopilan las mediciones de las emisiones provenientes de las plantas individuales, los compiladores del inventario deben garantizar que dichas mediciones hayan sido efectuadas según normas nacionales o internacionales reconocidas. Los procedimientos de GC practicados en la instalación deben declararse con referencias directas e incluirse en el plan de GC. Si las prácticas de medición no son coherentes con las normas de GC, los compiladores del inventario deben reconsiderar el uso de los datos correspondientes.</p>	<p>El procedimiento no es aplicable dado que no se utilizó información de plantas de producción sino información de estadísticas nacionales agregadas.</p>

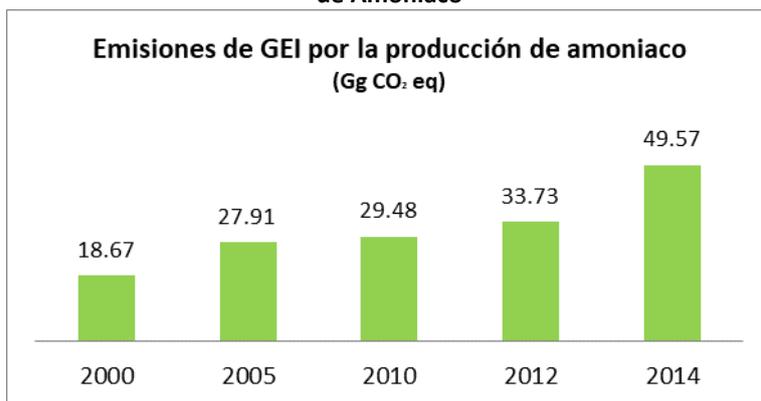
Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 3, p. 3.16

No se han aplicado procedimientos de gestión de calidad en el presente RAGEI.

**4.2.1.6 Análisis de resultados de la subcategoría**

Las emisiones de CO<sub>2</sub> de la producción de amoníaco para el año 2014 se estiman que son 49.57 Gg de CO<sub>2</sub> eq. Se aprecia un incremento del 46.94 % en relación al año 2012 y de 165.54 % en relación al año 2000. La Figura N° 24 presenta los resultados de la estimación para toda la serie de tiempo.

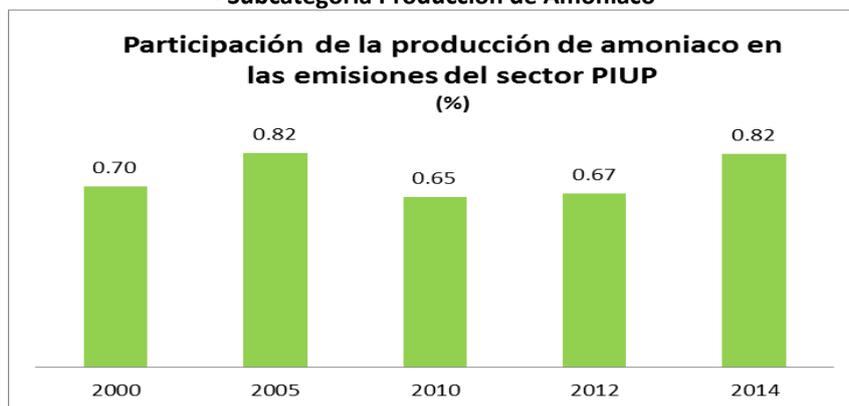
**Figura N° 24. Emisiones de GEI en los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014 - Subcategoría Producción de Amoniac**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La subcategoría de producción de amoniac representa el 0.82 % de las emisiones del sector PIUP en el año 2014. Su participación no ha variado significativamente, y en los años evaluados a variado entre 0.65 % (en el 2010) a 0.82 % como se puede ver en la Figura N° 25.

**Figura N° 25. Participación en las emisiones del sector PIUP en los años 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 - Subcategoría Producción de Amoniac**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La actualización de las estimaciones para la serie de años 2000, 2005, 2010 y 2012 se realizó aplicando el mismo método de cálculo aplicado en el año 2014, pero dado que la fuente de información sobre producción de amoniac utilizada solo reporta el año 2014<sup>69</sup>, para completar el vacío de información se asumió una relación constante en el tiempo entre la producción de amoniac y el consumo local de amoniac. Esta relación fue calculada a partir de los valores del año 2014 de producción, exportación e importación de amoniac<sup>70</sup> y se aplicó a los datos conocidos de exportación e importación para estimar la producción de los años 2000, 2005, 2010, 2012. La

<sup>69</sup> La fuente es: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). Registro de Operaciones - Sistema para el Control de Bienes Fiscalizados. Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados. Este registro solo tiene información a partir del año 2014.

<sup>70</sup> La relación constante entre producción de amoniac y consumo local se calculó con los valores del año 2014 igual a 0.0288, esta relación se asumió constante para todos los otros años de la serie. El consumo local se consideró como el resultado de la suma de la producción y la importación menos la exportación. Los valores de exportación e importación provienen de la

Tabla N° 78 describe los valores de los datos nacionales obtenidos y utilizados, y sus fuentes de información.

**Tabla N° 78. Datos nacionales de nivel de actividad utilizados en la actualización de la serie temporal - Subcategoría Producción de Amoniaco**

2012			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de amoniaco	10,308.31	tonelada (t)	Dato obtenido aplicando una relación entre producción y consumo local a partir de serie de datos de: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.
2010			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de amoniaco	9,008.67	tonelada (t)	Dato obtenido aplicando una relación entre producción y consumo local a partir de serie de datos de: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.
2005			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de amoniaco	8,527.74	tonelada (t)	Dato obtenido aplicando una relación entre producción y consumo local a partir de serie de datos de: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística -

siguiente fuente: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). Sistema Integrado de Gestión Aduanera. Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.

			Gerencia de Estadística.
<b>2000</b>			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de amoniaco	5,704.33	tonelada (t)	Dato obtenido aplicando una relación entre producción y consumo local a partir de serie de datos de: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.

**Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)**

Para mayor información revisar en el archivo digital del RAGEI la carpeta de “Planillas de Cálculo” y el archivo de fuentes de información del RAGEI denominado “2B1 Amoniaco”.

#### 4.2.1.7 Sigüientes pasos

Dado que no se identificó fuente de información para la producción en años previos al 2014, el siguiente paso es profundizar en investigar en los registros históricos<sup>71</sup>. En todo caso, se deberá solicitar datos de la producción, exportación e importación de ácido nítrico nuevamente abarcando la mayor cantidad de años posibles (incluyendo años para los cuales no se genera INGEI) de tal modo que se mejore la extrapolación y la relación aplicadas. En tal sentido, se debe reiterar la solicitud de información a la INIQBF de la SUNAT como actual responsable del registro de insumos y bienes fiscalizados por ley. Asimismo, se recomienda considerar que probablemente se requerirá la revisión de archivos no sistematizados y por tanto el tiempo de espera para la respuesta puede ser más largo.

#### 4.2.2 Subcategoría 2B2: Producción de ácido nítrico

El IPCC (2006) se refiere a la subcategoría 2B2 como las vinculadas a la producción de ácido nítrico y le atribuye la siguiente definición: “El ácido nítrico se usa principalmente como materia prima en la fabricación de fertilizantes basados en nitrógeno. El ácido nítrico puede usarse también en la producción de ácido adípico y de explosivos (por ejemplo, la dinamita), para decapado de metales y en el procesamiento de metales ferrosos. El principal gas de efecto invernadero emitido durante la producción de HNO<sub>3</sub> es el óxido nitroso” (IPCC, 2006)<sup>72</sup>. El presente reporte describe la estimación de las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) de esta subcategoría.

##### 4.2.2.1 Elección del método

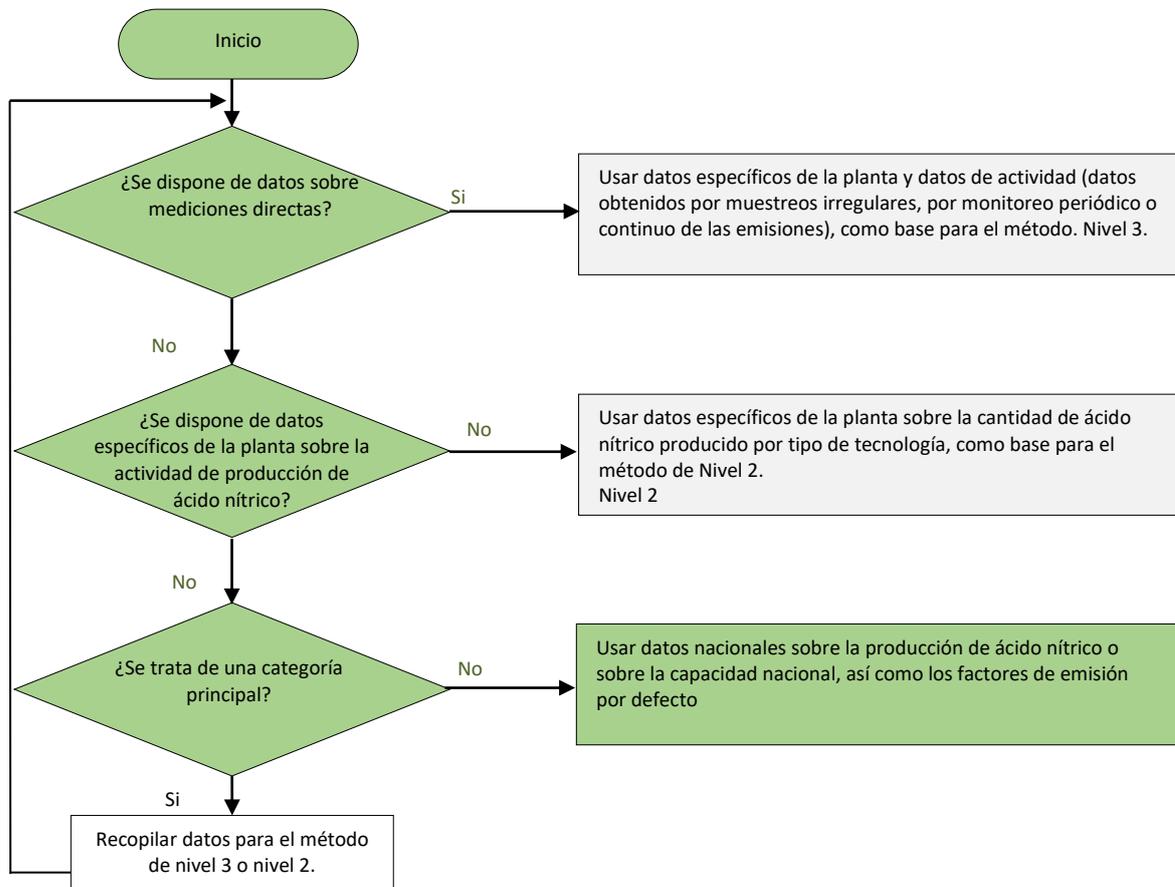
El método de cálculo utilizado es del nivel 1 y fue elegido en función a la disponibilidad de información tal como se describe en la

<sup>71</sup> El ácido nítrico es un insumo fiscalizado por ley, tanto su producción como su uso deben estar registrados. Aunque se realizó la solicitud, no se obtuvo información de la DGPR-PRODUCE ni de SUNAT.

<sup>72</sup> GL2006, Vol. 1, Capítulo 8, Cuadro 8.2

Figura N° 26.

**Figura N° 26. Árbol de decisión para estimar las emisiones de N<sub>2</sub>O - Subcategoría Producción de Ácido Nítrico**



Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 3, p. 3.28

A nivel nacional, no se dispone de datos de las plantas sobre las mediciones directas de sus emisiones ni sobre su producción de ácido nítrico. Considerando que no es una categoría principal pero que sí se cuenta con datos nacionales agregados de la producción de amoníaco<sup>73</sup>, la aplicación del árbol de decisiones recomienda utilizar para el presente RAGEI factores de emisión por defecto y datos de la producción nacional agregada, lo que corresponde a un nivel 1 de cálculo. El nivel metodológico se describe en la Tabla N° 79

**Tabla N° 79. Nivel metodológico aplicado para las emisiones de N<sub>2</sub>O - Subcategoría Producción de Ácido Nítrico**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Tier/nivel
2B2	Producción de ácido nítrico	Producción de ácido nítrico, toneladas	Producción de ácido nítrico	1

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

<sup>73</sup> Solo se obtuvo del año 2014.

La Ecuación N° 18 describe la estimación realizada de las emisiones de óxido nitroso en el nivel 1.

**Ecuación N° 18. Emisiones de N<sub>2</sub>O, Nivel 1 - Subcategoría Producción de Ácido Nítrico**

EMISIONES DE N<sub>2</sub>O DE LA PRODUCCIÓN DE ÁCIDO NÍTRICO – NIVEL 1

Emisiones de N<sub>2</sub>O = EF x NAP

Donde:

Emisiones de N<sub>2</sub>O = emisiones de N<sub>2</sub>O, kilogramos

EF = factor de emisión de N<sub>2</sub>O (por defecto), kg. de N<sub>2</sub>O / toneladas de ácido nítrico producido

NAP = producción de ácido nítrico, toneladas

**Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 3, p. 3.19. Ecuación 3.5**

**4.2.2.2 Descripción del nivel de actividad**

El nivel de actividad ha sido determinado a partir de las estadísticas nacionales. La Tabla N° 80 describe la información utilizada.

**Tabla N° 80. Descripción del nivel de actividad utilizado y los datos nacionales utilizados en la estimación del año 2014 - Subcategoría Producción de Ácido Nítrico**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
2B2	Producción de ácido nítrico	Producción de ácido nítrico, toneladas	Producción de ácido nítrico	tonelada (t)	Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados.</i> Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados.	En un nivel 1, la producción de ácido nítrico se multiplica por un factor por defecto. Si no se cuenta con información es una buena práctica utilizar el factor de emisión mayor. Esta sustancia es un insumo fiscalizado por ley cuyo registro está disponible en la SUNAT desde el 2014, años previos no fueron reportados ni por SUNAT ni por DGPR - PRODUCE.

**Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)**

El ácido nítrico es un insumo químico fiscalizado por ley y la SUNAT cuenta con el registro sobre su producción a partir del año 2014. El dato nacional utilizado es la producción de ácido nítrico y las emisiones son calculadas con la Ecuación N° 18, el valor del dato nacional para el año 2014 se describe en la Tabla N° 81.

**Tabla N° 81. Valor del dato nacional utilizado para el año 2014 - Subcategoría Producción de Ácido Nítrico**

Dato Nacional	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de ácido nítrico	50,837.78	tonelada (t)	Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados.</i> Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados.

**Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)**

#### 4.2.2.3 Factores de emisión y conversión

La Tabla N° 82 describe el factor de emisión por defecto utilizado.

**Tabla N° 82. Factores de emisión utilizados – Subcategoría Producción de Ácido Nítrico**

Fuente de emisión / captura	Factor de emisión	calculado (C)/ por defecto (D)	Dato Nacional	TIER / Nivel	Fuente de información
Producción de ácido nítrico	Factor de emisión por defecto de N <sub>2</sub> O (kg de N <sub>2</sub> O / tonelada de ácido nítrico producido)	D		1	The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

El factor de emisión utilizado se seleccionó de los valores por defecto de las GL2006 siguiendo sus recomendaciones de buenas prácticas (ver Tabla N° 83).

**Tabla N° 83. Valores de los factores de emisión y de conversión utilizados - Subcategoría Producción de Ácido Nítrico**

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión por defecto de N <sub>2</sub> O (kg de N <sub>2</sub> O / tonelada de ácido nítrico producido)	9	kg de N <sub>2</sub> O / tonelada de ácido nítrico producido	Aplica como valor por defecto en un nivel 1. Se selecciona como buena práctica el valor más elevado. En este caso corresponde a procesos de plantas de alta presión. GL2006. Vol. 3, pp. 3.21, 3.22

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

#### 4.2.2.4 Análisis de incertidumbre

Para determinar la incertidumbre de esta subcategoría se han utilizado los valores por defecto recomendados por GL2006<sup>74</sup>. Cuando las directrices señalaban varios valores para considerar en la incertidumbre (en función a las hipótesis asumidas para el factor de emisión o el dato de actividad), se aplicó la regla B de combinación que describen las OBP2000<sup>75</sup> (ver Ecuación N° 1). Por otro lado, se optó por los valores medios cuando las directrices indicaban rangos.

<sup>74</sup> GL2006. Vol. 3, p. 3.24

<sup>75</sup> OBP2000, Capítulo 6, Ecuación 6.4, p 6.13

Al factor de emisión por defecto utilizado en la estimación (correspondiente a plantas de alta presión) se le atribuye una incertidumbre por defecto de  $\pm 40\%$  (ver Tabla N° 80).

**Tabla N° 84. Hipótesis y valores de incertidumbre por defecto para el Factor de Emisión - Subcategoría Producción de Ácido Nítrico**

Incertidumbre ( $\pm$ )	Descripción	Nivel
40 %	Factor de emisión por defecto de $\text{N}_2\text{O}$ de Plantas a alta presión	1

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006. Vol. 3, p. 3.22, Cuadro 3.3

Las GL2006 señala como buena práctica obtener estimaciones de incertidumbre al nivel de la planta, las cuales deberían ser menores que los valores de incertidumbre asociados a los valores por defecto. Sin embargo, para la estimación se utilizó información de estadísticas nacionales agregadas, sin diferenciar tecnologías, es por ello que se aplicó el factor por defecto recomendado, que tiene los valores más altos de emisión. Por tanto, si se conociera la tecnología, se podría esperar una reducción de la incertidumbre.

Por otro lado, para el dato de actividad se utilizó el valor de incertidumbre de  $\pm 2\%$  que recomienda las GL2006 cuando no se dispone de información (ver Tabla N° 85)

**Tabla N° 85. Hipótesis y valores de incertidumbre por defecto para el Dato de Actividad - Subcategoría Producción de Ácido Nítrico**

Incertidumbre ( $\pm$ )	Descripción	Nivel
2 %	Datos de la actividad cuando no se dispone de información	1

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006. Vol. 3, p. 3.24

Los resultados obtenidos indican que la incertidumbre combinada de esta fuente es igual a  $\pm 40.05\%$ , mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones sectoriales es igual a  $\pm 27.35\%$  (ver Tabla N° 86). Aunque, en relación a las estimaciones de la serie de tiempo, es importante considerar que debido a que solo se disponía de un dato real para el año 2014 se tuvo que completar vacíos de información (aplicando extrapolación y aplicando una relación constante, ver sección de análisis de resultados) y por tanto la incertidumbre podría ser mayor en la serie temporal.

**Tabla N° 86. Estimación de incertidumbre - Subcategoría Producción de Ácido Nítrico**  
**INCERTIDUMBRE POR FUENTE A PARTIR DEL ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE DEL SECTOR**

A		B	E	F	G	M
Código de sector y categorías de fuentes (GL2006)	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones sectoriales totales
			Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{E^2 + F^2}$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %
<b>2</b> <b>Procesos Industriales y uso de productos</b>						
<b>2B</b> <b>Industria química</b>						
	2B2	Producción de Ácido Nítrico	N <sub>2</sub> O	2.00%	40.00%	±40.05% ±27.35%

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Para revisar y analizar las fórmulas y los valores por defecto utilizados en la estimación de incertidumbre se recomienda ver las hojas “Incertidumbre – resultados” e “Incertidumbre – valores” en la Planilla de Cálculo del año 2014. Además, en el Anexo 2 se presenta la tabla de estimación de la incertidumbre a nivel de fuentes por categorías.

**4.2.2.5 Control de calidad**

Se consideraron los procedimientos de control de calidad que se han descrito en la Tabla N° 10 del presente reporte. Además de los procedimientos generales (ver sección 2.4), las GL2006 recomiendan procedimientos específicos. Estos procedimientos y las acciones llevadas a cabo se describen en la Tabla N° 87.

**Tabla N° 87. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Subcategoría Producción de Ácido Nítrico**

Procedimiento específico	Comentario sobre la aplicación
<p><b>Comparación de las estimaciones de emisiones mediante diferentes métodos</b></p> <p>Si se calculan las emisiones empleando datos de plantas individuales de ácido nítrico (método «de abajo hacia arriba»), los compiladores del inventario deben comparar las estimaciones con las emisiones calculadas empleando los datos nacionales de producción (método «de arriba hacia abajo»). Deben registrar los resultados e investigar todas las discrepancias no explicadas.</p> <p>Dado que las categorías de fuente del N<sub>2</sub>O industrial son relativamente pequeñas comparadas con otras fuentes antropogénicas o naturales, no es factible comparar las emisiones con las tendencias medidas en la concentración de N<sub>2</sub>O atmosférico.</p>	<p>El procedimiento no es aplicable dado que se usó un factor de emisión por defecto.</p>

Procedimiento específico	Comentario sobre la aplicación
<p><b>Datos al nivel de planta</b>                      Los compiladores del inventario deben archivar suficiente información para permitir una revisión independiente de las emisiones de la serie temporal a partir del año de base y para explicar las tendencias en las emisiones al realizar comparaciones históricas. Esto es particularmente importante en los casos en que la repetición de los cálculos es necesaria, por ejemplo, cuando un compilador cambia de un uso de valores por defecto hacia valores reales determinados al nivel de la planta.</p>	<p>El procedimiento no es aplicable dado que no se utilizó información de plantas de producción sino información de estadísticas nacionales agregadas.</p>
<p><b>Revisión de las mediciones directas de las emisiones</b>                      Si se dispone de mediciones de N<sub>2</sub>O al nivel de planta, los compiladores deben confirmar que se han utilizado métodos estándar reconocidos internacionalmente. Si las prácticas de medición no cumplen con este criterio, entonces se debe evaluar el uso de tales datos de emisiones. Además, deben reconsiderar las estimaciones de la incertidumbre a la luz de los resultados de la GC/CC.                      Los compiladores del inventario deben comparar los factores basados en la planta con los valores por defecto del IPCC para garantizar que los factores específicos de la planta sean razonables. Deben explicar y documentar todas las diferencias entre los factores específicos de planta y los factores por defecto y en particular, toda diferencia en las características de la planta que pueda conducir a estas diferencias.</p>	<p>El procedimiento no es aplicable dado que no se utilizó información de plantas de producción sino información de estadísticas nacionales agregadas.</p>

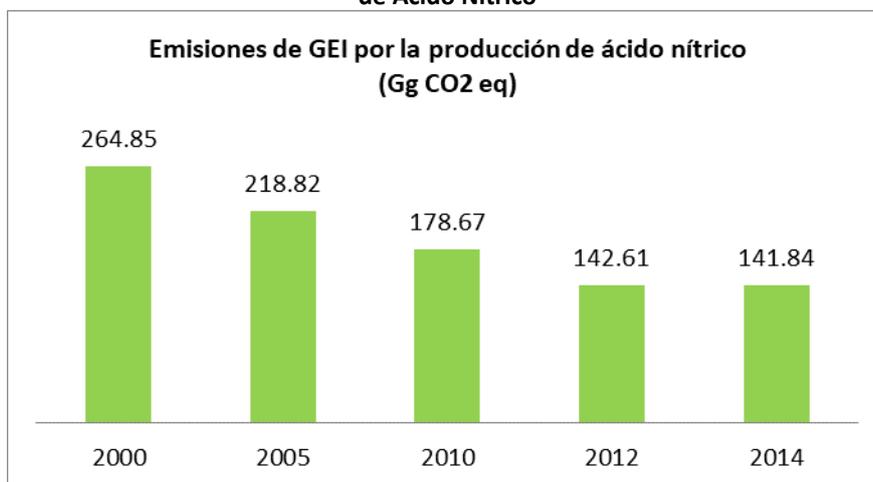
Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 3, pp. 3.24 y 3.25

No se han aplicado procedimientos de gestión de calidad en el presente RAGEI.

**4.2.2.6 Análisis de resultados de la subcategoría**

Las emisiones de N<sub>2</sub>O de la producción de ácido nítrico se estiman tienen un valor de 141.84 Gg de CO<sub>2</sub> eq para el año 2014. Estas emisiones presentan una disminución de 0.54 % en relación al año 2012 y de 46.45 % en relación al año 2000. La tendencia entre el año 2000 y 2014 es en promedio decreciente. La Figura N° 27 presenta los resultados de la estimación para toda la serie de tiempo.

