

**Guía Técnica de Procedimientos y  
Metodología para la Recolección y  
Manejo de Datos para el Sector  
PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE  
PRODUCTOS (IPPU)**

**Categoría 2A INDUSTRIA DE LOS  
MINERALES**

**Iniciativa de Acción y Transparencia  
Climática ICAT**

**Subsecretaría de Cambio Climático**



**Initiative for Climate Action Transparency - ICAT –**

**Guía Técnica de procedimientos y metodología para la recolección y manejo de datos para el Sector Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) – Categoría 2A Industria de los minerales**

**Deliverable #3**

**Date of the deliverable** January 2021

**DISCLAIMER**

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted, in any form or by any means, electronic, photocopying, recording or otherwise, for commercial purposes without prior permission of UNOPS. Otherwise, material in this publication may be used, shared, copied, reproduced, printed and/ or stored, provided that appropriate acknowledgement is given of UNOPS as the source. In all cases the material may not be altered or otherwise modified without the express permission of UNOPS.

This publication has been produced as part of a component of the Initiative for Climate Action Transparency project (ICAT) implemented by UNEP DTU Partnership (UDP). The views expressed in this publication are those of the authors and do not necessarily reflect the views of UDP.

**PUBLISHED BY**

Subsecretaría de Cambio Climático, Ministerio del Ambiente y Agua, Ecuador

**PREPARED UNDER**

Initiative for Climate Action Transparency (ICAT) project supported by the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, the Children's Investment Fund Foundation (CIFF), the Italian Ministry of Ecological Transition (IMET) and ClimateWorks.



The ICAT project is managed by the United Nations Office for Project Services (UNOPS)



## Glosario de Acrónimos

CMNUCC: Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático  
CaCO<sub>3</sub>: Carbonato de calcio  
CaO: Cal viva con fuerte proporción de calcio  
Ca(OH)<sub>2</sub>: Cal apagada con fuerte proporción de calcio  
Ca(OH)<sub>2</sub>•Mg(OH)<sub>2</sub>: Cal apagada de dolomita (carbonato natural doble de calcio y de magnesio)  
CaO•MgO: Cal de dolomita  
CKD Polvo de horno de cemento (del inglés, Cement Kiln Dust)  
COA: Código Orgánico del Ambiente  
CIU: Clasificación Industrial Internacional Uniforme  
CSI: Cement Sustainability Initiative  
DNMCC: Dirección Nacional de Mitigación de Cambio Climático  
FICEM: Federación Interamericana del Cemento  
GEI: Gases de Efecto Invernadero  
GHGP: Green House Gas Protocol  
GCE: Grupo Consultivo de Expertos sobre Comunicaciones Nacionales No Anexo I  
IBA: Informe Bienal de Actualización  
ICH: Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile  
IPCC Panel Intergubernamental de Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change)  
IIGE: Instituto de Investigación Geológico Energético  
INGEI: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero  
INECYC: Instituto Nacional de Cemento y Hormigón  
MPCEIP: Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca  
MERNNR: Ministerio de IPPU y Recursos Naturales No Renovables  
MRV: Monitoreo Reporte y Verificación  
NDC: Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional  
PLANEE: Plan Nacional de Eficiencia Energética  
ROA: Reglamento del Código Orgánico del Ambiente  
SCC: Subsecretaría de Cambio Climático  
SUIA: Sistema Único de Información Ambiental.  
SINGEI: Sistema de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero  
TCN: Tercera Comunicación Nacional  
CCN: Cuarta Comunicación Nacional

## Glosario de Términos

Principales términos utilizados en el sector IPPU tomados de las Directrices del IPCC (2006).

**Buenas Prácticas:** Las buenas prácticas son un conjunto de procedimientos encaminados a garantizar que los inventarios de gases de efecto invernadero sean exactos en el sentido de que no presenten sistemáticamente una estimación por exceso o por defecto, en la medida en que pueda juzgarse, y que las incertidumbres se reduzcan lo más posible. Las buenas prácticas comprenden la elección de métodos de estimación apropiados a las circunstancias nacionales, la garantía de la calidad y el control de calidad en el plano nacional, la cuantificación de las incertidumbres y el archivo y la notificación de los datos a fin de promover la transparencia.