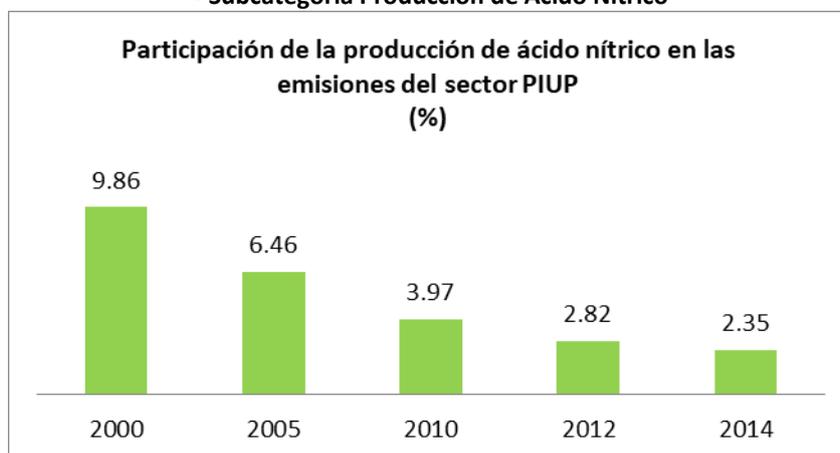
**Figura N° 27. Emisiones de GEI en los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014 - Subcategoría Producción de Ácido Nítrico**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La subcategoría de producción de ácido nítrico es la más importante de la categoría de industria química del sector PIUP representando el 73.74 % de las emisiones en CO<sub>2</sub> eq de dicha categoría en el 2014. Sin embargo, también se puede observar que su participación en las emisiones totales del sector en el tiempo ha descendido de 9.86 % en el año 2000 a 2.35 % en el 2014 (ver Figura N° 28). Cabe recordar que solo se contó con dato real sobre la actividad para el año 2014.

**Figura N° 28. Participación en las emisiones del sector PIUP en los años 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 - Subcategoría Producción de Ácido Nítrico**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La actualización de las estimaciones para la serie de años 2000, 2005, 2010 y 2012 se realizó aplicando el mismo método de cálculo aplicado en el año 2014, pero dado que la fuente de información sobre producción de ácido nítrico obtenida solo reporta el año 2014<sup>76</sup>, para completar el vacío de información se asumió una relación constante en el tiempo entre la producción y el consumo local de ácido nítrico. Esta relación fue calculada a partir de los valores del año 2014 de producción, exportación e importación de amoníaco<sup>77</sup> y se aplicó con datos conocidos de exportación e importación para estimar la producción de los años 2010 y 2012. Debido a que la importación y exportación registrada para los años 2005 y 2000 era nula, para estos dos años no se aplicó la relación y la producción se estimó por extrapolación lineal con los datos de producción calculados del 2010 y 2012, y el reportado del 2014. La Tabla N° 88 presenta los valores de los datos nacionales obtenidos y utilizados, y sus fuentes de información.

<sup>76</sup> La fuente sobre producción es: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). Registro de Operaciones - Sistema para el Control de Bienes Fiscalizados. Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados. Este registro solo tiene información a partir del año 2014.

<sup>77</sup> La relación constante entre producción y consumo local se calculó con los valores del año 2014 igual a 0.9238, esta relación se asumió constante para todos los otros años de la serie. El consumo local se consideró como el resultado de la suma de la producción y la importación menos la exportación. Los valores de exportación e importación provienen de la siguiente fuente: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). Sistema Integrado de Gestión Aduanera. Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.

**Tabla N° 88. Datos nacionales de nivel de actividad utilizados en la actualización de la serie temporal - Subcategoría Producción de Ácido Nítrico**

2012			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de ácido nítrico	51,114,366.99	tonelada (t)	Dato obtenido aplicando una constante de relación entre producción y consumo local, a partir de serie de datos de: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.
2010			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de ácido nítrico	64,037,811.73	tonelada (t)	Dato obtenido aplicando una constante de relación entre producción y consumo local, a partir de serie de datos de: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.
2005			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de ácido nítrico	78,430,046.72	tonelada (t)	Dato obtenido por extrapolación y aplicando una constante de relación entre producción y consumo local, a partir de serie de datos de: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.
2000			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de ácido nítrico	94,930,090.75	tonelada (t)	Dato obtenido por extrapolación y aplicando una constante de relación entre producción y consumo local, a partir de serie de datos de: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Para mayor información revisar en el archivo digital del RAGEI la carpeta de “Planillas de Cálculo” y el archivo de fuentes de información del RAGEI denominado “2B2 Ac Nítrico”.

#### 4.2.2.7 Sigüientes pasos

Dado que no se identificó fuente de información para la producción en años previos al 2014, el siguiente paso es profundizar en investigar en los registros históricos<sup>78</sup>. En todo caso, se deberá solicitar datos de la producción, exportación e importación de ácido nítrico nuevamente abarcando la mayor cantidad de años posibles (incluyendo años para los cuales no se genera INGEI) de tal modo que se mejore la extrapolación y la relación aplicadas. En tal sentido, se debe reiterar la solicitud de información a la INIQBF de la SUNAT como actual responsable del registro de insumos y bienes fiscalizados por ley. Asimismo, se recomienda considerar que probablemente se requerirá la revisión de archivos no sistematizados y por tanto el tiempo de espera para la respuesta puede ser más largo.

#### 4.2.3 Subcategoría 2B7: Producción de ceniza de sosa (carbonato de sodio)

El IPCC (2006) se refiere a la subcategoría 2B7 como las vinculadas a la producción de carbonato de sodio (o ceniza de sosa), estableciendo la siguiente definición: “La ceniza de sosa (carbonato de sodio,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) es un sólido cristalino blanco que se emplea como materia prima en un gran número de industrias, incluida la fabricación de vidrio, jabón y detergentes, la producción de pulpa y de papel, así como en el tratamiento de las aguas. Las emisiones de  $\text{CO}_2$  por la producción de ceniza de sosa varían conforme al proceso de fabricación. Se pueden utilizar cuatro procesos diferentes para producir ceniza de sosa. Tres de estos procesos, el del monohidrato, el del sesquicarbonato sódico (trona) y el de la carbonización directa, son designados como procesos naturales. El cuarto, el proceso de Solvay, se clasifica como proceso sintético” (IPCC, 2006)<sup>79</sup>. El presente reporte describe la estimación de las emisiones de dióxido de carbono de esta subcategoría. Cabe indicar, que en los títulos de esta sección se ha decidido utilizar el término carbonato de sodio (en lugar de ceniza de sosa) por ser el más referido en las fuentes de información nacionales.

##### 4.2.3.1 Elección del método

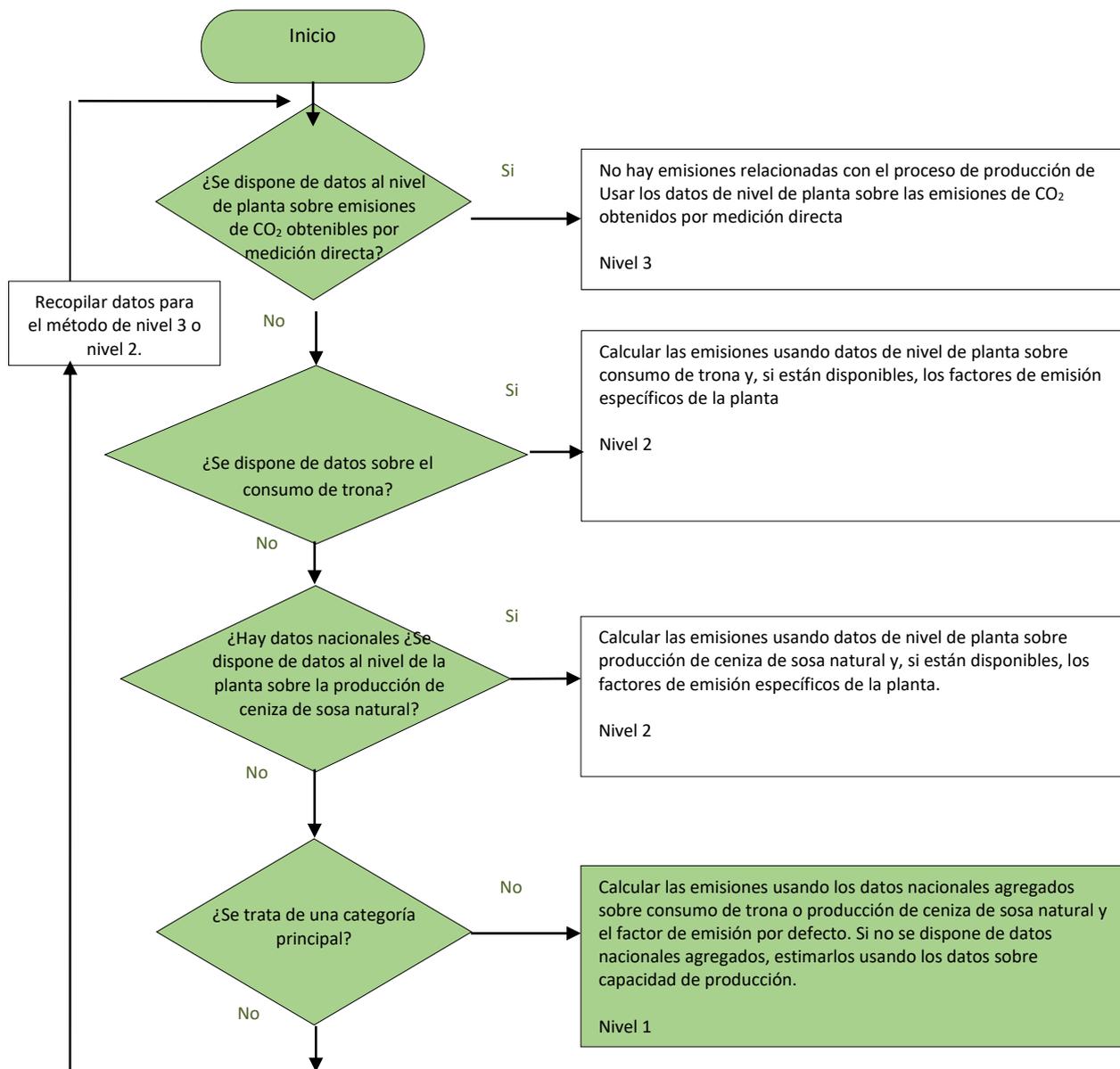
El método de cálculo utilizado es del nivel 1 y fue elegido en función a la disponibilidad de información tal como se describe en la Figura N° 29.

---

<sup>78</sup> El ácido nítrico es un insumo fiscalizado por ley, tanto su producción como su uso deben estar registrados. Aunque se realizó la solicitud, no se obtuvo información de la DGPR-PRODUCE ni de SUNAT.

<sup>79</sup> GL2006, Vol. 1, Capítulo 8, Cuadro 8.2

Figura N° 29. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> - Subcategoría Producción de Ceniza de Sosa



Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 3, p. 3.54

A nivel nacional, no se dispone de datos de las plantas sobre las mediciones directas de sus emisiones, su producción de ceniza de sosa ni su consumo de trona. Considerando que no es una categoría principal pero que sí se cuenta con datos nacionales agregados de la producción de carbonato de sodio (ceniza de sosa)<sup>80</sup>, la aplicación del árbol de decisiones recomienda utilizar para el presente RAGEI factores de emisión por defecto y datos de la producción nacional agregada, lo que corresponde a un nivel 1 de cálculo. El nivel metodológico se describe en la Tabla N° 89.

<sup>80</sup> Solo se obtuvo del año 2014.

**Tabla N° 89. Nivel metodológico aplicado para las emisiones de CO<sub>2</sub> - Subcategoría Producción de Ceniza de Sosa**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Tier/nivel
2B7	Producción de carbonato de sodio	Ceniza de sosa producida o cantidad de mineral trona utilizado para su producción, toneladas	Producción de carbonato de sodio	1

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La Ecuación N° 19 describe la estimación realizada de las emisiones de dióxido de carbono en el nivel 1.

**Ecuación N° 19. Emisiones de CO<sub>2</sub>, Nivel 1 - Subcategoría Producción de Ceniza de Sosa**

EMISIONES DE CO<sub>2</sub> DE LA PRODUCCIÓN DE CENIZA DE SOSA NATURAL – NIVEL 1

Emisiones de CO<sub>2</sub> = AD x EF

Donde:

Emisiones de CO<sub>2</sub> = emisiones de CO<sub>2</sub>, toneladas

AD = cantidad de trona utilizado o ceniza de sosa producida, toneladas de trona utilizado o toneladas de ceniza de sosa natural producida

EF = factor de emisión por unidad de entrada de trona o por unidad de salida de ceniza de sosa natural, toneladas de CO<sub>2</sub> / toneladas de trona o toneladas de CO<sub>2</sub> / toneladas de ceniza de sosa natural producida:

EFtrona = 0.097 toneladas de CO<sub>2</sub> / toneladas de trona,

EFceniza de sosa=0.138 toneladas de CO<sub>2</sub> / toneladas de ceniza de sosa natural producida

Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 3, p. 3.53. Ecuación 3.14

#### 4.2.3.2 Descripción del nivel de actividad

El nivel de actividad ha sido determinado a partir de las estadísticas nacionales. La Tabla N° 90 describe la información utilizada.

**Tabla N° 90. Descripción del nivel de actividad utilizado y los datos nacionales utilizados en la estimación del año 2014 - Subcategoría Producción de Ceniza de Sosa**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
2B7	Producción de ceniza de sosa	Ceniza de sosa producida o cantidad de mineral trona utilizado para su producción, toneladas	Producción de carbonato de sodio	kilogramos (kg)	Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados.	En un nivel 1, la producción de ceniza de sosa se multiplica por un factor por defecto. Esta sustancia es un insumo fiscalizado por ley cuyo registro del año 2014 se encontró para en la SUNAT.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

El carbonato de sodio es un insumo químico fiscalizado por ley y actualmente la INIQBF de la SUNAT cuenta con el registro sobre su producción a partir del año 2014. El dato nacional utilizado es la

producción de carbonato de sodio y las emisiones son calculadas con la Ecuación N° 19, el valor del dato nacional para el año 2014 se describe en la Tabla N° 91.

**Tabla N° 91. Valor del dato nacional utilizado para el año 2014 - Subcategoría Producción de Ceniza de Sosa**

Dato Nacional	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de carbonato de sodio	809,576.30	kilogramos (kg)	Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Cabe indicar que esta información se vincula también a la subcategoría de otros usos de carbonato de sodio, donde se utiliza para calcular el consumo local.

#### 4.2.3.3 Factores de emisión y conversión

La Tabla N° 92 se describe el factor de emisión por defecto utilizado.

**Tabla N° 92. Factores de emisión utilizados – Subcategoría Producción de Ceniza de Sosa**

Fuente de emisión / captura	Factor de emisión	calculado (C)/ por defecto (D)	Dato Nacional	TIER / Nivel	Fuente de información
Producción de ceniza de sosa	Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la producción de ceniza de sosa (toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de ceniza de sosa producida)	D		1	The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

El factor de emisión utilizado es el basado en la producción de carbonato de sodio (ceniza de sosa) tal como se indica también en la Tabla N° 93.

**Tabla N° 93. Valores de los factores de emisión y de conversión utilizados - Subcategoría Producción de Ceniza de Sosa**

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la producción de ceniza de sosa	1.138	toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de ceniza de sosa producida	Aplica por defecto en un nivel 1, cuando se utiliza como dato nacional la producción de ceniza de sosa Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 3.53

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

#### 4.2.3.4 Análisis de incertidumbre

Para determinar la incertidumbre de esta subcategoría se han utilizado los valores por defecto recomendados por GL2006<sup>81</sup>. Cuando las directrices señalaban varios valores para considerar en la incertidumbre (en función a las hipótesis asumidas para el factor de emisión o el dato de actividad), se aplicó la regla B de combinación que describen las OBP2000<sup>82</sup> (ver Ecuación N° 1). Por otro lado, se optó por los valores medios cuando las directrices indicaban rangos.

Las GL2006 señalan que la incertidumbre del factor por defecto es insignificante ya que éste proviene de un balance estequiométrico, por tanto, el valor utilizado para el análisis es igual a 0 % (ver Tabla N° 94).

**Tabla N° 94. Hipótesis y valores de incertidumbre por defecto para el Factor de Emisión - Subcategoría Producción de Ceniza de Sosa**

Incertidumbre (±)	Descripción	Nivel
0 %	Factor de emisión por defecto si se supone una pureza de 100 por ciento	1

**Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006. Vol. 3, pp. 3.35, 3.36**

Por otro lado, el valor utilizado para la incertidumbre del dato de actividad es igual a  $\pm 5$  % que recomiendan las GL2006 cuando no se dispone de información (ver Tabla N° 95)

**Tabla N° 95. Hipótesis y valores de incertidumbre por defecto para el Dato de Actividad - Subcategoría Producción de Ceniza de Sosa**

Incertidumbre (±)	Descripción	Nivel
5 %	Datos de la actividad cuando no se dispone de información	1

**Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006. Vol. 3, pp. 3.35, 3.36**

Los resultados obtenidos indican que la incertidumbre combinada de esta fuente es igual a  $\pm 5$  %, mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones de sectoriales es nula (ver Tabla N° 96).

Los valores utilizados pueden mejorar si se someten a evaluación experta, sobre todo para la incertidumbre del dato de actividad para la cual se recomienda consultar con representantes de los organismos nacionales que registran la información sobre la producción de carbonato de sodio (en este caso INIQF-SUNAT). Es importante considerar que hay una incertidumbre adicional en la serie de tiempo para los años 2012, 2010, 2005, 2000 de los cuales no se tuvo información sobre la producción de carbonato de sodio y se completó la serie asumiendo una relación constante en el tiempo, para estos años la incertidumbre de las estimaciones sería mayor.

<sup>81</sup> GL2006. Vol. 3, pp. 3.35, 3.36

<sup>82</sup> OBP2000, Capítulo 6, Ecuación 6.4, p 6.13

**Tabla N° 96. Estimación de incertidumbre - Subcategoría Producción de Ceniza de Sosa**  
**INCERTIDUMBRE POR FUENTE A PARTIR DEL ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE DEL SECTOR**

A		B	E	F	G	M
Código de sector y categorías de fuentes (GL2006)	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones sectoriales totales
			Datos de entrada %	Datos de entrada %		

2	<b>Procesos Industriales y uso de productos</b>					
---	---	--	--	--	--	--

2B	Industria química					
2B7	Producción de Ceniza de Sosa	CO <sub>2</sub>	5.00%	0.00%	±5.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Para revisar y analizar las fórmulas y los valores por defecto utilizados en la estimación de incertidumbre se recomienda ver las hojas “Incertidumbre – resultados” e “Incertidumbre – valores” en la Planilla de Cálculo del año 2014. Además, en el Anexo 2 se presenta la tabla de estimación de la incertidumbre a nivel de fuentes por categorías.

#### 4.2.3.5 Control de calidad

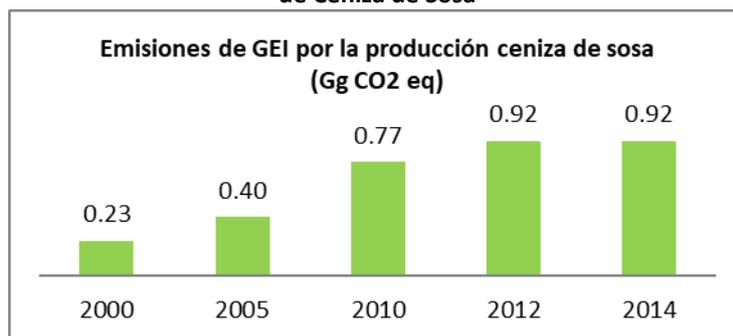
Se consideraron los procedimientos de control de calidad que se han descrito en la Tabla N° 10 del presente reporte. Además de los procedimientos generales (ver sección 2.4), las GL2006 suelen recomendar procedimientos específicos para cada subcategoría, pero para la producción de ceniza de sosa no precisa ejemplos, aunque sí los recomienda.

No se han aplicado procedimientos de gestión de calidad en el presente RAGEI.

#### 4.2.3.6 Análisis de resultados de la subcategoría

Las emisiones de CO<sub>2</sub> de la producción de ceniza de sosa se estimaron fueron en el año 2014 igual a 0.92 Gg de CO<sub>2</sub> eq. En relación al año 2000, las emisiones presentan un incremento de 294.16 % aunque la variación entre los años 2012 y 2014 puede considerarse nula. La Figura N° 30 presenta los resultados de la estimación para toda la serie de tiempo.

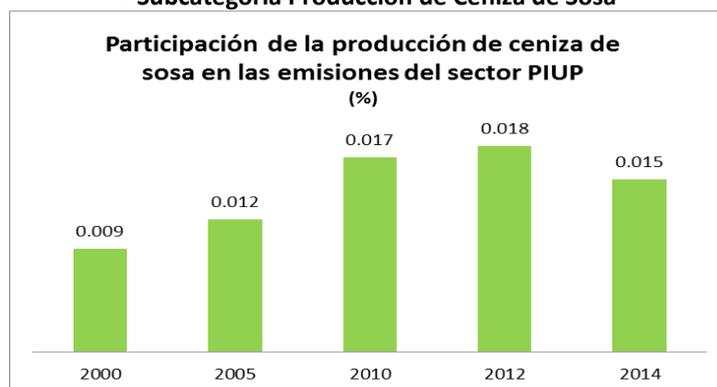
**Figura N° 30. Emisiones de GEI en los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014 - Subcategoría Producción de Ceniza de Sosa**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La subcategoría de producción de ceniza de sosa representa en todos los años valores muy bajos de participación en las emisiones totales del sector PIUP, que oscilan entre 0.009 % (en el año 2000) y 0.018 % (en el año 2012) como se aprecia en la Figura N° 31. En el año 2014 su participación fue de 0.015 %.

**Figura N° 31. Participación en las emisiones del sector PIUP en los años 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 - Subcategoría Producción de Ceniza de Sosa**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La actualización de las estimaciones para la serie de años 2000, 2005, 2010 y 2012 se realizó aplicando el mismo método de cálculo aplicado en el año 2014, pero dado que la fuente de información sobre producción de carbonato de sodio utilizada solo reporta el año 2014<sup>83</sup>, para completar el vacío de información se asumió una relación constante en el tiempo entre la producción y el consumo local de carbonato de sodio. Esta relación fue calculada a partir de los valores del año 2014 de producción, exportación e importación<sup>84</sup> y se aplicó con datos conocidos de exportación e importación para

<sup>83</sup> La fuente sobre producción es: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). Registro de Operaciones - Sistema para el Control de Bienes Fiscalizados. Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados. Este registro solo tiene información a partir del año 2014.

<sup>84</sup> La relación constante entre producción y consumo local de carbonato de sodio se calculó con los valores del año 2014 siendo igual a 0.0092, esta relación se asumió constante para todos los otros años de la serie. El consumo local se consideró como el resultado de sumar la producción con la importación y restarle la exportación. Los valores de exportación e importación provienen de la siguiente fuente: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). Sistema Integrado de Gestión Aduanera. Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.

estimar la producción de los años 2000, 2005, 2010, 2012. La Tabla N° 97 presenta los valores de los datos nacionales obtenidos y utilizados, y sus fuentes de información.

**Tabla N° 97. Datos nacionales de nivel de actividad utilizados en la actualización de la serie temporal - Producción de Ceniza de Sosa**

2012			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de carbonato de sodio	808,230.99	kilogramos (kg)	Dato obtenido aplicando una relación constante entre producción y consumo local a partir de serie de datos de: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.
2010			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de carbonato de sodio	679,062.24	kilogramos (kg)	Dato obtenido aplicando una relación constante entre producción y consumo local a partir de serie de datos de: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.
2005			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de carbonato de sodio	349,245.93	kilogramos (kg)	Dato obtenido aplicando una relación constante entre producción y consumo local a partir de serie de datos de: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.
2000			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de carbonato de sodio	205,394.75	kilogramos (kg)	Dato obtenido aplicando una relación constante entre producción y consumo local a partir de serie de datos de: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración

			Tributaria. (2016). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estadística.
--	--	--	---

**Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)**

Para mayor información revisar en el archivo digital del RAGEI la carpeta de “Planillas de Cálculo” y el archivo de fuentes de información del RAGEI denominado “2B3 C de Sodio”.

#### 4.2.3.7 Sigüientes pasos

Dado que no se identificó fuente de información para la producción en años previos al 2014, el siguiente paso es profundizar en investigar en los registros históricos<sup>85</sup>. En todo caso, se deberá solicitar datos de la producción, exportación e importación de carbonato de sodio nuevamente abarcando la mayor cantidad de años posibles (incluyendo años para los cuales no se genera INGEI) de tal modo que se mejore las relaciones aplicadas para completar los vacíos de información. En tal sentido, se debe reiterar la solicitud de información a la INIQBF de la SUNAT como actual responsable del registro de insumos y bienes fiscalizados por ley. Asimismo, se recomienda considerar que probablemente se requerirá la revisión de archivos no sistematizados y por tanto el tiempo de espera para la respuesta puede ser más largo.

---

<sup>85</sup> El ácido nítrico es un insumo fiscalizado por ley, tanto su producción como su uso deben estar registrados. Aunque se realizó la solicitud, no se obtuvo información de la DGPR-PRODUCE ni de SUNAT.

**4.3 Categoría 2C: Industria de los metales**

**4.3.1 Subcategoría 2C1: Producción de Hierro y Acero**

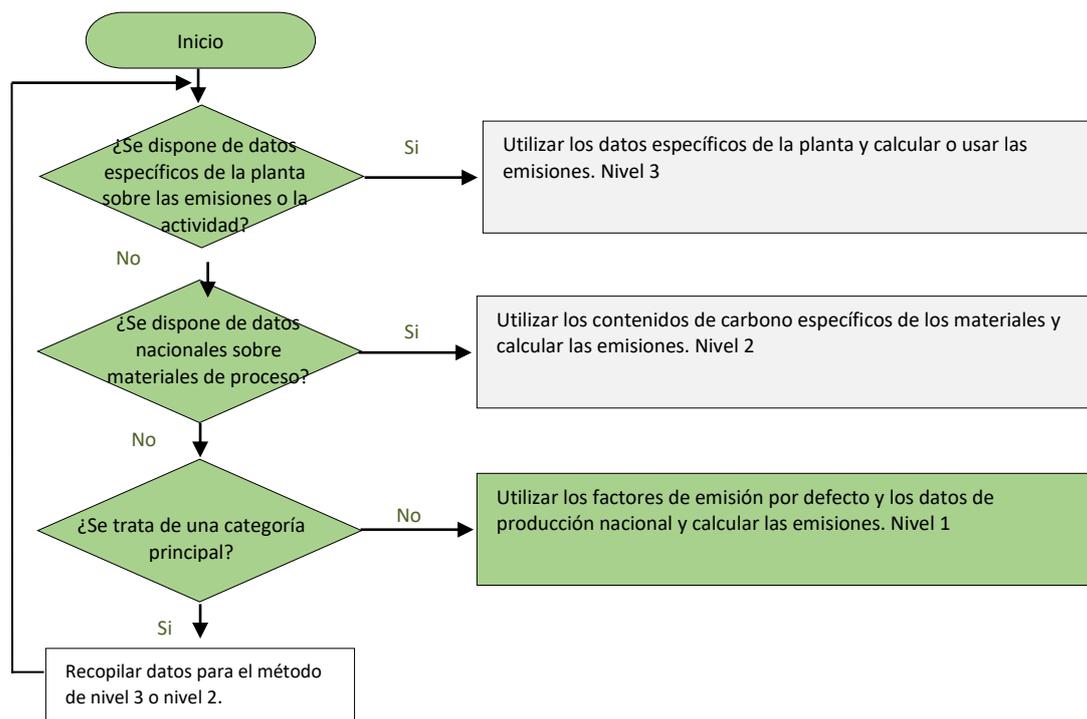
El IPCC (2006) se refiere a la subcategoría 2C1 como las vinculadas a la producción de hierro y acero, estableciendo la siguiente definición: “El dióxido de carbono es el gas predominante emitido por la producción de hierro y acero. Las fuentes de las emisiones de dióxido de carbono incluyen las de agentes reductores que contienen carbón, tales como coques y carbón en polvo y de minerales tales como piedra caliza y dolomita añadida” (IPCC, 2006)<sup>86</sup>. El presente reporte describe las estimaciones de las emisiones de dióxido de carbono y de metano de esta subcategoría, en ambos casos aplicando un nivel metodológico 1.

**4.3.1.1 Elección del método**

Nivel metodológico para las emisiones de CO<sub>2</sub>

El método de cálculo utilizado para la estimación de las emisiones de dióxido de carbono por la producción de hierro y acero es del nivel 1 y fue elegido en función a la disponibilidad de información tal como se describe en la Figura N° 32.

**Figura N° 32. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> - Subcategoría Producción de Hierro y Acero**



Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.21

<sup>86</sup> GL2006, Vol. 1, Capítulo 8, Cuadro 8.2

Aún en el nivel de cálculo menos exigente (nivel 1), la estimación requiere de datos nacionales sobre producción de hierro y acero diferenciados en etapas y tecnologías. Considerando que no es una categoría principal y dado que a nivel nacional no se cuenta con un sistema que registre información de las plantas sobre sus emisiones o su actividad ni tampoco se tienen datos nacionales sobre producción de hierro y acero diferenciados en etapas y tecnologías, se decidió optar por el nivel metodológico 1 (ver Tabla N° 98).

**Tabla N° 98. Nivel metodológico aplicado para las emisiones de CO<sub>2</sub> - Subcategoría Producción de Hierro y Acero**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Tier/nivel
2C1	Producción de hierro y acero	Producción de acero (crudo) por tipo de tecnología (EAF, OHF, BOF), toneladas	Producción de Acero en hornos de arco eléctrico – EAF	1
			Producción de Acero en hornos de reverbero – OHF	
			Producción de Acero en hornos básicos de oxígeno – BOF	
			Producción de acero (crudo)	
			Cantidad de chatarra de acero utilizada para la producción de acero	
		Cantidad de producción de arrabio (hierro producido en alto horno) no convertido en acero, toneladas	Cantidad de Hierro de alto horno (arrabio) que no es convertido a acero	
		Cantidad de hierro directamente reducido producido, toneladas	Producción de hierro directamente reducido (DRI)	
		Cantidad de pelets producidos, toneladas	Producción de peletizado de concentrado de Hierro	
Cantidad de sinterizado producido, toneladas	Producción de sinterizado de concentrado de Hierro			

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

El nivel 1 utiliza factores de emisión por defecto y datos nacionales de producción. Para obtener los datos nacionales, en el marco de la elaboración del RAGEI 2014, se realizaron solicitudes de información a las principales empresas de producción de hierro y acero (ver sección 4.3.1.2). En tal sentido, la aplicación de un nivel metodológico superior hubiera implicado una recopilación de información más compleja que depende de la voluntad de reportar de las empresas. La Ecuación N° 20 Ecuación N° 21, Ecuación N° 22, Ecuación N° 23 y Ecuación N° 24 describen la estimación realizada de las emisiones de dióxido de carbono en el nivel 1.

**Ecuación N° 20. Emisiones de CO<sub>2</sub>, Nivel 1 – Subcategoría Producción de Hierro y Acero**EMISIONES DE CO<sub>2</sub> PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE HIERRO Y ACERO (NIVEL 1)

$$E_{CO_2, \text{ no energía}} = BOF \times EF_{BOF} + EAF \times EF_{EAF} + OHF \times EF_{OHF}$$

Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.22, Ecuación 4.4

**Ecuación N° 21. Emisiones de CO<sub>2</sub> del arrabio, Nivel 1 – Subcategoría Producción de Hierro y Acero**EMISIONES DE CO<sub>2</sub> PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE ARRABIO NO PROCESADO EN ACERO (NIVEL 1)

$$\text{Producción de arrabio: } E_{CO_2, \text{ no energía}} = IP \times EF_{IP}$$

Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.23, Ecuación 4.5

**Ecuación N° 22. Emisiones de CO<sub>2</sub> del DRI, Nivel 1 – Subcategoría Producción de Hierro y Acero**EMISIONES DE CO<sub>2</sub> PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE HIERRO REDUCIDO (NIVEL 1)

$$\text{Hierro reducido directo: } E_{CO_2, \text{ no energía}} = DRI \times EF_{DRI}$$

Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.23, Ecuación 4.6

**Ecuación N° 23. Emisiones de CO<sub>2</sub> del sinterizado, Nivel 1 – Subcategoría Producción de Hierro y Acero**EMISIONES DE CO<sub>2</sub> PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE SINTERIZADO (NIVEL 1)

$$\text{Producción de sinterizado: } E_{CO_2, \text{ no energía}} = SI \times EF_{SI}$$

Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.23, Ecuación 4.7

**Ecuación N° 24. Emisiones de CO<sub>2</sub> de pelets, Nivel 1 – Subcategoría Producción de Hierro y Acero**EMISIONES DE CO<sub>2</sub> PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE PELETS (NIVEL 1)

$$\text{Producción de pelets: } E_{CO_2, \text{ no energía}} = P \times EF_P$$

Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.23, Ecuación 4.8

Donde:

E<sub>CO<sub>2</sub>, no-energía</sub> = emisiones de CO<sub>2</sub> a ser declaradas en el Sector IPPU, toneladas

BOF= cantidad de acero crudo producido en BOF, toneladas

EAF= cantidad de acero crudo producido en EAF, toneladas

OHF= cantidad de acero crudo producido en OHF, toneladas

IP = cantidad de producción de arrabio no convertido en acero, toneladas

DRI = cantidad de hierro reducido directo producido nacionalmente, toneladas

SI = cantidad de sinterizado producido nacionalmente, toneladas

P = cantidad de pelets producido nacionalmente, toneladas

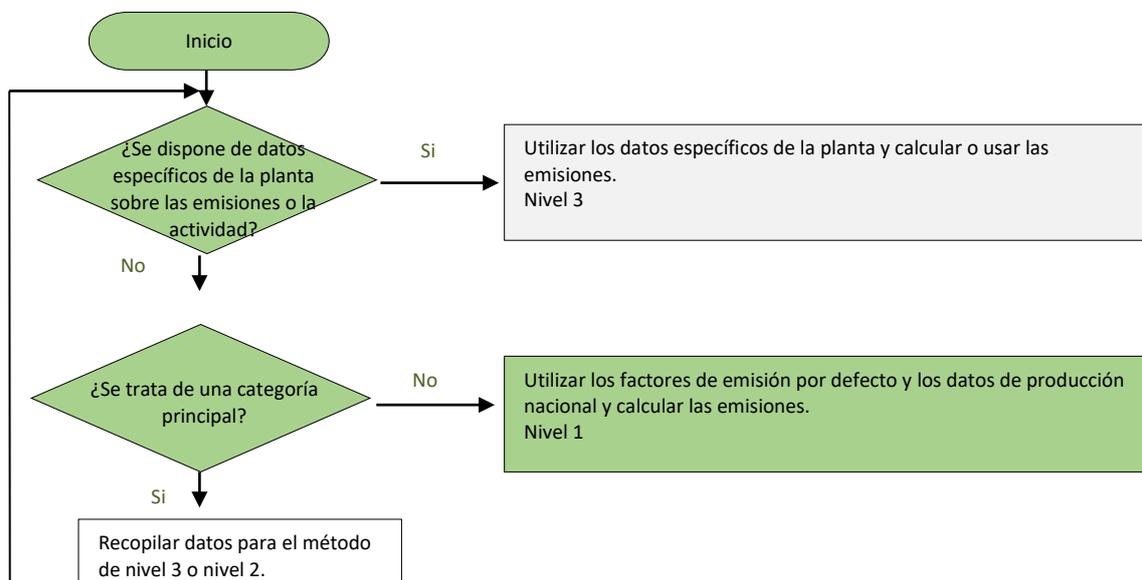
EF<sub>x</sub>= factor de emisión, toneladas de CO<sub>2</sub>/tonelada de x producido

Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, pp. 4.22 y 4.23

Nivel metodológico para las emisiones de CH<sub>4</sub>

El método de cálculo utilizado para la estimación de las emisiones de metano por la producción de hierro y acero es del nivel 1 y fue elegido en función a la disponibilidad de información tal como se describe en la Figura N° 33.

**Figura N° 33. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CH<sub>4</sub> - Subcategoría Producción de Hierro y Acero**



Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.22

Aún en el nivel de cálculo menos exigente (nivel 1), la estimación requiere de datos nacionales sobre producción de hierro y acero diferenciados en etapas. Considerando que no es una categoría principal y dado que a nivel nacional no se cuenta con un sistema que registre información de las plantas sobre sus emisiones o su actividad, se decidió optar por el nivel metodológico 1 (ver Tabla N° 99).

**Tabla N° 99. Nivel metodológico aplicado para las emisiones de CH<sub>4</sub> - Subcategoría Producción de Hierro y Acero**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Tier/nivel
2C1	Producción de hierro y acero	Cantidad de hierro producido en alto horno (arrabio convertido y no convertido en acero), toneladas	Cantidad de Hierro de alto horno (arrabio) total (convertido y no convertido en acero)	1
		Cantidad de hierro directamente reducido producido, toneladas	Producción de hierro directamente reducido (DRI)	
		Cantidad de sinterizado producido, toneladas	Producción de sinterizado de concentrado de Hierro	

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

El nivel 1 utiliza factores de emisión por defecto y datos nacionales de producción. Para obtener los datos nacionales, en el marco de la elaboración del RAGEI 2014 se realizaron solicitudes de

información a las principales empresas de producción de hierro y acero (ver sección 4.3.1.2). En tal sentido, la aplicación de un nivel metodológico superior hubiera implicado una recopilación de información más compleja que depende de la voluntad de reportar de las empresas. La Ecuación N° 25, Ecuación N° 26 y Ecuación N° 27 describen la estimación realizada de las emisiones de metano en el nivel 1.

**Ecuación N° 25. Emisiones de CH<sub>4</sub> del sinterizado, Nivel 1 – Subcategoría Producción de Hierro y Acero**

EMISIONES DE CH<sub>4</sub> PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE SINTERIZADO (NIVEL 1)  
Producción de sinterizado:  $E_{CH_4, \text{ no energía}} = SI \times EF_{SI}$

Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.26, Ecuación 4.12

**Ecuación N° 26. Emisiones de CH<sub>4</sub> del arrabio, Nivel 1 – Subcategoría Producción de Hierro y Acero**

EMISIONES DE CH<sub>4</sub> PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE ARRABIO EN ALTOS HORNOS (NIVEL 1)  
Producción de arrabio:  $E_{CH_4, \text{ no energía}} = PI \times EF_{PI}$

Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.26, Ecuación 4.13

**Ecuación N° 27. Emisiones de CH<sub>4</sub> del DRI, Nivel 1 – Subcategoría Producción de Hierro y Acero**

EMISIONES DE CH<sub>4</sub> PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN HIERRO REDUCIDO DIRECTO (NIVEL 1)  
Producción de hierro reducido directo:  $E_{CH_4, \text{ no energía}} = DRI \times EF_{DRI}$

Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.26, Ecuación 4.14

Donde:

$E_{CH_4, \text{ no energía}}$  = emisiones de CH<sub>4</sub> a ser declaradas en el Sector IPPU, kg

SI = cantidad de sinterizado producido nacionalmente, toneladas

PI = cantidad de hierro producido nacionalmente, incluido el hierro convertido en acero y no convertido en acero, toneladas

$EF_x$  = factor de emisión, kilogramos de CH<sub>4</sub>/tonelada de x producido

Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, pp. 4.22 y 4.23

#### 4.3.1.2 Descripción del nivel de actividad

Al no haber información disponible en estadísticas nacionales sobre la producción de acero, se realizó la recopilación de información con las principales empresas<sup>87</sup>. La identificación de empresas se realizó

<sup>87</sup> El reporte de las empresas se mantiene en confidencialidad y por tal motivo en este documento no se mencionan los nombres de las empresas ni los datos reportados. Sin embargo, los medios de verificación están archivados en la fuente citada como: Ministerio de la Producción. (2016). *Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014*. Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.

a partir de la revisión del directorio de empresas registradas en actividad de la SUNAT<sup>88</sup>, seleccionando las de mayores ventas para el envío de las solicitudes de información<sup>89</sup>. Se calcula que las empresas consideradas en la estimación del RAGEI representan más del 80 % de las ventas del año 2015 que registra la SUNAT, para las industrias básicas de hierro y acero (CIU 2710, tercera revisión) y de la fundición de hierro y acero (CIU 2731, tercera revisión)<sup>90</sup>.

Nivel de actividad para las emisiones de CO<sub>2</sub>

El nivel de actividad ha sido obtenido a partir de datos nacionales brindados por las empresas que fueron recopilados en el marco del RAGEI. La Tabla N° 100 describe la información utilizada.

**Tabla N° 100. Descripción del nivel de actividad utilizado y los datos nacionales utilizados en la estimación para CO<sub>2</sub> del año 2014 - Subcategoría Producción de Hierro y Acero**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
2C1	Producción de hierro y acero	Producción de acero (crudo) por tipo de tecnología (EAF, OHF, BOF), toneladas	Producción de Acero en hornos de arco eléctrico – EAF	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.	En un nivel 1, debido al detalle de la información que se requiere para la estimación, se acudió a las empresas productoras de acero y hierro. Los valores de producción de acero por tipo de tecnología, de hierro por tipo de tecnología, de peletizado y de sinterizado, son multiplicados por defecto que según el nivel de actividad pueden

<sup>88</sup> La fuente es: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2015). Directorio de empresas 2015 de la SUNAT (Registro Único de Contribuyentes). Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria.

<sup>89</sup> Correspondientes al CIU 2710 y 2731 de la tercera revisión que incluye las industrias básicas de hierro y acero, y la fundición de hierro y acero respectivamente. Para el envío de solicitudes de información, se identificaron a las empresas que participaron en el año 2015 de manera agregada con más del 91 % de las ventas de dichos CIU. El medio de verificación de este análisis es Ministerio de la Producción. (2016). *Identificación de empresas con mayores ventas en el año 2015 en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos*. Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales del Viceministerio de MYPE e Industria.

<sup>90</sup> La fuente es: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2015). Directorio de empresas 2015 de la SUNAT (Registro Único de Contribuyentes). Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria.

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
			Producción de Acero en hornos de reverbero – OHF	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.	ser para dióxido de carbono o para metano. Se obtuvo información de algunas empresas que presentaron de acuerdo a su disponibilidad y actividad.
		Producción de Acero en hornos básicos de oxígeno – BOF	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.		
		Producción de acero (crudo)	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el</i>		

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
					<i>marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014. Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.</i>	
			Cantidad de chatarra de acero utilizada para la producción de acero	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014. Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.</i>	
		Cantidad de producción de arrabio (hierro producido en alto horno) no convertido en acero, toneladas	Cantidad de Hierro de alto horno (arrabio) que no es convertido a acero	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de</i>	

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
					<i>Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.	
		Cantidad de hierro directamente reducido producido, toneladas	Producción de hierro directamente reducido (DRI)	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.	
		Cantidad de pelets producidos, toneladas	Producción de peletizado de concentrado de Hierro	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.	

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
		Cantidad de sinterizado producido, toneladas	Producción de sinterizado de concentrado de Hierro	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.	

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Los datos nacionales para describir el nivel de actividad de la estimación de dióxido de carbono en la producción de hierro y acero incluyen:

- Producción de Acero en hornos de reverbero – OHF
- Producción de Acero en hornos básicos de oxígeno – BOF
- Producción de Acero en hornos de arco eléctrico – EAF
- Producción de acero (crudo)
- Cantidad de chatarra de acero utilizada para la producción de acero
- Cantidad de Hierro de alto horno (arrabio) que no es convertido a acero
- Producción de hierro directamente reducido (DRI)
- Producción de peletizado de concentrado de Hierro
- Producción de sinterizado de concentrado de Hierro

Esta información fue solicitada a las empresas principalmente. Solo en el caso de una empresa que no reportó, se obtuvo la información de sus memorias anuales. Fue necesario aplicar la asunción de que un porcentaje de 50 % correspondía a hornos de inducción<sup>91</sup> y un 50 % de hornos de arco eléctrico, cuando la información sobre producción de acero en hornos eléctricos no especificaba el tipo de horno (inducción o arco eléctrico). Por lo demás todos los datos fueron reportados como fueron

<sup>91</sup> No se les vincula generación de GEI.

comunicados por las empresas. Los datos procesados se presentan como valores agregados en la Tabla N° 101.

**Tabla N° 101. Valores de los datos nacionales utilizados para el año 2014 (para CO<sub>2</sub>) - Subcategoría Producción de Hierro y Acero**

Dato Nacional	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de Acero en hornos de arco eléctrico – EAF	1,051,805.50	tonelada (t)	Dato procesado a partir de la información reportada por las empresas y recopilada en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de Acero en hornos de reverbero – OHF	0.00	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de Acero en hornos básicos de oxígeno – BOF	0.00	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de acero (crudo)	794,986.00	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Cantidad de chatarra de acero utilizada para la producción de acero	755,544.76	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Cantidad de Hierro de alto horno (arrabio) que no es convertido a acero	0.00	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de hierro directamente reducido (DRI)	88,493.00	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de peletizado de concentrado de Hierro	144,740.00	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de sinterizado de concentrado de Hierro	0.00	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Nivel de actividad para las emisiones de CH<sub>4</sub>

El nivel de actividad ha sido obtenido a partir de datos nacionales brindados por las empresas que fueron recopilados en el marco del RAGEI<sup>92</sup>. La Tabla N° 102 describe la información utilizada.

**Tabla N° 102. Descripción del nivel de actividad utilizado y los datos nacionales utilizados en la estimación para CH<sub>4</sub> del año 2014 - Subcategoría Producción de Hierro y Acero**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
2C1	Producción de hierro y acero	Cantidad de hierro producido en alto horno (arrabio convertido y no convertido en acero), toneladas	Cantidad de Hierro de alto horno (arrabio) total (convertido y no convertido en acero)	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.	En un nivel 1, debido al detalle de la información que se requiere para la estimación, se acudió a las empresas productoras de acero y hierro. Los valores de producción de acero por tipo de tecnología, de hierro por tipo de tecnología, de peletizado y de sinterizado, son multiplicados factores de emisión por defecto que según el nivel de actividad pueden ser para dióxido de carbono o para metano. Se obtuvo información de algunas empresas que presentaron de acuerdo a su disponibilidad y actividad.
		Cantidad de hierro directamente reducido producido, toneladas (se repite como nivel de actividad para CH <sub>4</sub> )	Producción de hierro directamente reducido (DRI)	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría</i>	

<sup>92</sup> El reporte de las empresas se mantiene en confidencialidad y por tal motivo en este documento no se mencionan los nombres de las empresas ni los datos reportados. Sin embargo, los medios de verificación están archivados en la fuente citada como: *Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014* (Ministerio de la Producción, 2017).

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
					<i>Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.	
		Cantidad de sinterizado producido, toneladas (se repite como nivel de actividad para CH <sub>4</sub> )	Producción de sinterizado de concentrado de Hierro	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.	

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Los datos nacionales para describir el nivel de actividad de la estimación de metano en la producción de hierro y acero incluyen la producción de hierro directamente reducido (DRI) y la producción de sinterizado de concentrado de Hierro. Asimismo, se menciona en las GL2006 que también es un dato de actividad la cantidad de hierro producido en alto horno, sin embargo, no se describe factor de emisión por defecto para la estimación, es por tanto que, al no contar con la alternativa de un factor de emisión nacional, esta estimación no se realiza.

En relación a la producción de hierro directamente reducido (DRI) y a la producción de sinterizado de concentrado de Hierro, sus datos fueron incluidos en la misma solicitud a las empresas descrita líneas arriba en la introducción de esta sección (4.3.1.2). Los valores agregados de estos datos se presentan en la Tabla N° 103.

**Tabla N° 103. Valores de los datos nacionales utilizados para el año 2014 (para CH<sub>4</sub>) - Subcategoría Producción de Hierro y Acero**

Dato Nacional	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de hierro directamente reducido (DRI)	88,493.00	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de sinterizado de concentrado de Hierro	0.00	tonelada (t)	Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

#### 4.3.1.3 Factores de emisión y conversión

##### Factores para las emisiones de CO<sub>2</sub>

Los factores de emisión y de conversión utilizados se describen en la Tabla N° 104 y la Tabla N° 105.