**Calcinación:** proceso químico de la fabricación del cemento o cal, en el cual las materias primas, principalmente los carbonatos, son calentados en hornos para producir óxido metálico y dióxido de carbono; p. ej.,  $\text{CaCO}_3 + \text{calor} = \text{CaO} + \text{CO}_2$ . En el caso más general, la calcinación es un proceso de expulsión inducida por el calor de elementos volátiles ligados estructuralmente, con excepción del agua.

**Carbonatos:** compuestos que contienen el radical  $\text{CO}_3$ . Durante la calcinación, el radical carbonato se descompone y se transforma en dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Los carbonatos comunes consumidos en la industria de los minerales incluyen el carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) o calcita, el carbonato de magnesio ( $\text{MgCO}_3$ ) o magnesita y el carbonato de calcio y magnesio ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) o dolomita.

**Ceniza de sosa (carbonato de sodio,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ):** la ceniza de sosa 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. Se pueden utilizar cuatro procesos diferentes para producir ceniza de sosa comercial. 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.

**Control de Calidad (datos de actividad):** Sistema de actividades técnicas rutinarias destinado a evaluar y mantener la calidad del inventario a medida que se lo compila. Específicamente para datos de actividad hace referencia a controles rutinarios y coherentes que garanticen la integridad de los datos, su corrección y su exhaustividad.

**Clinker:** producto intermediario creado en un horno de altas temperaturas durante la fabricación del cemento. En el horno de altas temperaturas se calcina el carbonato de calcio para obtener cal ( $\text{CaO}$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). El  $\text{CaO}$  reacciona luego con el dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) y otros óxidos para formar minerales hidráulicamente reactivos (principalmente silicatos de calcio) dentro de nódulos semi-vitrificados llamados Clinker (o escoria de cemento). El Clinker se muele luego finamente (generalmente, con una pequeña cantidad de yeso) para formar el cemento. El  $\text{CO}_2$  proveniente de la fabricación de Clinker (tanto el que proviene de la calcinación como el que produce la quema de combustibles para hornos de altas temperaturas) se libera normalmente en la atmósfera como un producto de desecho y es una fuente significativa de las emisiones mundiales de  $\text{CO}_2$ . (GLOSARIO para Procesos Industriales y Uso de Productos, 2006)

**CSI (Cement Sustainability Initiative ):** es una estrategia para una economía de bajo carbono, dentro de sus proyectos, ha impulsado el proyecto “Getting the Numbers Right” , más conocido como “GNR” y traducido como “Obteniendo los Datos Correctos”, que mediante una plataforma de datos, entrega información sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>eq y la eficiencia energética de la industria cementera mundial, facilitando así la comprensión de su potencial de mejora, utiliza la metodología del GHGP

**Datos de Actividad:** Datos sobre la magnitud de las actividades humanas que dan lugar a las emisiones o absorciones que se producen durante un período de tiempo determinado.

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (carbon dioxide (CO<sub>2</sub>)):** El CO<sub>2</sub>, que es un gas de origen natural, también es un subproducto de la quema de combustibles fósiles (como el petróleo, el gas y el carbón), de la quema de biomasa, de los cambios de uso de la tierra y de procesos industriales (p. ej., la producción de cemento). Es el principal gas de efecto invernadero (GEI) antropógeno que afecta al equilibrio radiativo de la Tierra. Es el gas utilizado como referencia para medir otros GEI, por lo que su potencial de calentamiento global (PCG) en término de CO<sub>2</sub> equivalente.

**Emisiones antropógenas (anthropogenic emissions):** Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), de precursores de GEI y de aerosoles causadas por actividades humanas. Son considerados emisiones enteramente antropógenas, los halocarbonos u otras sustancias que contienen cloro y bromo, y contemplados en el Protocolo de Montreal. Además del CO<sub>2</sub>, el N<sub>2</sub>O y el CH<sub>4</sub>, el Protocolo de Kyoto contempla los gases de efecto invernadero: hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC).