**Tabla N° 104. Factores de emisión utilizados (para CO<sub>2</sub>) – Subcategoría Producción de Hierro y Acero**

Fuente de emisión / captura	Factor de emisión	calculado (C)/ por defecto (D)	Dato Nacional	TIER / Nivel	Fuente de información
Producción de hierro y acero	Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la fabricación de acero en horno de arco eléctrico - EAF (toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de acero producido)	D		1	The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>

Fuente de emisión / captura	Factor de emisión	calculado (C)/ por defecto (D)	Dato Nacional	TIER / Nivel	Fuente de información
	Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la fabricación de acero en horno de reverbero (solera) – OHF (toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de acero producido)	D			The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>
	Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la fabricación de acero en horno básico de oxígeno - BOF (toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de acero producido)	D			The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>
	Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la fabricación de acero con promedio global (toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de acero producido)	D			The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>

Fuente de emisión / captura	Factor de emisión	calculado (C)/ por defecto (D)	Dato Nacional	TIER / Nivel	Fuente de información
	Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la producción de arrabio (hierro no convertido en acero) (toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de arrabio producido)	D			The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>
	Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la producción de hierro directamente reducido - DRI (toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de hierro producido)	D			The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>
	Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la producción de peletizado (toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de pelets producido)	D			The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>

Fuente de emisión / captura	Factor de emisión	calculado (C)/ por defecto (D)	Dato Nacional	TIER / Nivel	Fuente de información
	Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la producción de sinterizado (toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de sinter producido)	D			The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

**Tabla N° 105. Valores de los factores de emisión y de conversión utilizados (para CO<sub>2</sub>) - Subcategoría Producción de Hierro y Acero**

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la fabricación de acero en horno de arco eléctrico - EAF	0.08	toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de acero producido	Aplica por defecto en un nivel 1. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 4.27
Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la fabricación de acero en horno de reverbero (solera) – OHF	1.72	toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de acero producido	Aplica por defecto en un nivel 1. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 4.27
Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la fabricación de acero en horno básico de oxígeno - BOF	1.46	toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de acero producido	Aplica por defecto en un nivel 1. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 4.27
Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la fabricación de acero con promedio global	1.06	toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de acero producido	Aplica por defecto en un nivel 1. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 4.27
Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la producción de arrabio (hierro no convertido en acero)	1.35	toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de arrabio producido	Aplica por defecto en un nivel 1. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 4.27
Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la producción de hierro directamente reducido - DRI	0.70	toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de hierro producido	Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 4.27
Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la producción de peletizado	0.03	toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de pelets producido	Aplica por defecto en un nivel 1. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 4.27
Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la producción de sinterizado	0.20	toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de sinter producido	Aplica por defecto en un nivel 1. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 4.27

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Factores para las emisiones de CH<sub>4</sub>

Los factores de emisión y de conversión utilizados se describen en la Tabla N° 106 y la Tabla N° 107.

**Tabla N° 106. Factores de emisión utilizados (para CH<sub>4</sub>) – Subcategoría Producción de Hierro y Acero**

Fuente de emisión / captura	Factor de emisión	calculado (C)/ por defecto (D)	Dato Nacional	TIER / Nivel	Fuente de información
Producción de hierro y acero	Factor de emisión por defecto de CH <sub>4</sub> para la producción de sinterizado (Kg de CH <sub>4</sub> / toneladas de sinter producido)	D		1	The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>
	Factor de emisión por defecto de CH <sub>4</sub> para la producción de hierro directamente reducido (Kg de CH <sub>4</sub> / TJ luego convertido en Kg de CH <sub>4</sub> / tonelada de DRI producido)	D			The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Los datos nacionales utilizados para determinar el nivel de actividad se describen en la Tabla N° 107.

**Tabla N° 107. Valores de los factores de emisión y de conversión utilizados (para CH<sub>4</sub>) - Subcategoría Producción de Hierro y Acero**

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión por defecto de CH <sub>4</sub> para la producción de sinterizado	0.07	Kg de CH <sub>4</sub> / tonelada de sinter producido	Aplica por defecto en un nivel 1. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 4.27
Factor de emisión por defecto de CH <sub>4</sub> para la producción de hierro directamente reducido	1.00	Kg de CH <sub>4</sub> / TJ (sobre una base calórica neta)	Aplica por defecto en un nivel 1. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 4.27
Factor de emisión por defecto de CH <sub>4</sub> para la producción de hierro directamente reducido –	0.0125	Kg de CH <sub>4</sub> / tonelada de DRI producido	Se calcula a partir del factor de emisión por defecto en Kg de CH <sub>4</sub> / TJ con los datos de Consumo de energía por defecto de gas natural para la producción de DRI y Contenido de

DRI			carbono por defecto del gas natural para convertirlo a Kg de CH <sub>4</sub> / tonelada de DRI producido. Fuente: GL2006. Vol. 3, pp. 4.27 y 4.28
Consumo de energía por defecto de gas natural para la producción de DRI	12.50	GJ de gas natural / tonelada de DRI producido	Valor indicado por GL2006 para el gas natural. Se utiliza para convertir el factor de emisión del DRI. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 4.28
Contenido de carbono por defecto del gas natural	15.30	kg de C / GJ de Gas Natural	Valor indicado por GL2006 para el gas natural. Se utiliza para convertir el factor de emisión del DRI. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 4.28

**Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)**

Se menciona en las GL2006 que los hornos de inducción no generan emisiones apreciables de GEI. Por tanto, considera que no hay emisiones (GL2006. Vol. 3, p. 4.32).

#### 4.3.1.4 Análisis de incertidumbre

Para determinar la incertidumbre de esta subcategoría se han utilizado los valores por defecto recomendados por las GL2006<sup>93</sup>. Cuando las directrices señalaban varios valores para considerar en la incertidumbre (en función a las hipótesis asumidas para el factor de emisión o el dato de actividad), se aplicó la regla B de combinación que describen las OBP2000<sup>94</sup> (ver Ecuación N° 1). Por otro lado, se optó por los valores medios cuando las directrices indicaban rangos.

Tanto para las emisiones de CO<sub>2</sub> como para las de CH<sub>4</sub>, se utilizaron los mismos valores por defecto para la estimación de las incertidumbres. Al factor de emisión se le atribuye un valor de incertidumbre de ± 25 % en un nivel 1 (ver Tabla N° 108).

**Tabla N° 108. Hipótesis y valores de incertidumbre por defecto para el Factor de Emisión - Subcategoría Producción de Hierro y Acero**

Incertidumbre (±)	Descripción	Nivel
25 %	Factores de emisión por defecto	1

**Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.33**

Al dato de actividad se le atribuye un valor de incertidumbre de ± 10 % que corresponde a los datos nacionales de producción.

**Tabla N° 109. Hipótesis y valores de incertidumbre por defecto para el Dato de Actividad - Subcategoría Producción de Hierro y Acero**

Incertidumbre (±)	Descripción	Nivel
10 %	Datos nacionales de producción	1

**Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.33**

<sup>93</sup> GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.33

<sup>94</sup> OBP2000, Capítulo 6, Ecuación 6.4, p 6.13

Los resultados obtenidos indican que la incertidumbre combinada de las emisiones de CO<sub>2</sub> de esta subcategoría es igual a ± 26.93 % y que la incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones es igual a ± 17.10 %. Mientras que para las emisiones de CH<sub>4</sub> la incertidumbre combinada del total de emisiones de esta subcategoría es igual a ± 26.93 % y que la incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones es igual a ± 17.09 %. La Tabla N° 110 presenta los valores estimados de incertidumbre para esta subcategoría para metano y dióxido de carbono.

**Tabla N° 110. Estimación de incertidumbre - Subcategoría Producción de Hierro y Acero**  
**INCERTIDUMBRE POR FUENTE A PARTIR DEL ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE DEL SECTOR**

A		B	E	F	G	M	
Código de sector y categorías de fuentes (GL2006)	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones sectoriales <small>total</small>	
			Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{E^2 + F^2}$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %	
2	<b>Procesos Industriales y uso de productos</b>						
2C	<b>Industria de los metales</b>						
	2C1	Producción de Hierro y Acero	CO <sub>2</sub>	10.00%	25.00%	±26.93%	±17.10%
	2C1	Producción de Hierro y Acero	CH <sub>4</sub>	10.00%	25.00%	±26.93%	±17.09%

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Cabe indicar que no se incluye la incertidumbre asociada con la aplicación de métodos para completar algunos vacíos de los años 2000 y 2005 de la serie de tiempo, pero que no afecta los datos del 2014 ni del 2010 (año base). También puede haber una incertidumbre adicional no considerada correspondiente a los tipos de hornos eléctricos ya que cuando se desconocía el tipo de horno se asumió que el 50 % correspondían a arco eléctrico y otro 50 % a inducción (que no genera emisiones de GEI).

Para revisar y analizar las fórmulas y los valores por defecto utilizados en la estimación de incertidumbre se recomienda ver las hojas “Incertidumbre – resultados” e “Incertidumbre – valores” en la Planilla de Cálculo del año 2014. Además, en el Anexo 2 se presenta la tabla de estimación de la incertidumbre a nivel de fuentes por categorías.

**4.3.1.5 Control de calidad**

Se consideraron los procedimientos de control de calidad que se han descrito en la Tabla N° 10 del presente reporte. Además de los procedimientos generales (ver sección 2.4), las GL2006 recomiendan procedimientos específicos. Estos procedimientos y las acciones llevadas a cabo se describen en la Tabla N° 111.

**Tabla N° 111. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Subcategoría Producción de Hierro y Acero**

Procedimiento específico	Comentario sobre la aplicación
<p><b>Revisión de los factores de emisión y de los contenidos de carbono</b></p> <p>Los compiladores del inventario deben comparar los factores de emisión y los contenidos de carbono agregados nacionalmente con los factores y contenidos de carbono por defecto del IPPC, con el fin de determinar si el valor nacional es razonable en relación con el factor por defecto del IPPC. Las diferencias entre los valores nacionales y los valores por defecto deben explicarse y documentarse, en particular si son representativos de circunstancias diferentes.</p>	<p>No se aplicó el procedimiento porque no se calcularon factores de emisión nacionales.</p>
<p><b>Verificación de los datos de actividad específicos de la planta</b></p> <p>Para los datos específicos de la planta, los compiladores del inventario deben revisar las incoherencias entre plantas para establecer si éstas reflejan la presencia de errores, de técnicas de medición diferentes, o bien resultan de diferencias reales en las emisiones, en las condiciones de funcionamiento o en las tecnologías.</p> <p>Los compiladores deben garantizar que los factores de emisión y los datos de la actividad se determinen de acuerdo con los métodos de medición internacionalmente reconocidos y probados. Si las prácticas de medición no cumplen con este criterio, entonces la utilización de estas emisiones o datos de la actividad debe evaluarse cuidadosamente, deben reconsiderarse las estimaciones de incertidumbre y documentarse las calificaciones. Es también posible que en los sitios donde están en vigor altos estándares de mediciones y de GC/CC, la incertidumbre en la estimación de emisiones sea revisada a la baja.</p>	<p>Se verificaron los datos de actividad en relación a los datos entre plantas y entre años para identificar valores incoherentes. No se evaluaron las condiciones tecnológicas ni operativas de las plantas.</p>
<p><b>Revisión de expertos</b></p> <p>En un proceso de revisión, los compiladores del inventario deben incluir las principales organizaciones industriales y comerciales relacionadas con la producción del hierro y del acero. Este proceso debe comenzar durante la etapa inicial del desarrollo del inventario, de modo que contribuya al desarrollo y la revisión de los métodos y a la adquisición de los datos.</p> <p>Para esta categoría de fuente puede ser útil recurrir también a revisores independientes, particularmente en relación con la recopilación inicial de datos, el trabajo de medición, la transcripción, los cálculos y la documentación.</p>	<p>Se solicitó información sobre el nivel de actividad a las organizaciones comerciales, aunque no se involucraron en la revisión de los métodos.</p>
<p><b>Verificación de los datos de la actividad</b></p> <p>Para todos los niveles, los compiladores del inventario deben realizar verificaciones apoyándose en el Volumen 2, Capítulo 2 (Combustión estacionaria del Sector Energía), para garantizar que las emisiones provenientes de los agentes reductores y de los materiales de proceso (carbón, coque, gas natural, etc.) no sean contabilizadas por partida doble ni omitidas.</p> <p>Los compiladores deben examinar toda incoherencia entre los datos de diferentes plantas para establecer si éstas reflejan la presencia de errores, de técnicas de medición diferentes, o bien resultan de diferencias reales en las emisiones, en las condiciones de funcionamiento o en las tecnologías. Es particularmente pertinente para las estimaciones específicas de plantas sobre las cantidades de agentes reductores o sobre los contenidos de carbono declarados para los materiales de proceso.</p> <p>Allí donde se disponga de datos comerciales sobre el consumo de materiales de proceso, los compiladores deben comparar la agregación de las estimaciones agregadas al nivel de plantas con los totales de la industria.</p>	<p>Las verificaciones comparativas con el volumen 2 de las GL2006 (sector Energía) no se realizaron, por estar fuera del alcance del sector MYPE e Industria.</p> <p>Se recomienda sea parte de un control de calidad posterior al revisar el inventario integrado de todos los sectores para evitar doble contabilidad y omisiones.</p> <p>Se verificó el balance de entrada y salida en el proceso de producción de acero para una planta (para las otras, no se contaba con información suficiente).</p>

**Fuente:** Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, pp. 4.33 y 4.34

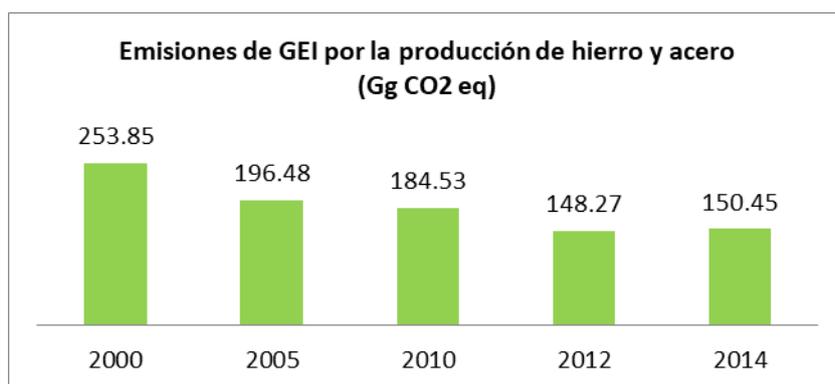
No se han aplicado procedimientos de gestión de calidad en el presente RAGEI.

**4.3.1.6 Análisis de resultados de la subcategoría**

Las emisiones de CO<sub>2</sub> eq de la producción de hierro y acero (que incluyen metano y dióxido de carbono) para el año 2014 se estiman son de 150.45 Gg CO<sub>2</sub> eq. De este valor, menos del 0.02 % correspondieron a las emisiones de metano (0.023 Gg CO<sub>2</sub> eq).

Aunque entre los años 2014 y 2012 se presenta un incremento del 1.48 %, en promedio desde el año 2000 al año 2014 se presenta una tendencia decreciente, con una reducción de 40.73 %. La Figura N° 34 presenta los resultados de la estimación para la serie de tiempo evaluada.

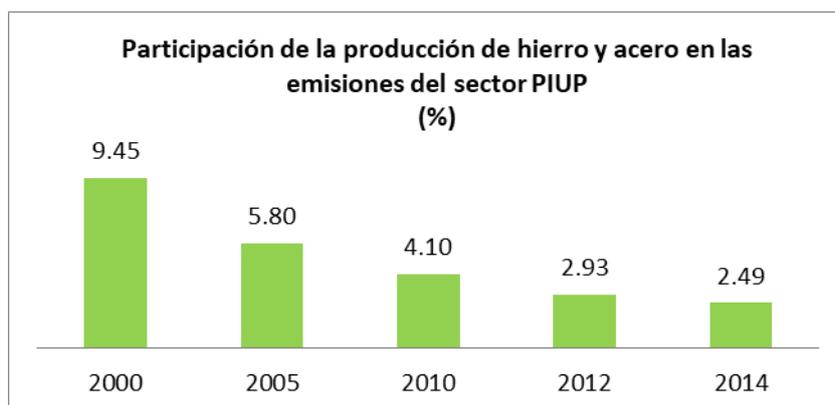
**Figura N° 34. Emisiones de GEI en los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014 - Subcategoría Producción de Hierro y Acero**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La subcategoría de producción de hierro y acero, al igual que sus emisiones, ha presentado una reducción de su participación en las emisiones totales del sector PIUP que se redujo de 9.45 % en el año 2000 a 2.49 % en el 2014 (ver Figura N° 35).

**Figura N° 35. Participación en las emisiones del sector PIUP en los años 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 - Subcategoría Producción de Hierro y Acero**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La actualización de las estimaciones de la serie de años de años 2000, 2005, 2010, 2012 aplicó la misma metodología que en el año 2014 la cual, tal como se ha descrito anteriormente, utiliza datos nacionales sobre la producción de acero, hierro, sinterizado y peletizado para describir el nivel de actividad. Para todos los años se logró estimar las emisiones de dióxido de carbono y metano en un

nivel 1. Los datos nacionales usados provienen de los informes de las empresas en el marco del RAGEI y también de documentos publicados.

Cuando la información sobre producción de acero en hornos eléctricos no especificaba el tipo de horno (inducción o arco eléctrico) y no se logró una respuesta del informante sobre ese detalle, se aplicó la asunción de que un porcentaje de 50 % correspondía a hornos de inducción<sup>95</sup> y un 50 % de hornos de arco eléctrico.

En el caso de una empresa que no reportó pero que su participación se sabe es importante, se decidió considerarla utilizando como fuente de información sus memorias anuales públicas, de donde se obtuvo datos de producción de acero para el año 2010, 2012 y 2014, sin embargo, fue necesario realizar extrapolación lineal para hallar los valores de los años 2000 y 2005<sup>96</sup>.

Asimismo, una de las empresas reportó que en el año 2000 su producción de acero era mayor que la suma de su consumo de chatarra de acero y de hierro directamente reducido (materia prima para el acero), con una diferencia de 60,834.99 toneladas, por lo que para evitar una subestimación se decidió considerar que este saldo correspondía a producción de hierro en alto horno, agregando emisiones de CO<sub>2</sub> al cálculo de dicho año. Esto no se aplicó en los otros años, dado que la diferencia negativa, es decir su consumo de chatarra de acero y hierro directamente reducido fue mayor que la producción de acero.

Finalmente, los datos procesados se presentan como valores agregados en la Tabla N° 112 y la Tabla N° 113, las cuales describen sus fuentes de información.

**Tabla N° 112. Datos nacionales de nivel de actividad utilizados en la actualización de la serie temporal (emisiones de CO<sub>2</sub>) - Subcategoría Producción de Hierro y Acero**

2012			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de Acero en hornos de arco eléctrico – EAF	1,010,105.50	tonelada (t)	Dato procesado a partir de la información reportada por las empresas y recopilada en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria. Empresa Siderúrgica del Perú. (2014). <i>Memoria Anual 2013 - Empresa Siderúrgica del Perú</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Bolsa de Valores de Lima: <a href="http://www.bvl.com.pe/hhii/CM0003/20140221151802/ME MORIA32ANUAL322013.PDF">http://www.bvl.com.pe/hhii/CM0003/20140221151802/ME MORIA32ANUAL322013.PDF</a>
Producción de Acero en hornos de reverbero – OHF	0.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de</i>

<sup>95</sup> No genera GEI.

<sup>96</sup> Esto se realizó con la información del periodo 2008 al 2015.

			<i>la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de Acero en hornos básicos de oxígeno – BOF	0.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de acero (crudo)	1,010,105.50	tonelada (t)	Dato procesado a partir de la información reportada por las empresas y recopilada en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria. Empresa Siderúrgica del Perú. (2014). <i>Memoria Anual 2013 - Empresa Siderúrgica del Perú.</i> Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Bolsa de Valores de Lima: <a href="http://www.bvl.com.pe/hhii/CM0003/20140221151802/MEMORIA32ANUAL322013.PDF">http://www.bvl.com.pe/hhii/CM0003/20140221151802/MEMORIA32ANUAL322013.PDF</a>
Cantidad de chatarra de acero utilizada para la producción de acero	671,465.84	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Cantidad de Hierro de alto horno (arrabio) que no es convertido a acero	0.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de hierro directamente reducido (DRI)	96,331.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de peletizado de concentrado de Hierro	0.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de sinterizado de concentrado de Hierro	0.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de</i>

			la categoría <i>Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
<b>2010</b>			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de Acero en hornos de arco eléctrico – EAF	994,642.00	tonelada (t)	Dato procesado a partir de la información reportada por las empresas y recopilada en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria. Empresa Siderúrgica del Perú. (s.f.). <i>Memoria Anual 2010 - Empresa Siderúrgica del Perú</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de <a href="http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EdiForm/MEMORIA%20ANUAL%202010.pdf">http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EdiForm/MEMORIA%20ANUAL%202010.pdf</a>
Producción de Acero en hornos de reverbero – OHF	0.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de Acero en hornos básicos de oxígeno – BOF	0.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de acero (crudo)	994,642.00	tonelada (t)	Dato procesado a partir de la información reportada por las empresas y recopilada en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria. Empresa Siderúrgica del Perú. (s.f.). <i>Memoria Anual 2010 - Empresa Siderúrgica del Perú</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de <a href="http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EdiForm/MEMORIA%20ANUAL%202010.pdf">http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EdiForm/MEMORIA%20ANUAL%202010.pdf</a>
Cantidad de chatarra de acero utilizada para la producción de acero	615,116.35	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.

Cantidad de Hierro de alto horno (arrabio) que no es convertido a acero	0.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de hierro directamente reducido (DRI)	100,848.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de peletizado de concentrado de Hierro	1,144,773.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de sinterizado de concentrado de Hierro	0.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
<b>2005</b>			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de Acero en hornos de arco eléctrico – EAF	696,194.77	tonelada (t)	Dato procesado a partir de la información reportada por las empresas y recopilada en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria. Empresa Siderúrgica del Perú. (2009). <i>Memoria Anual 2008 - Empresas Siderúrgica del Perú</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de <a href="http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202008.pdf">http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202008.pdf</a> Empresa Siderúrgica del Perú. (2010). <i>Memoria Anual 2009 - Empresa Siderúrgica del Perú</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de <a href="http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202009.pdf">http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202009.pdf</a> Empresa Siderúrgica del Perú. (s.f.). <i>Memoria Anual 2010 - Empresa Siderúrgica del Perú</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de <a href="http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202010.pdf">http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202010.pdf</a> Empresa Siderúrgica del Perú. (s.f.). <i>Memoria Anual 2011 -</i>

			<p><i>Empresa Siderúrgica del Perú</i>. Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de <a href="http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202011.pdf">http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202011.pdf</a></p> <p><i>Empresa Siderúrgica del Perú</i>. (2014). <i>Memoria Anual 2013 - Empresa Siderúrgica del Perú</i>. Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Bolsa de Valores de Lima: <a href="http://www.bvl.com.pe/hhii/CM0003/20140221151802/MEMORIA32ANUAL322013.PDF">http://www.bvl.com.pe/hhii/CM0003/20140221151802/MEMORIA32ANUAL322013.PDF</a></p> <p><i>Empresa Siderúrgica del Perú</i>. (s.f.). <i>Memoria Anual 2014 - Empresa Siderúrgica del Perú</i>. Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Bolsa de Valores de Lima: <a href="http://www.bvl.com.pe/hhii/CM0003/20150224184602/SIDERPER21832MEMORIA32ANUAL322014.PDF">http://www.bvl.com.pe/hhii/CM0003/20150224184602/SIDERPER21832MEMORIA32ANUAL322014.PDF</a></p> <p><i>Empresa Siderúrgica del Perú</i>. (2016). <i>Memoria Anual 2015 - Empresa Siderúrgica del Perú</i>. Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Superintendencia del Mercado de Valores: <a href="http://www.smv.gob.pe/ConsultasP8/temp/Memoria%20Anual%20Siderperu%202015.pdf">http://www.smv.gob.pe/ConsultasP8/temp/Memoria%20Anual%20Siderperu%202015.pdf</a></p>
Producción de Acero en hornos de reverbero – OHF	0.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de Acero en hornos básicos de oxígeno – BOF	0.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de acero (crudo)	696,194.77	tonelada (t)	<p>Dato procesado a partir de la información reportada por las empresas y recopilada en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i>. Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.</p> <p><i>Empresa Siderúrgica del Perú</i>. (2009). <i>Memoria Anual 2008 - Empresas Siderúrgica del Perú</i>. Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de <a href="http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202008.pdf">http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202008.pdf</a></p> <p><i>Empresa Siderúrgica del Perú</i>. (2010). <i>Memoria Anual 2009 - Empresa Siderúrgica del Perú</i>. Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de <a href="http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202009.pdf">http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202009.pdf</a></p> <p><i>Empresa Siderúrgica del Perú</i>. (s.f.). <i>Memoria Anual 2010 - Empresa Siderúrgica del Perú</i>. Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de</p>

			<p><a href="http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202010.pdf">http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202010.pdf</a>          Empresa Siderúrgica del Perú. (s.f.). <i>Memoria Anual 2011 - Empresa Siderúrgica del Perú</i>. Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de</p> <p><a href="http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202011.pdf">http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202011.pdf</a>          Empresa Siderúrgica del Perú. (2014). <i>Memoria Anual 2013 - Empresa Siderúrgica del Perú</i>. Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Bolsa de Valores de Lima:</p> <p><a href="http://www.bvl.com.pe/hhii/CM0003/20140221151802/MEMORIA32ANUAL322013.PDF">http://www.bvl.com.pe/hhii/CM0003/20140221151802/MEMORIA32ANUAL322013.PDF</a>          Empresa Siderúrgica del Perú. (s.f.). <i>Memoria Anual 2014 - Empresa Siderúrgica del Perú</i>. Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Bolsa de Valores de Lima:</p> <p><a href="http://www.bvl.com.pe/hhii/CM0003/20150224184602/SIDERPER21832MEMORIA32ANUAL322014.PDF">http://www.bvl.com.pe/hhii/CM0003/20150224184602/SIDERPER21832MEMORIA32ANUAL322014.PDF</a>          Empresa Siderúrgica del Perú. (2016). <i>Memoria Anual 2015 - Empresa Siderúrgica del Perú</i>. Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Superintendencia del Mercado de Valores:</p> <p><a href="http://www.smv.gob.pe/ConsultasP8/temp/Memoria%20Anual%20Siderperu%202015.pdf">http://www.smv.gob.pe/ConsultasP8/temp/Memoria%20Anual%20Siderperu%202015.pdf</a></p>
Cantidad de chatarra de acero utilizada para la producción de acero	332,173.39	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Cantidad de Hierro de alto horno (arrabio) que no es convertido a acero	0.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de hierro directamente reducido (DRI)	77,878.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de peletizado de concentrado de Hierro	2,874,905.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de sinterizado de concentrado de Hierro	0.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de</i>

			la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014. Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
<b>2000</b>			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de Acero en hornos de arco eléctrico – EAF	561,325.09	tonelada (t)	Dato procesado a partir de la información reportada por las empresas y recopilada en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria. Empresa Siderúrgica del Perú. (2009). <i>Memoria Anual 2008 - Empresas Siderúrgica del Perú</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de <a href="http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202008.pdf">http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202008.pdf</a> Empresa Siderúrgica del Perú. (2010). <i>Memoria Anual 2009 - Empresa Siderúrgica del Perú</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de <a href="http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202009.pdf">http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202009.pdf</a> Empresa Siderúrgica del Perú. (s.f.). <i>Memoria Anual 2010 - Empresa Siderúrgica del Perú</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de <a href="http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202010.pdf">http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202010.pdf</a> Empresa Siderúrgica del Perú. (s.f.). <i>Memoria Anual 2011 - Empresa Siderúrgica del Perú</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de <a href="http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202011.pdf">http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202011.pdf</a> Empresa Siderúrgica del Perú. (2014). <i>Memoria Anual 2013 - Empresa Siderúrgica del Perú</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Bolsa de Valores de Lima: <a href="http://www.bvl.com.pe/hhii/CM0003/20140221151802/MEMORIA32ANUAL322013.PDF">http://www.bvl.com.pe/hhii/CM0003/20140221151802/MEMORIA32ANUAL322013.PDF</a> Empresa Siderúrgica del Perú. (s.f.). <i>Memoria Anual 2014 - Empresa Siderúrgica del Perú</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Bolsa de Valores de Lima: <a href="http://www.bvl.com.pe/hhii/CM0003/20150224184602/SID ERPER21832MEMORIA32ANUAL322014.PDF">http://www.bvl.com.pe/hhii/CM0003/20150224184602/SID ERPER21832MEMORIA32ANUAL322014.PDF</a> Empresa Siderúrgica del Perú. (2016). <i>Memoria Anual 2015 - Empresa Siderúrgica del Perú</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Superintendencia del Mercado de Valores: <a href="http://www.smv.gob.pe/ConsultasP8/temp/Memoria%20Anual%20Siderperu%202015.pdf">http://www.smv.gob.pe/ConsultasP8/temp/Memoria%20Anual%20Siderperu%202015.pdf</a>
Producción de Acero en hornos de reverbero – OHF	0.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> .

			Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de Acero en hornos básicos de oxígeno – BOF	0.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de acero (crudo)	561,325.09	tonelada (t)	Dato procesado a partir de la información reportada por las empresas y recopilada en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria. Empresa Siderúrgica del Perú. (2009). <i>Memoria Anual 2008 - Empresas Siderúrgica del Perú</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de <a href="http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202008.pdf">http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202008.pdf</a> Empresa Siderúrgica del Perú. (2010). <i>Memoria Anual 2009 - Empresa Siderúrgica del Perú</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de <a href="http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202009.pdf">http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202009.pdf</a> Empresa Siderúrgica del Perú. (s.f.). <i>Memoria Anual 2010 - Empresa Siderúrgica del Perú</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de <a href="http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202010.pdf">http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202010.pdf</a> Empresa Siderúrgica del Perú. (s.f.). <i>Memoria Anual 2011 - Empresa Siderúrgica del Perú</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de <a href="http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202011.pdf">http://www.sider.com.pe/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/MEMORIA%20ANUAL%202011.pdf</a> Empresa Siderúrgica del Perú. (2014). <i>Memoria Anual 2013 - Empresa Siderúrgica del Perú</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Bolsa de Valores de Lima: <a href="http://www.bvl.com.pe/hhii/CM0003/20140221151802/MEMORIA32ANUAL322013.PDF">http://www.bvl.com.pe/hhii/CM0003/20140221151802/MEMORIA32ANUAL322013.PDF</a> Empresa Siderúrgica del Perú. (s.f.). <i>Memoria Anual 2014 - Empresa Siderúrgica del Perú</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Bolsa de Valores de Lima: <a href="http://www.bvl.com.pe/hhii/CM0003/20150224184602/SIDERP21832MEMORIA32ANUAL322014.PDF">http://www.bvl.com.pe/hhii/CM0003/20150224184602/SIDERP21832MEMORIA32ANUAL322014.PDF</a> Empresa Siderúrgica del Perú. (2016). <i>Memoria Anual 2015 - Empresa Siderúrgica del Perú</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Superintendencia del Mercado de Valores: <a href="http://www.smv.gob.pe/ConsultasP8/temp/Memoria%20Anual%20Siderperu%202015.pdf">http://www.smv.gob.pe/ConsultasP8/temp/Memoria%20Anual%20Siderperu%202015.pdf</a>

Cantidad de chatarra de acero utilizada para la producción de acero	128,501.01	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Cantidad de Hierro de alto horno (arrabio) que no es convertido a acero	60,834.99	tonelada (t)	Dato procesado a partir de la información reportada por las empresas y recopilada en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de hierro directamente reducido (DRI)	81,823.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de peletizado de concentrado de Hierro	2,317,344.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de sinterizado de concentrado de Hierro	0.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014.</i> Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.

**Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)**

**Tabla N° 113. Datos nacionales de nivel de actividad utilizados en la actualización de la serie temporal (emisiones de CH<sub>4</sub>)- Subcategoría Producción de Hierro y Acero**

2012			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de hierro directamente reducido (DRI)	96,331.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de sinterizado de concentrado de Hierro	0.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
2010			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de hierro directamente reducido (DRI)	100,848.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de sinterizado de concentrado de Hierro	0.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
2005			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de hierro directamente reducido (DRI)	77,878.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de sinterizado de concentrado de Hierro	0.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.

2000			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción de hierro directamente reducido (DRI)	81,823.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
Producción de sinterizado de concentrado de Hierro	0.00	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Ministerio de la Producción. (2016). <i>Archivo de información sobre niveles de actividad de las empresas, recopilada en el marco del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos, 2014</i> . Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.

**Fuente:** Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Para mayor información revisar en el archivo digital del RAGEI la carpeta de “Planillas de Cálculo” y el archivo de fuentes de información del RAGEI denominado “2C1 Hierro y Acero”.

#### 4.3.1.7 Sigüientes pasos

Los siguientes pasos incluyen diferenciar en la solicitud de información la producción de hornos eléctricos EAF con la producción de hornos eléctricos de inducción (que no emiten GEI) y actualizar las estimaciones. Asimismo, se requiere revisar la identificación de las principales empresas productoras de hierro y acero y procurar incluir a aquellas que no han sido consideradas al momento sobre todo si su actividad es pertinente<sup>97</sup> y significativa.

Se debe profundizar sobre los procesos de peletizado de hierro y realizar consultas a las empresas sobre la tecnología de sus hornos para determinar la pertinencia de las emisiones del peletizado. En general profundizar en el conocimiento sobre los procesos de cada empresa para determinar si los factores de emisión aplicadas son los pertinentes, sobre todo en relación a los tipos de hornos utilizados. Asimismo, se deberá invertir más recursos para la recopilación de tal modo que se logre que las empresas representativas reporten sus datos de plantas (incluyendo la descripción de sus procesos).

Finalmente, se debe socializar los resultados con las empresas que reportaron sus datos de planta, gracias a las cuales se ha podido calcular en un nivel 1 las emisiones de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> de la producción de acero y hierro.

#### 4.3.2 Subcategoría 2C3: Producción de Aluminio

El IPCC (2006) se refiere a la subcategoría 2C3 como las vinculadas a la producción de aluminio, estableciendo la siguiente definición: “La producción de aluminio cubre la producción primaria de

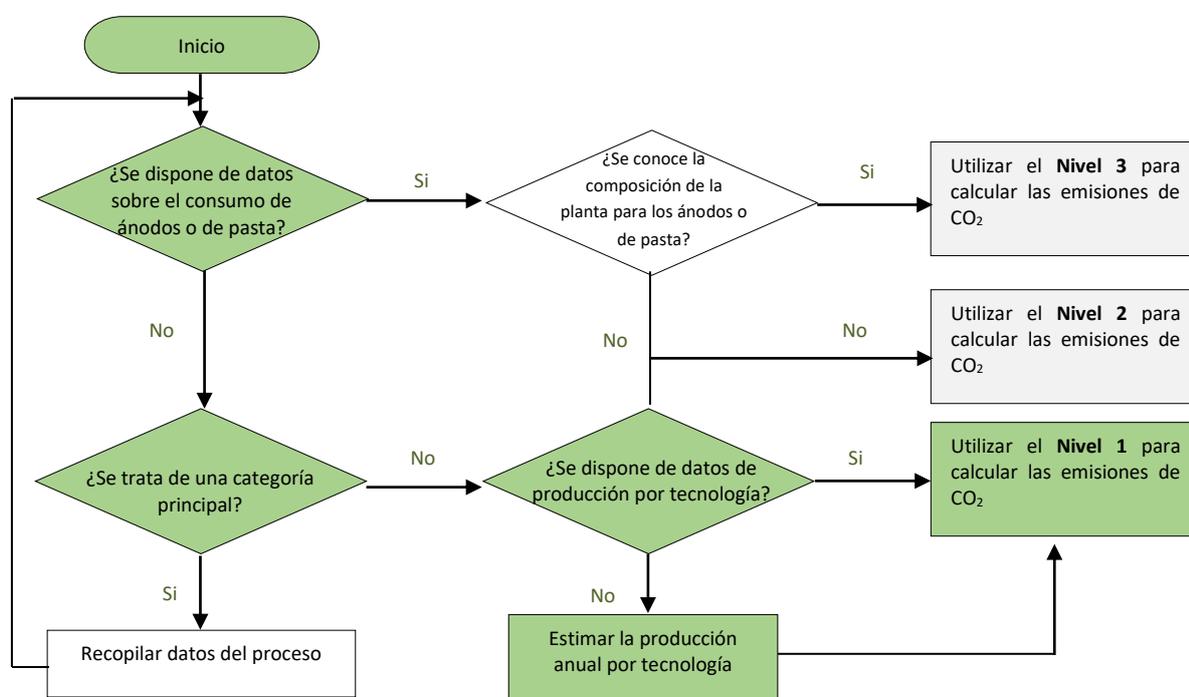
<sup>97</sup> Si incluye en sus procesos la producción de peletizado, sinterizado, hierro y acero.

aluminio, excepto las emisiones vinculadas al uso de combustibles. Las emisiones de dióxido de carbono resultantes de la reacción reductora electroquímica de alúmina con un ánodo basado en carbono. También se producen en forma intermitente el tetrafluorometano (CF<sub>4</sub>) y hexafluoroetano (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>). El reciclado de aluminio no produce gases de efecto invernadero además de los emitidos por el uso de combustible para volver a fundir el metal. Las emisiones de hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) no están asociadas a la producción primaria de aluminio; no obstante, la colada de algunas aleaciones con altos contenidos de magnesio da como resultado emisiones de SF<sub>6</sub> y estas emisiones se contabilizan en la sección 2C4, Producción de magnesio” (IPCC, 2006)<sup>98</sup>. El presente reporte describe la estimación de las emisiones de dióxido de carbono de esta subcategoría aplicando un nivel metodológico 1.

**4.3.2.1 Elección del método**

El método de cálculo utilizado es del nivel 1 y fue elegido en función a la disponibilidad de información tal como se describe en la Figura N° 36.

**Figura N° 36. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> - Subcategoría Producción de Aluminio**



Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.48

A nivel nacional, no se dispone de datos de las plantas de sus consumos de ánodos o de pasta para la producción de aluminio, ni tampoco de su producción por tipo de tecnología. Considerando que no es una categoría principal pero que sí se cuenta con datos nacionales agregados sobre la fabricación de productos de aluminio, la aplicación del árbol de decisiones recomienda utilizar para el presente RAGEI un nivel 1 de cálculo que usa factores de emisión por defecto y datos de producción nacional agregada (ver Tabla N° 114).

<sup>98</sup> GL2006, Vol. 1, Capítulo 8, Cuadro 8.2

**Tabla N° 114. Nivel metodológico aplicado para las emisiones de CO<sub>2</sub> - Subcategoría Producción de Aluminio**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Tier/nivel
2C3	Producción de aluminio	Producción de metal Aluminio por tipo de proceso (ánodos precocidos, pasta Söderberg), toneladas	Fabricación de perfiles, planchas y discos de aluminio Producción mundial de Aluminio (Aluminium to cast houses) Consumo de aluminio primario requerido (Required primary consumption)	1

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La Ecuación N° 28 describe la estimación realizada de las emisiones de dióxido de carbono en el nivel 1.

**Ecuación N° 28. Emisiones de CO<sub>2</sub>, Nivel 1 - Subcategoría Producción de Aluminio**

EMISIONES DE CO<sub>2</sub> DE PROCESO DEL CONSUMO DE ÁNODOS Y/O PASTA DE ÁNODOS (METODO DE NIVEL 1)  

$$\text{Emisiones de CO}_2 = \text{EF}_P \times \text{MP}_P + \text{EF}_S \times \text{MP}_S$$

Donde:

Emisiones de CO<sub>2</sub> = emisiones de CO<sub>2</sub> originadas en el consumo de ánodos y/o pasta de ánodos, toneladas de CO<sub>2</sub>

EF<sub>P</sub> = Factor de emisión de CO<sub>2</sub> específico de la tecnología de precocidos, toneladas de CO<sub>2</sub> / toneladas de aluminio producido

MP<sub>P</sub> = producción de metal del proceso de ánodos precocidos, toneladas de aluminio

EF<sub>S</sub> = Factor de emisión de CO<sub>2</sub> para la tecnología de pasta Söderberg, toneladas de CO<sub>2</sub> / toneladas de aluminio producido

MP<sub>S</sub> = producción de metal del proceso Söderberg, toneladas de aluminio

Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.49, Ecuación 4.20

La producción de aluminio (MP, MP<sub>S</sub> y MP<sub>P</sub>) que representa el dato del nivel de actividad de las ecuaciones previas (Ecuación N° 28 y Ecuación N° 32) solo corresponde a aluminio de producción primaria, que requiere del proceso de electrólisis que libera dióxido de carbono, por tanto si se tuvieran datos de producción total, se deberían descontar el aluminio reciclado (secundario), en tal caso se propone aplicar la Ecuación N° 29.

**Ecuación N° 29. Cálculo de producción de aluminio - Subcategoría Producción de Aluminio**

$$\text{MP} = M_{\text{primario y secundario}} \times \text{Fracción del Aluminio Primario del Aluminio Producido}$$

Donde:

M<sub>primario y secundario</sub> = producción de metal aluminio que incluye primario y secundario, toneladas de aluminio

MP = producción de metal aluminio (primario), toneladas de aluminio

Fracción del Aluminio Primario del Aluminio Producido, fracción

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La Ecuación N° 29 ha sido propuesta debido a que no se cuenta con información sobre los procesos y tecnologías de la producción de aluminio y es posible que el dato nacional incluya tanto producción primaria como secundaria. Para determinar la fracción del aluminio que corresponde a producción

primaria se optó por utilizar las estadísticas mundiales del International Aluminium Institute (IAI). De este modo, se puede calcular esta fracción con la Ecuación N° 30, que para el año 2014 utilizó los datos indicados en la Ecuación N° 30.

**Ecuación N° 30. Calculo de fracción de aluminio primario - Subcategoría Producción de Aluminio**

Fracción del Aluminio Primario del Aluminio Producido (promedio mundial)	=	Consumo de aluminio primario requerido (Required primary consumption)	÷	Producción mundial de Aluminio (Aluminium to cast houses)
--	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Esta subcategoría (producción de aluminio) también genera emisiones de PFC, pero estas no han sido estimadas pues para ello se requiere información sobre los tipos de tecnologías. Además, utilizando un nivel 1, la incertidumbre es alta por lo tanto se decidió no realizar la estimación asumiendo valores promedios.

**4.3.2.2 Descripción del nivel de actividad**

El nivel de actividad ha sido determinado a partir de las estadísticas nacionales e internacionales (para estimar la cantidad de aluminio primario). La

Tabla N° 115 describe la información utilizada.

**Tabla N° 115. Descripción del nivel de actividad utilizado y los datos nacionales utilizados en la estimación del año 2014 - Subcategoría Producción de Aluminio**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
2C3	Producción de aluminio	Producción de metal Aluminio por tipo de proceso (ánodos precocidos, pasta Söderberg), toneladas	Fabricación de perfiles, planchas y discos de aluminio	tonelada (t)	Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). <i>Series Nacionales: Instituto Nacional de Estadística e Informática.</i> Recuperado el 31 de julio de 2016, de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <a href="http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/">http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/</a>	En un nivel 1, la producción de aluminio (primario) se multiplica por el factor de emisión por defecto, el cual depende de la tecnología aplicada. Se ha calculado la producción de aluminio en función a productos de aluminio reportados en las estadísticas nacionales, las cuales no presentaron valor para el año 2014, por lo que se proyectó (extrapolación lineal), este valor se multiplicó por una tasa de producción de aluminio primario calculada con información de IAI del 2014. El factor por
			Producción mundial de Aluminio (Aluminium to cast houses)	tonelada (t)	International Aluminium Institute. (2015). <i>Global Mass Flow Model - 2013 (2014 draft).</i> Recuperado el 19 de setiembre de 2016, de World Aluminium: <a href="http://www.world-">http://www.world-</a>	

					aluminium.org/publications/	defecto elegido fue el valor medio ya que se desconocen los procesos de producción. Solo hay estimación PFC en nivel 2 y 3 porque requiere información específica de las plantas sobre los efectos anódicos durante la electrólisis.
		Consumo de aluminio primario requerido (Required primary consumption)	tonelada (t)		International Aluminium Institute. (2015). <i>Global Mass Flow Model - 2013 (2014 draft)</i> . Recuperado el 19 de setiembre de 2016, de World Aluminium: <a href="http://www.world-aluminium.org/publications/">http://www.world-aluminium.org/publications/</a>	

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Los datos nacionales utilizados para determinar el nivel de actividad son la fabricación de perfiles, planchas y discos de aluminio y datos de producción mundial de Aluminio (Aluminium to cast houses) y consumo de aluminio primario requerido (Required primary consumption) del International Aluminium Institute (IAI).

El dato de fabricación de perfiles, planchas y discos de aluminio se obtiene de las estadísticas nacionales en los registros del INEI<sup>99</sup>. No se encontró otra fuente nacional gubernamental que reportara valores de producción de aluminio y tampoco se cuenta con registros de las empresas, por tanto, se decidió utilizar esta fuente que también fue usada en INGEI 2012. Sin embargo, esta fuente no reporta datos para el año 2014 y se tuvo que aplicar una extrapolación lineal<sup>100</sup>

Por otro lado, con los datos de producción mundial de Aluminio y consumo de aluminio primario requerido del IAI se obtuvo la fracción de la producción que corresponde al aluminio primario. Esto no se había considerado en el INGEI previo y es una mejora de exactitud del cálculo, dado que de acuerdo a las GL2006 no se atribuyen emisiones de GEI a la producción secundaria de aluminio y esta debe ser descontada en el nivel de actividad.

Las emisiones son calculadas con la Ecuación N° 29, los valores de los datos nacionales para el año 2014 se describen en la Tabla N° 116.

**Tabla N° 116. Valores de los datos nacionales utilizados para el año 2014 - Subcategoría Producción de Aluminio**

Dato Nacional	Valor	Unidad	Fuente de información
---------------	-------	--------	-----------------------

<sup>99</sup> Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). *Series Nacionales: Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Recuperado el 31 de julio de 2016, de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/>

<sup>100</sup> Ver también sección de análisis de resultados donde se detalla los procedimientos aplicados para la actualización de la serie de tiempo.

Fabricación de perfiles, planchas y discos de aluminio	3,835.00	tonelada (t)	Dato calculado por extrapolación lineal con información de: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). <i>Series Nacionales: Instituto Nacional de Estadística e Informática</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <a href="http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/">http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/</a>
Producción mundial de Aluminio (Aluminium to cast houses)	119,704,587.90	tonelada (t)	Dato reportado en: International Aluminium Institute. (2015). <i>Global Mass Flow Model - 2013 (2014 draft)</i> . Recuperado el 19 de setiembre de 2016, de World Aluminium: <a href="http://www.world-aluminium.org/publications/">http://www.world-aluminium.org/publications/</a>
Consumo de aluminio primario requerido (Required primary consumption)	54,365,235.83	tonelada (t)	Dato reportado en: International Aluminium Institute. (2015). <i>Global Mass Flow Model - 2013 (2014 draft)</i> . Recuperado el 19 de setiembre de 2016, de World Aluminium: <a href="http://www.world-aluminium.org/publications/">http://www.world-aluminium.org/publications/</a>

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

#### 4.3.2.3 Factores de emisión y conversión

Para aplicar la Ecuación N° 28 se hace necesario conocer la producción de aluminio diferenciada por tipos de tecnologías: ánodos pre-cocidos o pasta Sørderberg. Sin embargo, no se contó con información del tipo de tecnologías utilizadas por lo que se optó por utilizar el valor medio de los factores de emisión por defecto considerando que su diferencia es de solo 0.1 toneladas de CO<sub>2</sub>. El cálculo del valor medio se describe en la Ecuación N° 31.

#### Ecuación N° 31. Factor de emisión de CO<sub>2</sub>, Nivel 1 (valor medio) - Subcategoría Producción de Aluminio

Factor de emisión de CO<sub>2</sub> (cálculo del valor medio de los factores de emisión por defecto):

$$EF = (EF_p + EF_s) \div 2$$

$$EF = (1.6 + 1.7) \div 2 = 1.65 \text{ toneladas de CO}_2 / \text{toneladas de aluminio}$$

Donde:

EF = Factor de emisión de CO<sub>2</sub> para la producción de aluminio (calculado del valor medio de factores de emisión por defecto), toneladas de CO<sub>2</sub> / toneladas de aluminio

EF<sub>p</sub> = Factor de emisión de CO<sub>2</sub> específico de la tecnología de precocidos, toneladas de CO<sub>2</sub> / toneladas de aluminio (1.7)

EF<sub>s</sub> = Factor de emisión de CO<sub>2</sub> para la tecnología de pasta Sørderberg, toneladas de CO<sub>2</sub> / toneladas de aluminio (1.6)

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.52, Cuadro 4.10

Debido a que no se conocen las tecnologías, se ha propuesto la Ecuación N° 32, que adapta la Ecuación N° 22 para considerar el factor de emisión calculado en la Ecuación N° 23.