**Emisión de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub> eq) (CO<sub>2</sub> equivalent (CO<sub>2</sub>-eq) emission):** Cuantía de emisión de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que causaría el mismo forzamiento radiativo integrado o cambio de temperatura, en un plazo dado, que cierta cantidad emitida de un gas de efecto invernadero (GEI) o de una mezcla de GEI. Hay varias maneras de calcular esas emisiones equivalentes y de elegir los plazos adecuados. La emisión de CO<sub>2</sub> equivalente suele calcularse habitualmente multiplicando la emisión de un GEI por su potencial de calentamiento global (PCG) en el plazo de 100 años. En el caso de las mezclas de GEI, se suman las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente correspondientes a cada gas. La emisión de dióxido de carbono equivalente constituye una escala común para comparar las emisiones de diferentes GEI, aunque no implica una equivalencia exacta en las respuestas correspondientes en términos de cambio climático. Generalmente no existe ninguna conexión entre las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente y las concentraciones de CO<sub>2</sub> equivalente resultantes.

**Escoria (slag):** producto derivado de los silicatos o coproducto del fundido de metales. La fuente más importante de escorias es la industria del hierro y el acero. La escoria se forma por la interacción de agentes de escorificación (y/o agentes fundentes, tales como sílice con piedra caliza y/o dolomita y/o cal) con los minerales metálicos.

**Exactitud:** Relación entre el valor real y el promedio de observaciones o estimaciones medidas reiteradas de una variable. Una medición o predicción exacta carece de sesgo o, de forma equivalente, de errores sistemáticos.

**Factor de emisión:** Coeficiente que relaciona los datos de actividad con la cantidad del compuesto químico que constituye la fuente de las últimas emisiones. Los factores de emisión se basan a

menudo en una muestra de datos sobre mediciones, calculados como promedio para determinar una tasa representativa de las emisiones correspondientes a un determinado nivel de actividad en un conjunto dado de condiciones de funcionamiento (Directrices del IPCC, versión revisada en 1996)

**Fuente de emisión de GEI:** Toda actividad o proceso que al desarrollarse ocasione emisiones de GEI hacia la atmósfera.

**Gas de efecto invernadero (GEI) (greenhouse gas (GHG)):** Componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. Esta propiedad ocasiona el efecto invernadero. El vapor de agua (H<sub>2</sub>O), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el metano (CH<sub>4</sub>) y el ozono (O<sub>3</sub>) son los gases de efecto invernadero primarios de la atmósfera terrestre.

**Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC:** la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) crearon el IPCC en 1988 es un grupo abierto a todos los Miembros de las Naciones Unidas y de la OMM una de las principales actividades es hacer una evaluación periódica de los conocimientos sobre el cambio climático. El IPCC elabora, asimismo, Informes especiales y Documentos Técnicos sobre temas en los que se consideran necesarios la información y el asesoramiento científicos e independientes, y respalda la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC) mediante su labor sobre las metodologías relativas a los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. El IPCC tiene tres grupos de trabajo (GT) y un Equipo especial: El GT I evalúa los aspectos científicos del sistema y el cambio climáticos. El GT II evalúa la vulnerabilidad de los sistemas socioeconómicos y naturales al cambio climático, las consecuencias negativas y positivas de dicho cambio y las posibilidades de adaptación al mismo. El GT III evalúa las posibilidades de limitar las emisiones de gases de efecto invernadero y de atenuar los efectos del cambio climático. El Equipo especial sobre los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero se encarga del Programa del IPCC sobre inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

**Grupo de Trabajo de Inventarios (GTI):** equipo de articulación, orientación y soporte, con el propósito de crear un espacio de coordinación con los diferentes proyectos, programas, actores. El funcionamiento del GTI sirvió como modelo para el establecimiento de roles, responsabilidades y mecanismos adecuados para la recopilación, procesamiento/cálculo, análisis, reporte y archivo de datos e información, de forma sostenible.

**Incertidumbre:** Falta de conocimiento del valor verdadero de una variable el cual, a su vez, depende de la calidad y la cantidad de datos aplicables, así como del conocimiento de los procesos subyacentes y de los métodos de inferencia.<sup>2</sup>Se considera a la falta de precisión de las mediciones o monitoreos realizados en el registro de datos. Esta puede ser de dos tipos: estadísticas(aleatorias) o sistemáticas.

**Incertidumbre Estadística (Aleatoria):** resulta de variaciones naturales, tal como errores humanos aleatorios en el proceso de medición y fluctuaciones en el nivel de precisión de los equipos de medición utilizados para el registro de datos.