**Ecuación N° 32. Emisiones de CO<sub>2</sub>, Nivel 1 - Subcategoría Producción de Aluminio**

EMISIONES DE CO<sub>2</sub> DE PROCESO DEL CONSUMO DE ÁNODOS Y/O PASTA DE ÁNODOS (MÉTODO DE NIVEL 1)  
Emisiones de CO<sub>2</sub> = EF x MP

Donde:

Emisiones de CO<sub>2</sub> = emisiones de CO<sub>2</sub> originadas en el consumo de ánodos y/o pasta de ánodos, toneladas de CO<sub>2</sub>

EF = Factor de emisión de CO<sub>2</sub> para la producción de aluminio (calculado del valor medio de factores de emisión por defecto), toneladas de CO<sub>2</sub> / toneladas de aluminio

MP = producción de metal aluminio, toneladas de aluminio

**Fuente: Adaptado de GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.49, Ecuación 4.20**

La Tabla N°117 y la Tabla N° 118 describen el factor de emisión por defecto utilizado y la información para determinar la proporción de producción primaria de aluminio (%)<sup>101</sup> que se calculó a partir de estadísticas internacionales (Ecuación N° 30).

**Tabla N° 117. Factores de emisión utilizados – Subcategoría Producción de Aluminio**

Fuente de emisión / captura	Factor de emisión	calculado (C)/ por defecto (D)	Dato Nacional	TIER / Nivel	Fuente de información
Producción de aluminio	Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la producción de aluminio (toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de aluminio producido)	D		1	The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>
	Proporción calculada de producción primaria de aluminio (%)	C	Proporción de producción primaria de aluminio de la producción mundial		International Aluminium Institute. (2015). <i>Global Mass Flow Model - 2013 (2014 draft)</i> . Recuperado el 19 de setiembre de 2016, de World Aluminium: <a href="http://www.world-aluminium.org/publications/">http://www.world-aluminium.org/publications/</a>

**Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)**

**Tabla N° 118. Valores de los factores de emisión y de conversión utilizados - Subcategoría Producción de Aluminio**

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la	1.65	toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas	Se decidió utilizar el valor medio de los factores por defecto propuestos (1.6 -1.7), al

<sup>101</sup> Se calculó con información de International Aluminium Institute (2015), para el año 2014. Esta fuente también tiene información para toda la serie de tiempo (se calcula y se aplica en cada año del inventario).

producción de aluminio		de aluminio producido	desconocerse la tecnología utilizada. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 4.52, Cuadro 4.10
Proporción calculada de producción primaria de aluminio	45.42	%	Se calcula con información de Producción mundial de Aluminio (Aluminium to cast houses) y Consumo de aluminio primario requerido (Required primary consumption) de International Aluminium Institute para determinar una proporción de aluminio primario a aplicar a la producción indicada por el dato nacional. Fuente: International Aluminium Institute. (2015)

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

#### 4.3.2.4 Análisis de incertidumbre

Para determinar la incertidumbre de esta subcategoría se han utilizado los valores por defecto recomendados por las GL2006<sup>102</sup>. Cuando las directrices señalaban varios valores para considerar en la incertidumbre (en función a las hipótesis asumidas para el factor de emisión o el dato de actividad), se aplicó la regla B de combinación que describen las OBP2000<sup>103</sup> (ver Ecuación N° 1). Por otro lado, se optó por los valores medios cuando las directrices indicaban rangos.

Al factor de emisión se le atribuye una incertidumbre de  $\pm 10\%$  que corresponde al promedio de las incertidumbres por defecto asociadas a los factores de emisión de ánodos precocidos y la tecnología Soderberg, ya que el factor de emisión utilizado en la estimación es el promedio de los dichos factores de emisión.

**Tabla N° 119. Hipótesis y valores de incertidumbre por defecto para el Factor de Emisión - Subcategoría Producción de Aluminio**

Incertidumbre ( $\pm$ )	Descripción	Nivel
10 %	Factor de emisión de tecnologías de ánodos precocidos	1
10 %	Factor de emisión de tecnologías de Soderberg	1

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.52

Al dato de actividad, se le atribuye Se utilizó el valor de  $\pm 1\%$  para los datos nacionales de producción.

**Tabla N° 120. Hipótesis y valores de incertidumbre por defecto para el Dato de Actividad - Subcategoría Producción de Aluminio**

Incertidumbre ( $\pm$ )	Descripción	Nivel
1 %	Incertidumbre de los datos nacionales de producción	1

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.62

Los resultados obtenidos indican que la incertidumbre combinada de esta fuente es igual a  $\pm 10.05\%$ , mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones sectoriales es igual a  $\pm 6.84\%$  (ver Tabla N° 121). Este cálculo no incluye la incertidumbre asociada con la aplicación de

<sup>102</sup> GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.52 y GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.62

<sup>103</sup> OBP2000, Capítulo 6, Ecuación 6.4, p 6.13

métodos para completar vacíos en la serie de datos nacionales y la conversión para determinar la fracción de la producción primaria. Con lo cual se puede deducir que la incertidumbre es mayor. La incertidumbre podría ser reducida a la medida que se cuente con mayor información sobre la producción de aluminio, sus materias primas y sus procesos.

**Tabla N° 121. Estimación de incertidumbre - Subcategoría Producción de Aluminio**

**INCERTIDUMBRE POR FUENTE A PARTIR DEL ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE DEL SECTOR**

A		B	E	F	G	M
Código de sector y categorías de fuentes (GL2006)	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones sectoriales totales
			Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{E^2 + F^2}$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %
2 Procesos Industriales y uso de productos						
2C		Industria de los metales				
	2C3	Producción de Aluminio	CO <sub>2</sub>	1.00%	10.00%	±10.05% ±6.84%

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Para revisar y analizar las fórmulas y los valores por defecto utilizados en la estimación de incertidumbre se recomienda ver las hojas “Incertidumbre – resultados” e “Incertidumbre – valores” en la Planilla de Cálculo del año 2014. Además, en el Anexo 2 se presenta la tabla de estimación de la incertidumbre a nivel de fuentes por categorías.

#### 4.3.2.5 Control de calidad

Se consideraron los procedimientos de control de calidad que se han descrito en la Tabla N° 10 del presente reporte. Además de los procedimientos generales (ver sección 2.4), las GL2006 recomiendan procedimientos específicos. Estos procedimientos y las acciones llevadas a cabo se describen en la Tabla N° 122.

**Tabla N° 122. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Subcategoría Producción de Aluminio**

Procedimiento específico	Comentario sobre la aplicación
Es una <b>buena práctica</b> mantener registros de todos los datos de la actividad necesarios para realizar los cálculos de los factores de emisión, como se sugiere en estas directrices. Estos registros incluirán la producción de aluminio, el rendimiento del efecto anódico y el consumo de materiales carbonáceos utilizados, en las celdas con ánodos precocidos o en las celdas Søderberg. Además, el Instituto Internacional del Aluminio mantiene resúmenes mundiales de datos agregados de la actividad sobre estos mismos parámetros y los datos regionales están disponibles en las asociaciones regionales del aluminio. Es una buena práctica agregar las estimaciones de emisiones de cada fundidor para estimar el total nacional de emisiones. Sin embargo, si no se dispone de datos de producción al nivel del fundidor, se pueden usar los datos sobre su capacidad de producción junto con la producción agregada nacional para estimar la producción del fundidor.	Se recopilaron registros de producción a nivel de estadísticas nacionales, pero no a nivel de plantas. Se utilizaron las estadísticas internacionales del Instituto Internacional del Aluminio para adaptar el dato nacional de producción de productos de aluminio y determinar la producción de aluminio primario.

Procedimiento específico	Comentario sobre la aplicación
<p>Es una <b>buena práctica</b> verificar los factores de emisión de CO<sub>2</sub> por tonelada de aluminio de las instalaciones, comparándolos con el intervalo esperado de variación que se pueda predecir a partir de las variaciones señaladas en los Cuadros 4.10 y 4.11 de GL2006 para las emisiones específicas de dióxido de carbono. Por igual, los coeficientes de la ecuación de base utilizados para calcular los factores de emisión de PFC por tonelada de aluminio, deben compararse con los que se señalan en el Cuadro 4.15. Se sugiere que todo valor de inventario que esté fuera del intervalo de confianza del 95 por ciento de la varianza de la población de datos sea confirmado con la fuente de los datos.</p>	<p>No se aplicó el procedimiento porque no se calcularon factores de emisión nacionales.</p>
<p>El empleo de métodos de medición estándar mejora la coherencia de los datos resultantes y el conocimiento de las propiedades estadísticas de los datos. Para el aluminio primario, la norma reconocida internacionalmente es el protocolo EPA/IAI Protocol for Measurement of Tetrafluoromethane (CF<sub>4</sub>) and Hexafluoroethane (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>) Emissions from Primary Aluminum Production (U.S. EPA and IAI, 2003 Protocolo para la medición de las emisiones de tetrafluorometano (CF<sub>4</sub>) y hexafluoroetano (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>) provenientes de la producción primaria del aluminio). Los compiladores del inventario deben instar a las plantas a utilizar este método para desarrollar los coeficientes de la ecuación de Nivel 3 para los PFC. Las diferencias significativas entre los coeficientes calculados basándose en las mediciones de PFC y los coeficientes promedio de la industria de Nivel 2 para tecnologías de reducción similares, deben suscitar revisiones más profundas y verificaciones de los cálculos. Las grandes diferencias deben explicarse y documentarse. Un conjunto de datos internacionales sobre rendimiento anódico que puede emplearse para identificar los datos extremos atípicos está disponible en el Instituto Internacional del Aluminio. Además, al evaluar la idoneidad de los datos declarados, debe consultarse una base de datos actualizada sobre mediciones de PFC que lleva también el IAI.</p>	<p>No se aplicó el procedimiento porque no se obtuvo información de plantas ni sobre tecnologías.</p>
<p>Los cambios interanuales en las emisiones de dióxido de carbono por tonelada de aluminio no deben sobrepasar el <math>\pm 10</math> por ciento, basándose en la coherencia de los procesos subyacentes que producen dióxido de carbono. Por el contrario, los cambios inter anuales en las emisiones de PFC por tonelada de aluminio pueden variar dentro del orden de hasta un <math>\pm 100</math> por ciento. Los aumentos en las emisiones específicas de PFC pueden ser el resultado de las inestabilidades del proceso. Los aumentos en la frecuencia y duración del efecto anódico pueden ser el resultado de factores tales como las interrupciones no anticipadas de energía, los cambios en las fuentes de los materiales de alimentación en alúmina, los problemas operacionales en las celdas y los aumentos en la intensidad de la corriente de línea para aumentar la producción de aluminio. Las disminuciones de emisiones específicas de PFC pueden ser el resultado de disminuciones en la frecuencia y duración del efecto anódico debido a cambios en los algoritmos computarizados que se emplean en el control del proceso en las celdas, mejoramientos en la tecnología de celdas, tales como la instalación de alimentadores por puntos, mejoras en las prácticas de trabajo y un mejor control de las materias primas.</p>	<p>La variación interanual de las emisiones de dióxido de carbono no es mayor a 10 por ciento (sin embargo, se debe precisar que el dato de nivel de actividad ha sido calculado por extrapolación lineal desde el año 2007). No se estimó PFC por tanto no se revisó el comportamiento de las emisiones de PFC.</p>

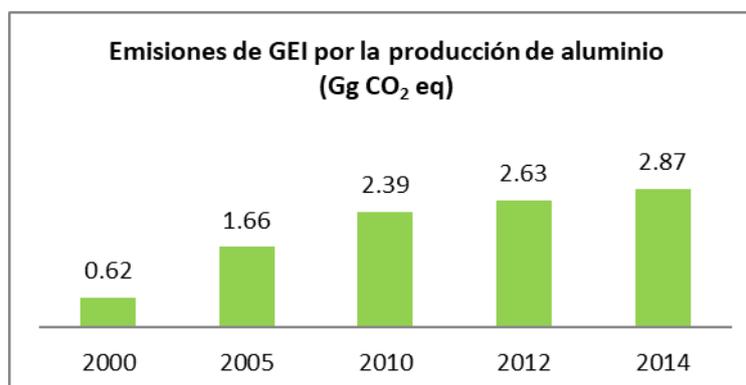
**Fuente:** Elaborado en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.63

No se han aplicado procedimientos de gestión de calidad en el presente RAGEI.

#### 4.3.2.6 Análisis de resultados de la subcategoría

Las emisiones de CO<sub>2</sub> de la producción de aluminio para el año 2014 se estiman fueron de 2.87 Gg de CO<sub>2</sub> eq. Se aprecia un incremento del 9.07 % en relación al año 2012 y de 365.34 % en relación al año 2000. En todo el periodo se observa una tendencia ascendente. La Figura N° 37 presenta los resultados de la estimación para toda la serie de tiempo.

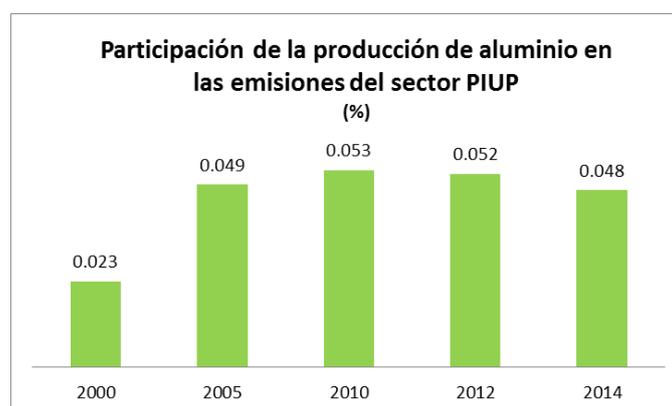
**Figura N° 37. Emisiones de GEI en los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014 - Subcategoría Producción de Aluminio**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La subcategoría de producción de aluminio tiene una baja participación en relación a las emisiones del sector PIUP. En el año 2014, su participación fue de 0.048 % sin haber variado mucho durante los años evaluados (ver Figura N° 38).

**Figura N° 38. Participación en las emisiones del sector PIUP en los años 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 - Subcategoría Producción de Aluminio**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La actualización de las estimaciones para la serie de años 2000, 2005, 2010 y 2012 se realizó aplicando el mismo método de cálculo aplicado en el año 2014, utilizando como principal dato nacional la fabricación de perfiles, planchas y discos de aluminio que se reportan en las estadísticas nacionales<sup>104</sup>. Asimismo, se utilizó información sobre la producción de aluminio a nivel mundial del International Aluminium Institute (IAI) para obtener el valor en cada año de la fracción del aluminio primario en el total aluminio producido. En relación al dato de perfiles, planchas y discos de aluminio la fuente de información reporta valores desde 1995 a 2006, por lo tanto, para las estimaciones de los años 2000 y 2005 se usaron los valores sin necesidad de conversiones. En cambio, para los años 2010, 2012 y 2014,

<sup>104</sup> Se reporta en las *Series Nacionales: Instituto Nacional de Estadística e Informática*, pero en la fuente se indica que el informante es el Ministerio de la Producción.

al no contarse con información, se realizó una extrapolación lineal con los datos disponibles de los años 2002 al 2006<sup>105</sup>. La Tabla N° 123 presenta los valores de los datos nacionales obtenidos y utilizados, y sus fuentes de información.

**Tabla N° 123. Datos nacionales de nivel de actividad utilizados en la actualización de la serie temporal - Subcategoría Producción de Aluminio**

2012			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Fabricación de perfiles, planchas y discos de aluminio	3,542.60	tonelada (t)	Dato calculado por extrapolación lineal con información de: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). <i>Series Nacionales: Instituto Nacional de Estadística e Informática</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <a href="http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/">http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/</a>
Producción mundial de Aluminio (Aluminium to cast houses)	104,917.70	tonelada (t)	Dato reportado en: International Aluminium Institute. (2015). <i>Global Mass Flow Model - 2013 (2014 draft)</i> . Recuperado el 19 de setiembre de 2016, de World Aluminium: <a href="http://www.world-aluminium.org/publications/">http://www.world-aluminium.org/publications/</a>
Consumo de aluminio primario requerido (Required primary consumption)	47,293.00	tonelada (t)	Dato reportado en: International Aluminium Institute. (2015). <i>Global Mass Flow Model - 2013 (2014 draft)</i> . Recuperado el 19 de setiembre de 2016, de World Aluminium: <a href="http://www.world-aluminium.org/publications/">http://www.world-aluminium.org/publications/</a>
2010			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Fabricación de perfiles, planchas y discos de aluminio	3,250.20	tonelada (t)	Dato calculado por extrapolación lineal con información de: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). <i>Series Nacionales: Instituto Nacional de Estadística e Informática</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <a href="http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/">http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/</a>
Producción mundial de Aluminio (Aluminium to cast houses)	92,986.06	tonelada (t)	Dato reportado en: International Aluminium Institute. (2015). <i>Global Mass Flow Model - 2013 (2014 draft)</i> . Recuperado el 19 de setiembre de 2016, de World Aluminium: <a href="http://www.world-aluminium.org/publications/">http://www.world-aluminium.org/publications/</a>
Consumo de aluminio primario requerido (Required primary consumption)	41,413.00	tonelada (t)	Dato reportado en: International Aluminium Institute. (2015). <i>Global Mass Flow Model - 2013 (2014 draft)</i> . Recuperado el 19 de setiembre de 2016, de World Aluminium: <a href="http://www.world-aluminium.org/publications/">http://www.world-aluminium.org/publications/</a>
2005			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Fabricación de perfiles, planchas y discos de aluminio	2,281.00	tonelada (t)	Dato reportado en: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). <i>Series Nacionales: Instituto Nacional de Estadística e Informática</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <a href="http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/">http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/</a>

<sup>105</sup> Se consideró este periodo porque antes del año 2002 se presenta un punto de inflexión en la tendencia de los datos.

			series/
Producción mundial de Aluminio (Aluminium to cast houses)	72,180.67	tonelada (t)	Dato reportado en: International Aluminium Institute. (2015). <i>Global Mass Flow Model - 2013 (2014 draft)</i> . Recuperado el 19 de setiembre de 2016, de World Aluminium: <a href="http://www.world-aluminium.org/publications/">http://www.world-aluminium.org/publications/</a>
Consumo de aluminio primario requerido (Required primary consumption)	31,906.00	tonelada (t)	Dato reportado en: International Aluminium Institute. (2015). <i>Global Mass Flow Model - 2013 (2014 draft)</i> . Recuperado el 19 de setiembre de 2016, de World Aluminium: <a href="http://www.world-aluminium.org/publications/">http://www.world-aluminium.org/publications/</a>
<b>2000</b>			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Fabricación de perfiles, planchas y discos de aluminio	850.00	tonelada (t)	Dato reportado en: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). <i>Series Nacionales: Instituto Nacional de Estadística e Informática</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <a href="http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/">http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/</a>
Producción mundial de Aluminio (Aluminium to cast houses)	59,250.03	tonelada (t)	Dato reportado en: International Aluminium Institute. (2015). <i>Global Mass Flow Model - 2013 (2014 draft)</i> . Recuperado el 19 de setiembre de 2016, de World Aluminium: <a href="http://www.world-aluminium.org/publications/">http://www.world-aluminium.org/publications/</a>
Consumo de aluminio primario requerido (Required primary consumption)	26,090.00	tonelada (t)	Dato reportado en: International Aluminium Institute. (2015). <i>Global Mass Flow Model - 2013 (2014 draft)</i> . Recuperado el 19 de setiembre de 2016, de World Aluminium: <a href="http://www.world-aluminium.org/publications/">http://www.world-aluminium.org/publications/</a>

**Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)**

Para mayor información revisar en el archivo digital del RAGEI la carpeta de “Planillas de Cálculo” y el archivo de fuentes de información del RAGEI denominado “2C3 Aluminio”.

#### 4.3.2.7 Sigüientes pasos

El siguiente paso es profundizar en la revisión de información para identificar nuevas fuentes para completar la serie de tiempo. Es recomendable identificar las empresas que producen aluminio y hacer una evaluación de sus procesos y tecnologías. Dependiendo del número de empresas, evaluar si es factible la recopilación de información a nivel de plantas.

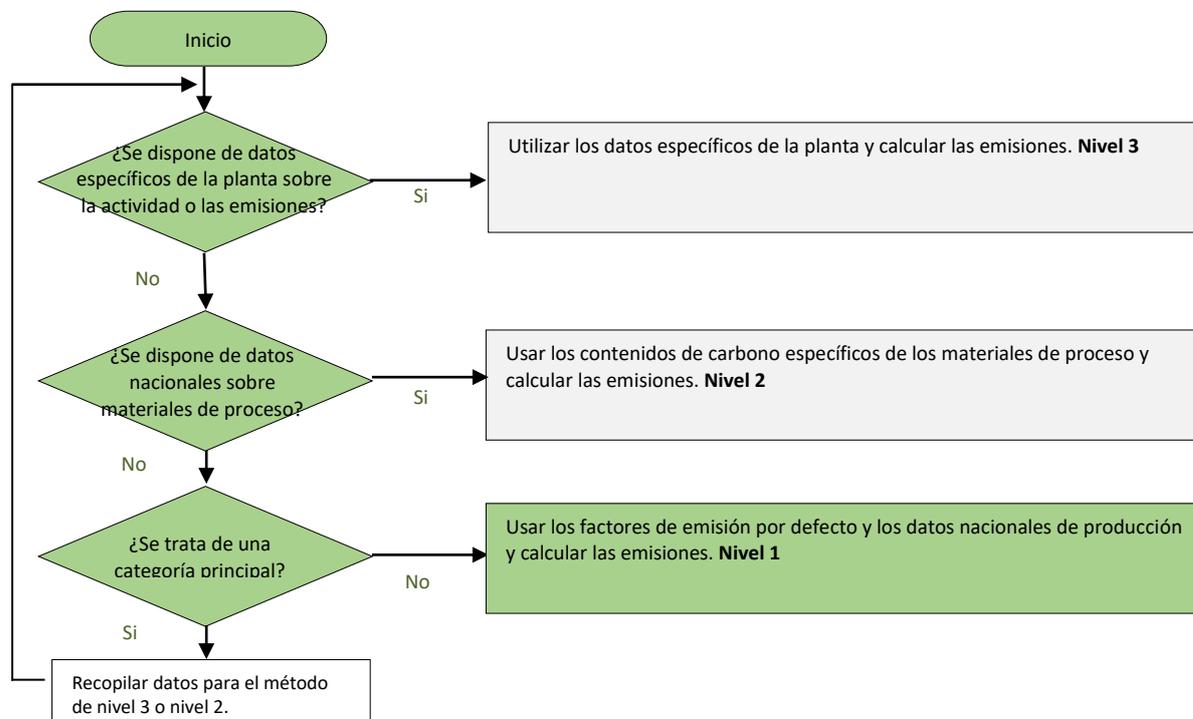
**4.3.3 Subcategoría 2C5: Producción de Plomo**

El IPCC (2006) se refiere a la subcategoría 2C5 como las vinculadas a la producción de plomo y le asigna la siguiente definición: “La producción de plomo cubre la producción mediante el proceso de aglomeración/fundición, como así también mediante la fundición directa. Las emisiones de dióxido de carbono son el resultado del uso de una variedad de agentes reductores basados en carbono en ambos procesos de producción” (IPCC, 2006)<sup>106</sup>. El presente reporte describe la estimación de las emisiones de dióxido de carbono de esta subcategoría aplicando un nivel metodológico 1.

**4.3.3.1 Elección del método**

El método de cálculo utilizado es del nivel 1 y fue elegido en función a la disponibilidad de información tal como se describe en la Figura N° 39.

**Figura N° 39. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> - Subcategoría Producción de Plomo**



Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.80

A nivel nacional, no se dispone de datos de las plantas de producción de plomo sobre sus emisiones ni sobre su actividad. Tampoco se dispone de datos nacionales sobre los materiales del proceso, por lo que, considerando que no es una categoría principal pero que sí se cuenta con datos nacionales agregados sobre producción mineral metálica de plomo, la aplicación del árbol de decisiones recomienda utilizar para el presente RAGEI un nivel 1 de cálculo que usa factores de emisión por defecto y datos de producción nacional agregada. El nivel metodológico 1 se describe en la Tabla N° 124.

<sup>106</sup> GL2006, Vol. 1, Capítulo 8, Cuadro 8.2

**Tabla N° 124. Nivel metodológico aplicado para las emisiones de CO<sub>2</sub> - Subcategoría Producción de Plomo**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Tier/nivel
2C5	Producción de plomo	Producción de plomo por fuente (primario y secundario) y por tipo de proceso (Imperial Smelting Furnaces, fundición directa)	Producción minera de Plomo (fundido) Producción minera de Plomo (refinado)	1

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La Ecuación N° 33 describe la estimación realizada de las emisiones de dióxido de carbono en el nivel 1.

**Ecuación N° 33. Emisiones de CO<sub>2</sub>, Nivel 1 - Subcategoría Producción de Plomo**

<p><b>EMISIONES DE CO<sub>2</sub> PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE PLOMO</b>  <math display="block">\text{Emisiones de CO}_2 = DS \times EF_{DS} + ISF \times EF_{ISF} + S \times EF_S</math></p>
<p>Donde:                  Emisiones de CO<sub>2</sub> = emisiones de CO<sub>2</sub> por la producción de plomo, toneladas                  DS = cantidad de plomo producido por fundición directa, toneladas                  EF<sub>DS</sub> = factor de emisión para la fundición directa, toneladas de CO<sub>2</sub>/tonelada de producto de plomo                  ISF = cantidad de plomo producido en hornos <i>Imperial Smelting Furnaces</i>, toneladas                  EF<sub>ISF</sub> = factor de emisión para los hornos <i>Imperial Smelting Furnaces</i>, toneladas de CO<sub>2</sub>/tonelada de producto de plomo                  S = cantidad de plomo producido a partir de materiales secundarios, toneladas                  EF<sub>S</sub> = factor de emisión para los materiales secundarios, toneladas de CO<sub>2</sub>/tonelada de producto de plomo</p>

Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.80. Ecuación 4.32

#### 4.3.3.2 Descripción del nivel de actividad

El nivel de actividad ha sido determinado a partir de las estadísticas nacionales. La Tabla N° 125 describe la información utilizada.

**Tabla N° 125. Descripción del nivel de actividad utilizado y los datos nacionales utilizados en la estimación del año 2014 - Subcategoría Producción de Plomo**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
2C5	Producción de plomo	Producción de plomo por fuente (primario y secundario) y por tipo de proceso (Imperial	Producción minera de Plomo (fundido)	tonelada (t)	Ministerio de Energía y Minas. (2016). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2014</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=8670">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=8670</a>	En un nivel 1, se puede utilizar el valor de producción de plomo sin conocer los tipos de procesos. La producción de plomo se multiplica por el factor de emisión por defecto que considera proporciones por defecto de los procesos aplicados. Para determinar la producción de cinc se ha considerado los valores de plomo fundido y plomo

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
		Smelting Furnaces, fundición directa)	Producción minera de Plomo (refinado)	tonelada (t)	Ministerio de Energía y Minas. (2016). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2014</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=8670">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=8670</a>	refinado, asumiendo que el plomo refinado ha pasado por el proceso de fundición, en el cual se generan las emisiones. A pesar que la información disponible en MINEM en ocasiones no indique valores, esto no necesariamente afirma que no haya esta actividad, por lo tanto, se debe averiguar si la ausencia de valor, significa ausencia de producción o ausencia de reporte y/o registro.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Como datos nacionales de esta subcategoría se ha considera la producción minera de plomo de fundición y de refinamiento. A pesar que las emisiones de dióxido de carbono se generan durante la etapa de fundición se ha incluido la etapa de refinamiento, entendiendo que todo producto refinado ha pasado por una fundición previa (y por lo tanto generado emisiones de dióxido de carbono). La fuente de información utilizada proviene del Ministerio de Energía y Minas, responsable de las estadísticas nacionales sobre producción minera.

No siempre esta fuente indica datos sobre fundición y refinamiento del plomo<sup>107</sup>. En el caso del año 2014 no se reportó ninguno de estos datos y por lo tanto se ha considerado la producción de plomo como nula, tal como se presenta en la Tabla N° 126.

**Tabla N° 126. Valores de los datos nacionales utilizados para el año 2014 - Subcategoría Producción de Plomo**

Dato Nacional	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción minera de Plomo (fundido)	0.00	tonelada (t)	No se encontró fuente que reporte el dato. Se asumió que es nulo pues no se reporta en: Ministerio de Energía y Minas. (2016). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2014</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=8670">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=8670</a>
Producción minera de Plomo (refinado)	0.00	tonelada (t)	No se encontró fuente que reporte el dato. Se asumió que es nulo pues no se reporta en: Ministerio de Energía y Minas. (2016). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2014</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=8670">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=8670</a>

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

<sup>107</sup> Ver sección de análisis de resultados.

**4.3.3.3 Factores de emisión y conversión**

Cuando se desconocen los procesos de producción, las GL2006 proponen usar un factor por defecto que considera 80 % producción de plomo en hornos Imperial Smelting Furnace (ISF) y 20 % por fundición directa (ver valor en Tabla N° 126). Se ha asumido que uso de material secundario es nulo, aunque se desconoce. Por lo tanto, considerando esto, la Ecuación N° 33 se adapta en la Ecuación N° 34.

**Ecuación N° 34. Emisiones de CO<sub>2</sub>, Nivel 1 (ecuación adaptada) - Subcategoría Producción de Plomo**

**EMISIONES DE CO<sub>2</sub> PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE PLOMO**

Emisiones de CO<sub>2</sub> = M<sub>Plomo</sub> x Factor de emisión por defecto de CO<sub>2</sub> para la producción de plomo

Emisiones de CO<sub>2</sub> = M<sub>Plomo</sub> x 0.52

Donde:

Emisiones de CO<sub>2</sub> = emisiones de CO<sub>2</sub> por la producción de plomo, toneladas

M<sub>Plomo</sub> = masa de plomo producida (de tratamiento secundario, fundición directa y/o ISF), toneladas

El Factor de emisión por defecto de CO<sub>2</sub> para la producción de plomo es igual a 0.52 toneladas de CO<sub>2</sub> / toneladas de plomo producido (considera 80 % de ISF y 20 % de DSF, 0 % de materias primas secundarias) - Tabla N° 128

**Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 4**

El factor de emisión por defecto utilizado se describe en la Tabla N° 127 y la Tabla N° 128.

**Tabla N° 127. Factores de emisión utilizados – Subcategoría Producción de Plomo**

Fuente de emisión / captura	Factor de emisión	calculado (C)/ por defecto (D)	Dato Nacional	TIER / Nivel	Fuente de información
Producción de plomo	Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la producción de plomo (toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de plomo producido)	D		1	The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>

**Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)**

**Tabla N° 128. Valores de los factores de emisión y de conversión utilizados – Subcategoría Producción de Plomo**

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la producción de plomo	0.52	toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de plomo producido	Se utiliza el valor por defecto, al desconocerse las tecnologías utilizadas. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 4.82,

**Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)**

**4.3.3.4 Análisis de incertidumbre**

Para la subcategoría producción de plomo no se pudo realizar la estimación dado que el valor de las emisiones calculadas es igual a cero para el año 2014<sup>108</sup>.

**4.3.3.5 Control de calidad**

Se consideraron los procedimientos de control de calidad que se han descrito en la Tabla N° 10 del presente reporte. Además de los procedimientos generales (ver sección 2.4), las GL2006 recomiendan procedimientos específicos. Estos procedimientos y las acciones llevadas a cabo se describen en la Tabla N° 129.

**Tabla N° 129. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Subcategoría Producción de Plomo**

Procedimiento específico	Comentario sobre la aplicación
<p><b>Revisión de los factores de emisión</b></p> <p>Los compiladores del inventario deben comparar los factores de emisión agregados nacionalmente con los factores por defecto del IPPC con el fin de determinar si el factor nacional es razonable en relación con el factor por defecto del IPPC. Las diferencias existentes entre los factores nacionales y los factores por defecto deben explicarse y documentarse, en particular si son representativas de circunstancias diferentes.</p>	<p>No se aplicó el procedimiento porque no se calcularon factores de emisión nacionales.</p>
<p><b>Verificación de los datos de actividad específicos de la instalación</b></p> <p>Para los datos específicos de la instalación, los compiladores deben revisar las incoherencias entre instalaciones para establecer si reflejan la presencia de errores, de técnicas de medición diferentes, o bien resultan de diferencias reales en las emisiones, en las condiciones de funcionamiento o en las tecnologías. Para la producción del plomo, los compiladores deben comparar los datos de la planta con los de otras plantas.</p> <p>Los compiladores deben garantizar que los factores de emisión y los datos de la actividad se determinen de acuerdo con los métodos de medición internacionalmente reconocidos y probados. Si las prácticas de medición no cumplen con este criterio, entonces la utilización de estas emisiones o datos de la actividad debe evaluarse cuidadosamente, deben reconsiderarse las estimaciones de incertidumbre y deben documentarse las calificaciones. Es también posible que en los sitios donde están en vigor parámetros altos de mediciones y de GC/CC, la incertidumbre en la estimación de emisiones sea revisada a la baja.</p>	<p>No se aplicó el procedimiento porque no se utilizó información sobre plantas en un nivel 1.</p>
<p><b>Revisión de expertos</b></p> <p>En el proceso de revisión, los compiladores del inventario deben incluir las principales organizaciones industriales y comerciales relacionadas con la producción del plomo. Este proceso debe comenzar durante la etapa inicial del desarrollo del inventario, de modo que contribuya al desarrollo y la revisión de los métodos y a la adquisición de los datos.</p> <p>Para esta categoría de fuente puede ser útil recurrir también a revisores independientes, particularmente en relación con la recopilación inicial de datos, el trabajo de medición, la transcripción, los cálculos y la documentación.</p>	<p>No se aplicó el procedimiento ni se realizó la identificación de organizaciones industriales y comerciales.</p>

<sup>108</sup> En caso se realizará la estimación de incertidumbre los valores por defecto se encuentran en las GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.84.

Procedimiento específico	Comentario sobre la aplicación
<p><b>Verificación de los datos de la actividad</b></p> <p>Para todos los Niveles, los compiladores del inventario deben realizar verificaciones apoyándose en el Volumen 2: Energía, para garantizar que las emisiones generadas por los agentes reductores y los materiales de proceso (carbón, coque, gas natural, etc.) no ser contabilizadas por partida doble ni omitidas.</p> <p>Los compiladores del inventario deben examinar toda incoherencia entre los datos de diferentes plantas para establecer si reflejan la presencia de errores, de técnicas de medición diferentes, o bien resultan de diferencias reales en las emisiones, en las condiciones de funcionamiento o en las tecnologías. Es particularmente pertinente para las estimaciones específicas de plantas sobre las cantidades de agentes reductores o sobre los contenidos de carbono declarados para los materiales de proceso.</p> <p>Allí donde se disponga de datos comerciales sobre el consumo de materiales de proceso, los compiladores del inventario deben comparar la agregación de las estimaciones al nivel de plantas con los totales de la industria.</p>	<p>Las verificaciones comparativas con el volumen 2 de GL2006 (sector Energía) no se realizaron, por estar fuera del alcance del sector MYPE e Industria.</p> <p>Se recomienda sea parte de un control de calidad posterior al revisar el inventario integrado de todos los sectores para evitar doble contabilidad y omisiones.</p>

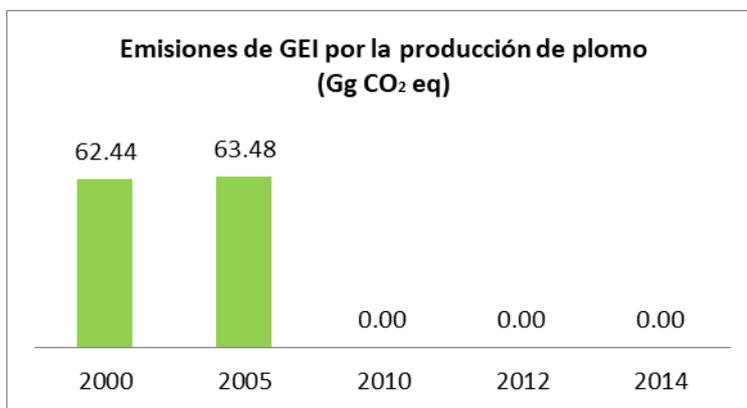
Fuente: Elaborado en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.85

No se han aplicado procedimientos de gestión de calidad en el presente RAGEI.

#### 4.3.3.6 Análisis de resultados de la subcategoría

Las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de la producción de plomo se estiman fueron nulas en el año 2014, dado que el nivel de actividad se consideró como nula. La Figura N° 40 presenta los resultados de la estimación para toda la serie de tiempo evaluada. Las mayores emisiones se dieron en el año 2005.

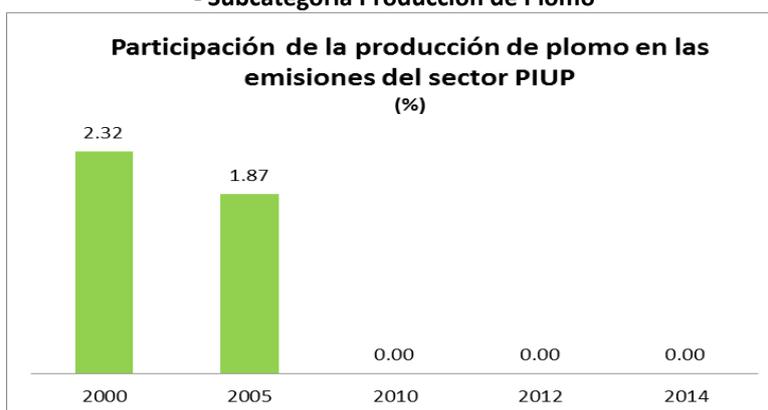
**Figura N° 40. Emisiones de GEI en los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014 - Subcategoría Producción de Plomo**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La participación de la subcategoría de producción de plomo en las emisiones totales del sector PIUP se describe en la Figura N° 41, donde se observa que la participación en el año 2014 es nula y que el mayor valor alcanzado se dio en el año 2000 (2.32 %).

**Figura N° 41. Participación en las emisiones del sector PIUP en los años 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 - Subcategoría Producción de Plomo**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La actualización de las estimaciones para la serie de años 2000, 2005, 2010 y 2012 se realizó aplicando el mismo método de cálculo aplicado en el año 2014, utilizando como datos nacionales los valores de producción de plomo fundido y refinado. El informante gubernamental que provee estadísticas nacionales sobre la producción minera es el Ministerio de Energía y Minas y para todos los años de la serie se han utilizado como fuentes de información sus reportes anuales. Sin embargo, solo en el año 2005 se reporta información pertinente a la estimación (se reporta plomo refinado, mas no fundido), mientras que para los otros años no hay reportes de producción de plomo fundido ni refinado. Dados estos casos, se asumió que la producción de plomo fundido y refinado es nula en los años 2010, 2012 y 2014, mientras que para el año 2000 se aplicó una extrapolación lineal con de datos conocidos de 2001 al 2008 de plomo refinado<sup>109</sup>. La Tabla N° 130 presenta los valores de los datos nacionales obtenidos y utilizados, y sus fuentes de información.

**Tabla N° 130. Datos nacionales de nivel de actividad utilizados en la actualización de la serie temporal - Subcategoría Producción de Plomo**

2012			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción minera de Plomo (fundido)	0	tonelada (t)	No se encontró fuente que reporte el dato. Se asumió que es nulo pues no se reporta en: Ministerio de Energía y Minas. (2012). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2012</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10&amp;pagina=2">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10&amp;pagina=2</a>
Producción minera de Plomo (refinado)	0	tonelada (t)	No se encontró fuente que reporte el dato. Se asumió que es nulo pues no se reporta en: Ministerio de Energía y Minas. (2012). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2012</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10&amp;pagina=2">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10&amp;pagina=2</a>
2010			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información

<sup>109</sup> La fuente que reporta datos del 2000 es: Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). *Diez décadas de producción minera 1890 - 2008*. Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: [http://www.minem.gob.pe/\\_estadistica.php?idSector=1&idEstadistica=5818](http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&idEstadistica=5818). Se asume que corresponde a datos de concentración pues al compararla con información de los reportes anuales coinciden en esa etapa.

Producción minera de Plomo (fundido)	0	tonelada (t)	No se encontró fuente que reporte el dato. Se asumió que es nulo pues no se reporta en Ministerio de Energía y Minas. (2010). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2010</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=641">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=641</a>
Producción minera de Plomo (refinado)	0	tonelada (t)	No se encontró fuente que reporte el dato. Se asumió que es nulo pues no se reporta en Ministerio de Energía y Minas. (2010). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2010</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=641">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=641</a>
<b>2005</b>			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción minera de Plomo (fundido)	0	tonelada (t)	No se encontró fuente que reporte el dato. Se asumió que es nulo pues no se reporta en: Ministerio de Energía y Minas. (2005). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2005</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=4096">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=4096</a>
Producción minera de Plomo (refinado)	122,079	tonelada (t)	Dato reportado en: Ministerio de Energía y Minas. (2005). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2005</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=4096">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=4096</a>
<b>2000</b>			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción minera de Plomo (fundido)	0	tonelada (t)	No se encontró fuente que reporte el dato. Se asumió que es nulo pues no se reporta en: Ministerio de Energía y Minas. (2001). <i>Reporte Anual Producción Minera 2001</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=4111">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=4111</a>
Producción minera de Plomo (refinado)	120,068.98	tonelada (t)	Dato obtenido por extrapolación lineal de la serie de datos de: Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2001</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10</a> Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2002</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10</a> Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2003</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10</a> Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2004</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10</a> Ministerio de Energía y Minas. (2005). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2005</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=4096">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=4096</a> Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2006</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10</a> Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2007</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10</a> Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2008</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10</a> Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2009</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10</a>

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Para mayor información revisar en el archivo digital del RAGEI la carpeta de “Planillas de Cálculo” y el archivo de fuentes de información del RAGEI denominado “2C5 Plomo”.

#### 4.3.3.7 Sigüientes pasos

El siguiente paso es identificar las empresas que producen plomo fundido y hacer una evaluación de sus procesos y tecnologías. Dependiendo del número de empresas, evaluar si es factible la recopilación de información a nivel de plantas. Asimismo, es recomendable fortalecer la coordinación con el Ministerio de Energía y Minas y con su Dirección General Minera profundizar el conocimiento sobre el alcance de la información utilizada como dato nacional de nivel de actividad.

A pesar que la información disponible en MINEM en ocasiones no indique valores, esto no necesariamente afirma que no haya esta actividad, por lo tanto, se debe averiguar si la ausencia de valor, significa ausencia de producción o ausencia de reporte y/o de registro.

#### 4.3.4 Subcategoría 2C6: Producción de Zinc

El IPCC (2006) se refiere a la subcategoría 2C6 como las vinculadas a la producción de zinc y le asigna la siguiente definición: “La producción de zinc cubre las emisiones tanto de la producción primaria de zinc a partir de mineral como de la recuperación de zinc a partir de chatarra metálica, excluyéndose las emisiones vinculadas al uso de combustibles. Tras la calcinación, el metal de zinc se produce por uno de los tres métodos siguientes: 1 – destilación electro-térmica; 2 – fundición piro-metalúrgica; 3 – electrólisis. Si se usan el método 1 o el 2, se emite dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). El método 3 no provoca emisiones de dióxido de carbono. La recuperación de zinc a partir de chatarra de metal usa a menudo los mismos métodos que la producción primaria y por lo tanto puede producir emisiones de dióxido de carbono, que se incluye en esta sección” (IPCC, 2006)<sup>110</sup>. El presente reporte describe la estimación de las emisiones de dióxido de carbono de esta subcategoría aplicando un nivel metodológico 1. Cabe indicar, que se ha preferido usar el término Zinc (en lugar de Cinc) por ser el comúnmente usado en las fuentes de información nacionales.

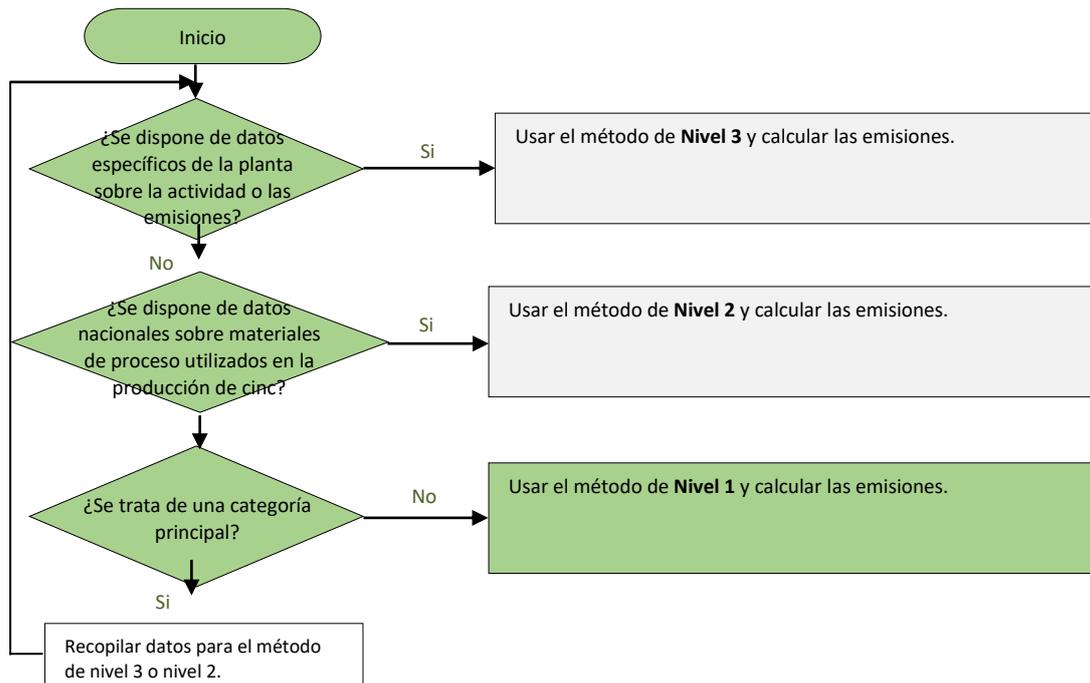
##### 4.3.4.1 Elección del método

El método de cálculo utilizado es del nivel 1 y fue elegido en función a la disponibilidad de información tal como se describe en la Figura N° 42.

---

<sup>110</sup> GL2006, Vol. 1, Capítulo 8, Cuadro 8.2

Figura N° 42. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> - Subcategoría Producción de Zinc



Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.89

A nivel nacional, no se dispone de datos de las plantas de producción de zinc sobre sus emisiones ni sobre su actividad. Tampoco se dispone de datos nacionales sobre los materiales del proceso, por lo que, considerando que no es una categoría principal pero que sí se cuenta con datos nacionales agregados sobre producción mineral metálica de zinc, la aplicación del árbol de decisiones recomienda utilizar para el presente RAGEI un nivel 1 de cálculo que usa factores de emisión por defecto y datos de producción nacional agregada. El nivel metodológico 1 se describe en la Tabla N° 131).

Tabla N° 131. Nivel metodológico aplicado para las emisiones de CO<sub>2</sub> - Subcategoría Producción de Zinc

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Tier/nivel
2C6	Producción de zinc	Cantidad de cinc producido por tipo de proceso (Waelz Kiln, pirometalúrgico, electrotérmico), toneladas	Producción minera de Zinc (fundido)	1
			Producción minera de Zinc (refinado)	

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La Ecuación N° 35 describe la estimación realizada de las emisiones de dióxido de carbono en el nivel 1.

Ecuación N° 35. Emisiones de CO<sub>2</sub>, Nivel 1 - Subcategoría Producción de Zinc

**EMISIONES DE CO<sub>2</sub> PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE CINC (NIVEL 1)**  

$$\text{Emisiones de CO}_2 = \text{Zn} \times \text{EF}_{\text{por defecto}}$$

Donde:

- Emisiones de CO<sub>2</sub> = emisiones de CO<sub>2</sub> originadas por la producción de zinc, toneladas
- Zn= cantidad de zinc producido, toneladas
- EF<sub>por defecto</sub>= factor de emisión por defecto, toneladas de CO<sub>2</sub>/tonelada de zinc producido

Fuente: GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.87. Ecuación 4.33

#### 4.3.4.2 Descripción del nivel de actividad

El nivel de actividad ha sido determinado a partir de las estadísticas nacionales. La Tabla N° 132 describe la información utilizada.

**Tabla N° 132. Descripción del nivel de actividad utilizado y los datos nacionales utilizados en la estimación del año 2014 - Subcategoría Producción de Zinc**

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
2C6	Producción de zinc	Cantidad de cinc producido por tipo de proceso (Waelz Kiln, pirometalúrgico, electrotérmico), toneladas	Producción minera de Zinc (fundido)	tonelada (t)	Ministerio de Energía y Minas. (2016). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2014</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=8670">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=8670</a>	En un nivel 1, se puede utilizar el valor de producción de zinc sin conocer los tipos de procesos. La producción de cinc se multiplica por el factor de emisión por defecto que considera proporciones por defecto de los procesos aplicados. Para determinar la producción de zinc se ha considerado los valores de cinc fundido y zinc refinado, asumiendo que el zinc refinado ha pasado por el proceso de fundición, en el cual se generan las emisiones.
			Producción minera de Zinc (refinado)	tonelada (t)	Ministerio de Energía y Minas. (2016). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2014</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=8670">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=8670</a>	

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Como datos nacionales de esta subcategoría se ha considera la producción minera de zinc de fundición y de refinamiento. A pesar que las emisiones de dióxido de carbono se generan durante la etapa de fundición se ha incluido la etapa de refinamiento, entendiéndose que todo producto refinado ha pasado por una fundición previa (y por lo tanto generado emisiones de dióxido de carbono). La fuente de información utilizada proviene del Ministerio de Energía y Minas, responsable de las estadísticas nacionales sobre producción minera.

No siempre esta fuente indica datos sobre fundición y refinamiento del zinc<sup>111</sup>. En el caso del año 2014 los valores utilizados son los descritos en la Tabla N° 133, cuando no se reportó producción de zinc fundido y se ha considerado nulo.

**Tabla N° 133. Valores de los datos nacionales utilizados para el año 2014 - Subcategoría Producción de Zinc**

Dato Nacional	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción minera de Zinc (fundido)	0.00	tonelada (t)	Se asumió que es nulo pues no se reporta en: Ministerio de Energía y Minas. (2016). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2014</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=8670">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=8670</a>

<sup>111</sup> Ver sección de análisis de resultados.

Producción minera de Zinc (refinado)	336,454.40	tonelada (t)	Dato reportado en: Ministerio de Energía y Minas. (2016). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2014</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=8670">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=8670</a>
--------------------------------------	------------	--------------	---

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

#### 4.3.4.3 Factores de emisión y conversión

En esta estimación al desconocerse los tipos de tecnologías utilizados en la producción de zinc, se aplicó el factor por defecto indicado por las GL2006 que se basa en una ponderación de factores de emisión conocidos (60% Imperial Smelting, 40% Waelz Kiln). El factor de emisión por defecto utilizado se describe en la Tabla N° 134 y la Tabla N° 135.

**Tabla N° 134. Factores de emisión utilizados – Subcategoría Producción de Zinc**

Fuente de emisión / captura	Factor de emisión	calculado (C)/ por defecto (D)	Dato Nacional	TIER / Nivel	Fuente de información
Producción de zinc	Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la producción de zinc (toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de zinc producido)	D		1	The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> . (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/</a>

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

**Tabla N° 135. Valores de los factores de emisión y de conversión utilizados - Subcategoría Producción de Zinc**

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión por defecto de CO <sub>2</sub> para la producción de zinc	1.72	toneladas de CO <sub>2</sub> / toneladas de zinc producido	Se seleccionó el valor por defecto, al desconocerse los tipos de procesos realizados. Fuente: GL2006. Vol. 3, p. 4.88,

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

#### 4.3.4.4 Análisis de incertidumbre

Para determinar la incertidumbre de esta subcategoría se han utilizado los valores por defecto recomendados por las GL2006<sup>112</sup>. Cuando las directrices señalaban varios valores para considerar en la incertidumbre (en función a las hipótesis asumidas para el factor de emisión o el dato de actividad), se aplicó la regla B de combinación que describen las OBP2000<sup>113</sup> (ver Ecuación N° 1). Por otro lado, se optó por los valores medios cuando las directrices indicaban rangos.

Al factor de emisión, se le ha atribuido una incertidumbre de ± 50 % asociada al uso del factor de emisión por defecto del nivel 1 (ver Tabla N° 136).

**Tabla N° 136. Hipótesis y valores de incertidumbre por defecto para el Factor de Emisión - Subcategoría Producción de Zinc**

<sup>112</sup> GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.90

<sup>113</sup> OBP2000, Capítulo 6, Ecuación 6.4, p 6.13

Incertidumbre (±)	Descripción	Nivel
50 %	Factor de emisión por defecto	1

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.90

Para el dato de actividad, se está utilizando el valor de la incertidumbre de ± 10 % asociado a los datos nacionales de producción, ya que no se cuenta con información específica a los procesos (ver Tabla N° 137).

**Tabla N° 137. Hipótesis y valores de incertidumbre por defecto para el Dato de Actividad - Subcategoría Producción de Zinc**

Incertidumbre (±)	Descripción	Nivel
10 %	Datos nacionales de producción	1

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE) en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.90

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla N° 138.

Estos indican que la incertidumbre combinada de esta fuente es igual a ± 50.99 %, mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones sectoriales es igual a ± 34.27 %. La incertidumbre podrá ser reducida a la medida que se cuente con mayor información sobre los procesos de producción de zinc.

**Tabla N° 138. Estimación de incertidumbre - Subcategoría Producción de Zinc**

**INCERTIDUMBRE POR FUENTE A PARTIR DEL ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE DEL SECTOR**

A	B	E	F	G	M	
Código de sector y categorías de fuentes (GL2006)	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones sectoriales totales
			Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{E^2 + F^2}$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %

2	Procesos Industriales y uso de productos					
---	--	--	--	--	--	--

2C	Industria de los metales					
2C6	Producción de Zinc	CO <sub>2</sub>	50.00%	10.00%	±50.99%	±34.27%

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Para revisar y analizar las fórmulas y los valores por defecto utilizados en la estimación de incertidumbre se recomienda ver las hojas “Incertidumbre – resultados” e “Incertidumbre – valores” en la Planilla de Cálculo del año 2014. Además, en el Anexo 2 se presenta la tabla de estimación de la incertidumbre a nivel de fuentes por categorías.

**4.3.4.5 Control de calidad**

Se consideraron los procedimientos de control de calidad que se han descrito en la Tabla N° 10 del presente reporte. Además de los procedimientos generales (ver sección 2.4), las GL2006 recomiendan

procedimientos específicos. Estos procedimientos y las acciones llevadas a cabo se describen en la Tabla N° 139.

**Tabla N° 139. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Subcategoría Producción de Zinc**

Procedimiento específico	Comentario sobre la aplicación
<p><b>Revisión de los factores de emisión</b>                      Los compiladores del inventario deben comparar los factores de emisión agregados nacionalmente con los factores por defecto del IPPC con el fin de determinar si el factor nacional es razonable en relación con el factor por defecto del IPPC. Las diferencias significativas existentes entre los factores nacionales y el factor por defecto deben explicarse y documentarse, en particular si son representativas de circunstancias diferentes.</p>	<p>No se aplicó el procedimiento porque no se calcularon factores de emisión nacionales.</p>
<p><b>Verificación de los datos de actividad específicos de la instalación</b>                      Para los datos específicos de la instalación, los compiladores del inventario deben revisar las incoherencias existentes entre instalaciones, para establecer si reflejan la presencia de errores, de técnicas de medición diferentes, o bien resultan de diferencias reales en las emisiones, en las condiciones de funcionamiento o en las tecnologías. Para la producción de cinc, los compiladores deben comparar los datos de la planta con los de otras plantas. Los compiladores deben garantizar que los factores de emisión y los datos de la actividad se determinen de acuerdo con los métodos de medición internacionalmente reconocidos y probados. Si las prácticas de medición no cumplen con este criterio, entonces la utilización de estas emisiones o datos de la actividad debe evaluarse cuidadosamente, deben reconsiderarse las estimaciones de incertidumbre y deben documentarse las calificaciones. Es también posible que en los sitios donde están en vigor parámetros altos de mediciones y de GC/CC, la incertidumbre en la estimación de emisiones sea revisada a la baja.</p>	<p>No se aplicó el procedimiento porque no se utilizó información sobre plantas en un nivel 1.</p>
<p><b>Revisión de expertos</b>                      Los compiladores del inventario deben incluir en el proceso de revisión las principales organizaciones industriales y comerciales relacionadas con la producción del cinc. Este proceso debe comenzar al inicio del desarrollo del inventario, de modo que contribuya al desarrollo y a la revisión de los métodos y a la adquisición de los datos. Para esta categoría de fuente puede ser útil recurrir también a revisores independientes, particularmente en relación con la recolección inicial de datos, el trabajo de medición, la transcripción, los cálculos y la documentación.</p>	<p>No se aplicó el procedimiento ni se realizó la identificación de organizaciones industriales y comerciales.</p>
<p><b>Verificación de los datos de la actividad</b>                      Para todos los Niveles, los compiladores del inventario deben garantizar que las emisiones generadas por los agentes reductores y los materiales de proceso (carbón, coque, gas natural, etc.) no sean contabilizadas por partida doble ni omitidas. Los compiladores deben examinar toda incoherencia existente entre los datos de diferentes plantas para establecer si reflejan la presencia de errores, de técnicas de medición diferentes, o bien resultan de diferencias reales en las emisiones, en las condiciones de funcionamiento o en las tecnologías. Esto es particularmente pertinente para las estimaciones específicas de plantas sobre las cantidades de agentes reductores o sobre los contenidos de carbono declarados para los materiales de proceso. Allí donde se disponga de datos comerciales sobre el consumo de materiales de proceso, los compiladores deben comparar la agregación de las estimaciones al nivel de plantas con los totales de la industria.</p>	<p>Las verificaciones comparativas con el volumen 2 de GL2006 (sector Energía) no se realizaron, por estar fuera del alcance del sector MYPE e Industria. Se recomienda sea parte de un control de calidad posterior al revisar el inventario integrado de todos los sectores para evitar doble contabilidad y omisiones.</p>

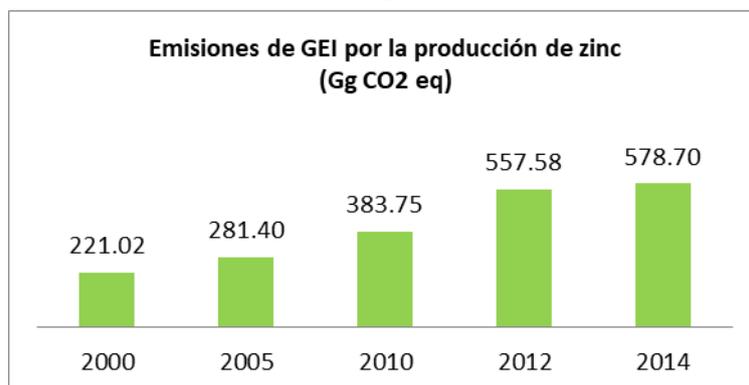
Fuente: Elaborado en base a GL2006, Volumen 3, Capítulo 4, p. 4.91

No se han aplicado procedimientos de gestión de calidad en el presente RAGEI.

#### 4.3.4.6 Análisis de resultados de la subcategoría

Las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de la producción de zinc se estiman que alcanzaron el valor de 578.70 Gg de CO<sub>2</sub> eq para el año 2014. Se aprecia un incremento del 3.79 % en relación al año 2012 y de 161.83 % en relación al año 2000. En todo el periodo se mantiene una tendencia ascendente. La Figura N° 43 presenta los resultados de la estimación para toda la serie de tiempo.

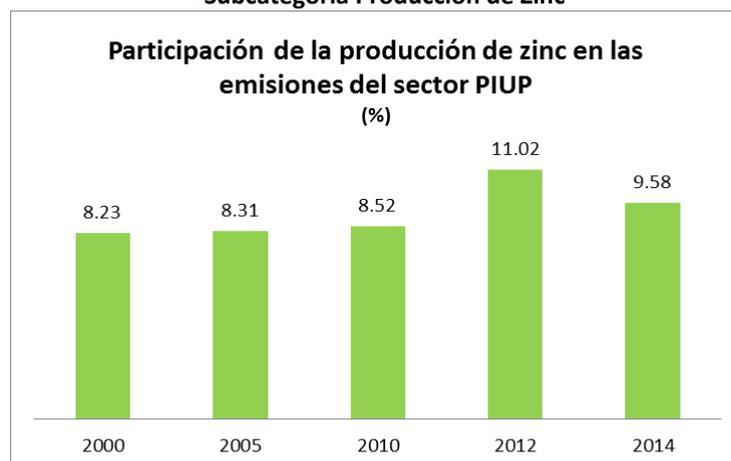
**Figura N° 43. Emisiones de GEI en los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014 - Subcategoría Producción de Zinc**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La subcategoría de producción de zinc representó el 9.58 % de las emisiones del año 2014 del sector PIUP con una reducción en comparación con el año 2012 cuando participaba con el 11.02 % (ver Figura N° 44).

**Figura N° 44. Participación en las emisiones del sector PIUP en los años 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 - Subcategoría Producción de Zinc**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La actualización de las estimaciones para la serie de años 2000, 2005, 2010 y 2012 se realizó aplicando el mismo método de cálculo aplicado en el año 2014, utilizando como datos nacionales los valores de producción de zinc fundido y refinado. El informante gubernamental que provee estadísticas nacionales sobre la producción minera es el Ministerio de Energía y Minas y para todos los años de la serie se han utilizado como fuentes de información sus reportes anuales. Los valores de producción minera usados para las estimaciones de los años 2005, 2010, 2012 y 2014 son tal y como han sido reportados en dichas fuentes, sin embargo, para el año 2000 la información que se reporta no especifica la producción de zinc en sus etapas de fundición y refinamiento por lo que en lugar de utilizar el valor reportado, que no es pertinente pues representa concentrados<sup>114</sup>, se realizó una

<sup>114</sup> La fuente que reporta datos del 2000 es: Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). *Diez décadas de producción minera 1890 - 2008*. Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Ministerio de Energía y Minas:

extrapolación lineal con la mayor cantidad de datos disponibles (de 2001 al 2015). Esta extrapolación solo se aplicó a la producción de zinc refinado pues solo en un año se reportó fundición (2012) lo cual no permite extrapolar en dicho caso. La Tabla N° 140 presenta los valores de los datos nacionales obtenidos y utilizados, y sus fuentes de información.

**Tabla N° 140. Datos nacionales de nivel de actividad utilizados en la actualización de la serie temporal - Subcategoría Producción de Zinc**

2012			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción minera de Zinc (fundido)	4,894	tonelada (t)	Dato reportado en: Ministerio de Energía y Minas. (2012). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2012</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de <a href="http://www.minem.gob.pe/estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10&amp;pagina=2">http://www.minem.gob.pe/estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10&amp;pagina=2</a>
Producción minera de Zinc (refinado)	319,280	tonelada (t)	Dato reportado en: Ministerio de Energía y Minas. (2012). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2012</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de <a href="http://www.minem.gob.pe/estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10&amp;pagina=2">http://www.minem.gob.pe/estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10&amp;pagina=2</a>
2010			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción minera de Zinc (fundido)	0	tonelada (t)	No se encontró fuente que reporte el dato. Se asumió que es nulo pues no se reporta en Ministerio de Energía y Minas. (2010). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2010</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=641">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=641</a>
Producción minera de Zinc (refinado)	223,112	tonelada (t)	Dato reportado en: Ministerio de Energía y Minas. (2010). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2010</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=641">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=641</a>
2005			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción minera de Zinc (fundido)	0	tonelada (t)	No se encontró fuente que reporte el dato. Se asumió que es nulo pues no se reporta en: Ministerio de Energía y Minas. (2010). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2010</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=641">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=641</a>
Producción minera de Zinc (refinado)	163,603	tonelada (t)	Dato reportado en: Ministerio de Energía y Minas. (2005). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2005</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=4096">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=4096</a>
2000			
Dato Nacional de nivel de actividad	Valor	Unidad	Fuente de información
Producción minera de Zinc (fundido)	0	tonelada (t)	No se encontró fuente que reporte el dato. Se asumió que es nulo pues no se reporta en: Ministerio de Energía y Minas. (2010). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2010</i> .

[http://www.minem.gob.pe/\\_estadistica.php?idSector=1&idEstadistica=5818](http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&idEstadistica=5818). Se asume que corresponde a datos de concentración pues al compararla con información de los reportes anuales coinciden en esa etapa.

			Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=641">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=641</a>
Producción minera de Zinc (refinado)	128,499.91	tonelada (t)	Dato obtenido por extrapolación lineal de serie de datos de: Ministerio de Energía y Minas. (2016). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2014</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=8670">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=8670</a> Ministerio de Energía y Minas. (2012). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2012</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10&amp;pagina=2">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10&amp;pagina=2</a> Ministerio de Energía y Minas. (2010). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2010</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=641">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=641</a> Ministerio de Energía y Minas. (2005). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2005</i> . Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=4096">http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&amp;idEstadistica=4096</a> Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2001</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10</a> Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2002</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10</a> Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2003</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10</a> Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2004</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10</a> Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2006</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10</a> Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2007</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10</a> Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2008</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10</a> Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2009</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10</a> Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2011</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10</a> Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2013</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10</a> Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2015</i> . Recuperado el 30 de setiembre de 2016, de Ministerio de Energía y Minas: <a href="http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10">http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1&amp;idCategoria=10</a>

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Para mayor información revisar en el archivo digital del RAGEI la carpeta de “Planillas de Cálculo” y el archivo de fuentes de información del RAGEI denominado “2C6 Zinc”.

#### 4.3.4.7 Sigüientes pasos

El siguiente paso es identificar las empresas que producen zinc y hacer una evaluación de sus procesos y tecnologías. Dependiendo del número de empresas que se identifique, se debe evaluar si es factible la recopilación de información a nivel de plantas. Asimismo, es recomendable fortalecer la

coordinación con el Ministerio de Energía y Minas y con su Dirección General Minera para profundizar el conocimiento sobre el alcance de la información utilizada como dato nacional de nivel de actividad.

A pesar que la información disponible en MINEM en ocasiones no indique valores, esto no necesariamente confirma que no exista la actividad; por ello, se debería averiguar si la ausencia de valor, significa ausencia de producción o corresponde a la ausencia de reporte y/o registro.

## ANEXOS:

## Anexo 1: Datos de los responsables del RAGEI

Datos	Descripción
Nombres y Apellidos	Marco Osorio Villegas
Cargo	Especialista técnico ambiental Coordinador RAGEI
Correo Electrónico	mosorio@produce.gob.pe
Teléfono - Anexo	6162222 - 3513
Dirección de Línea	Dirección de Gestión Ambiental Dirección General de Asuntos Ambientales de Industrias Viceministerio de MYPE e Industria
Institución	Ministerio de la Producción

Datos	Descripción
Nombres y Apellidos	Maria del Carmen Paloma Oviedo Rodríguez
Cargo	Especialista INGEI Compiladora RAGEI
Correo Electrónico	paloma.oviedo@gmail.com
Teléfono - Anexo	949454250
Dirección de Línea	Consultora
Institución	Proyecto Fomento de capacidades para un desarrollo bajo en carbono (Ministerio del Ambiente – Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo)

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

INCERTIDUMBRE POR FUENTE A PARTIR DEL ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE DEL SECTOR Y CATEGORÍAS													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
Código de sector y categorías de fuentes (GL2006)	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 Gg CO <sub>2</sub> eq	Datos de entrada Gg CO <sub>2</sub> eq	Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{E^2 + F^2}$ %	$(G \cdot D) / \Sigma D$ %	%	%	$I \cdot F$ %	$J \cdot E \cdot \sqrt{2}$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %
<b>2 Procesos Industriales y uso de productos</b>													
<b>2A Industria de los minerales</b>													
2A1	Producción de Cemento	CO <sub>2</sub>	3,338.29	4,590.01	1.50%	58.39%	58.41%	52.40%	-75.59%	123.31%	-44.14%	2.62%	44.21%
2A2	Producción de Cal	CO <sub>2</sub>	270.44	392.26	7.95%	2.00%	8.20%	0.63%	-74.97%	10.54%	-1.50%	1.19%	1.91%
2A3	Producción de Vidrio	CO <sub>2</sub>	34.45	33.32	5.00%	60.00%	60.21%	0.39%	-74.92%	0.90%	-44.95%	0.06%	44.95%
2A4	Otros usos de Carbonatos												
2A4a	Cerámicas	CO <sub>2</sub>	65.39	80.75	2.83%	3.00%	4.12%	0.07%	-74.92%	2.17%	-2.25%	0.09%	2.25%
2A4b	Ceniza de sosa	CO <sub>2</sub>	13.62	20.07	2.83%	3.00%	4.12%	0.02%	-74.92%	0.54%	-2.25%	0.02%	2.25%
			3,722.20	5,116.40				52.40%				+/-	63.16%
<b>2B Industria química</b>													
2B1	Producción de Amoníaco	CO <sub>2</sub>	29.48	49.57	5.00%	7.00%	8.60%	8.45%	-135.11%	163.85%	-9.46%	11.59%	14.96%
2B7	Producción de Ceniza de Sosa	CO <sub>2</sub>	0.77	0.92	5.00%	0.00%	5.00%	0.09%	-133.80%	3.05%	0.00%	0.22%	0.22%
			30.25	50.49				8.45%				+/-	14.96%
<b>2C Industria de los metales</b>													
2C1	Producción de Hierro y Acero	CO <sub>2</sub>	184.51	150.43	10.00%	25.00%	26.93%	5.53%	-56.58%	26.36%	-14.15%	3.73%	14.63%
2C3	Producción de Aluminio	CO <sub>2</sub>	2.39	2.87	1.00%	10.00%	10.05%	0.04%	-56.55%	0.50%	-5.66%	0.01%	5.66%
2C6	Producción de Zinc	CO <sub>2</sub>	383.75	578.70	10.00%	50.00%	50.99%	40.31%	-57.09%	101.41%	-28.54%	14.34%	31.94%
			570.65	732.01				40.69%				+/-	35.59%
<b>2B Industria química</b>													
2B2	Producción de Ácido Nítrico	N <sub>2</sub> O	178.67	141.84	2.00%	40.00%	40.05%	40.05%	41.64%	79.39%	16.66%	2.25%	16.81%
			178.67	141.84				40.05%				+/-	16.81%
<b>2C Industria de los metales</b>													
2C1	Producción de Hierro y Acero	CH <sub>4</sub>	0.03	0.02	10.00%	25.00%	26.93%	25.00%	24.75%	87.75%	6.19%	12.41%	13.87%
			0.03	0.02				25.00%				+/-	13.87%

Fuente: OBP2000, Capítulo 6, p. 6.17 (The Intergovernmental Panel on Climate Change, 2000)

## BIBLIOGRAFÍA

- INFOCARBONO. (2015). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2012*. Lima: Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos.
- Ministerio de la Producción. (2016). *Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015*. Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf>
- Ministerio de la Producción. (2015). *Anuario Estadístico Industrial, Mipyme y Comercio Interno 2014*. Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de Mype e Industria. Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de la Producción: <http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2014.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2016). *Guía N° 3: elaboración del reporte anual de gases de efecto invernadero, sector procesos industriales y uso de productos, categorías: industria de los minerales, industria química e industria de los metales*. Lima: Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos. Obtenido de INFOCARBONO, Ministerio del Ambiente: [http://infocarbono.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/Guia-03\\_Portada-Original.pdf](http://infocarbono.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/Guia-03_Portada-Original.pdf)
- Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2015). *Directorio de empresas 2015 de la SUNAT (Registro Único de Contribuyentes)*. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria.
- The Intergovernmental Panel on Climate Change. (1996). *Climate Change 1995, The Science of Climate Change - Contribution of WGI to the Second Assessment Report*. Cambridge. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gpgaum\\_es.html](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gpgaum_es.html)
- The Intergovernmental Panel on Climate Change. (1996). *Climate Change 1995, The Science of Climate Change - Contribution of WGI to the Second Assessment Report*. Cambridge: The Press Syndicate of the University of Cambridge. Obtenido de [http://www.ipcc.ch/ipccreports/sar/wg\\_i/ipcc\\_sar\\_wg\\_i\\_full\\_report.pdf](http://www.ipcc.ch/ipccreports/sar/wg_i/ipcc_sar_wg_i_full_report.pdf)
- The Intergovernmental Panel on Climate Change. (1996). *Directrices del IPCC para los inventarios de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996*. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs2.html>
- The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2000). *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gpgaum\\_es.html](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gpgaum_es.html)
- The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/>