**Incertidumbre Sistemática:** Tipo de incertidumbre que ocurre si los datos tienen un sesgo que ocasiona valores sin precisión. En otras palabras, el promedio de los valores estimados o medidos es siempre menor o mayor que el valor real.

**Organizaciones sectoriales:** Entidades los sectores priorizados que disponen o gestionan los datos, documentos y registros relativos a información relacionada con las categorías de fuentes emisoras y de absorciones por sumideros para la elaboración del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Estas pueden ser las instituciones públicas y los diferentes niveles de gobierno, así también organizaciones privadas con operaciones en el país.<sup>3</sup>

**Polvo del horno de cal (lkd, del inglés, lime kiln dust):** polvo no calcinado o hasta totalmente calcinado producido en una línea de hornos de cal. Es análogo al CKD, pero el LKD es reciclado sólo muy raramente en el horno de cal. Se puede utilizar el LKD como materia prima en un horno de cemento.

**Polvo de horno de cemento (ckd, del inglés, cement kiln dust):** polvo calcinado total o parcialmente, o bien no calcinado, producido en el horno de altas temperaturas o en la línea de pioprocesado. El CKD puede ser reciclado parcial o completamente hacia el horno de altas temperaturas.

**Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol en inglés):** es un protocolo internacional usado en MRV, debido a que se orienta en la contabilización de emisiones GEI, ha sido desarrollado entre el WRI (World Resource Institute) y el WBCSD (World Business Council For Sustainable Development) junto con empresas, gobiernos y grupos ambientalistas de todo el mundo, con el fin de construir una nueva generación de programas efectivos y creíbles para abordar el cambio climático. Estas herramientas permiten: Preparar inventarios de GEI, reduciendo costos significativos. Ofrece información para planear estrategias de gestión y reducción de emisiones de GEI, así como también para facilitar la transparencia en el sistema de contabilización. Su metodología permite la medición de las emisiones de GEI directas e indirectas, permite utilizar una visión intersectorial.

**Puzolanos:** material silíceo que por sí mismo no tiene las cualidades de un cemento, pero que desarrolla las propiedades de un cemento hidráulico al reaccionar con la cal libre (CaO) y el agua. Los ejemplos más comunes de puzolanos incluyen los puzolanos naturales (p. ej., algunas cenizas volcánicas o pómez, algunas tierras diatomáceas o arcillas) y los puzolanos sintéticos (p. ej., microsílica, cenizas volantes de centrales termoeléctricas de carbón)

**Serie Temporal:** Una serie temporal es una serie de valores que resultan afectados por procesos aleatorios y que se observan como puntos sucesivos (pero generalmente equidistantes) en un periodo de tiempo.

**Sesgo:** falta de exactitud. El sesgo (error sistemático) puede producirse debido a una falla en la captura de todos los procesos pertinentes incluidos, a que los datos disponibles no sean representativos de todas las situaciones reales o a un error de los instrumentos.<sup>1</sup>

**Verificación:** La verificación se refiere al conjunto de actividades y procedimientos que pueden llevarse a cabo durante la planificación y la elaboración de un inventario, o después de terminarlo, y que puede contribuir a establecer su confiabilidad para los usos que se le pretende dar a ese inventario.



CONTENIDO

Glosario de Acrónimos .....	3
Glosario de Términos .....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. ANTECEDENTES.....	12
2.1. Marco de transparencia reforzado del Acuerdo de París .....	13
3. GENERALIDADES .....	13
3.1. Objetivo de la guía .....	13
3.2. Alcance y Propósito de la Guía .....	14
4. MARCO DE REFERENCIA .....	14
4.1. Categorías y subcategorías del sector .....	15
4.2. Aspectos metodológicos y de medición del sector/categoría.....	15
4.3. Niveles metodológicos (Tier).....	18
4.4. Datos de actividad del sector/categoría.....	20
4.4.1. 2 A1 Producción de Cemento.....	20
4.4.2. 2 A2 Producción de Cal.....	21
4.4.3. 2 A2 Producción de Vidrio .....	21
4.5. Disponibilidad de la serie temporal.....	22
4.6. Incertidumbre en el registro de información y datos.....	22
4.6.1. Incertidumbre Estadística.....	23
4.6.2. Incertidumbre Sistemática .....	24
4.7. Documentación y almacenamiento de registros de datos e información .....	25
4.8. Formatos SINGEI de levantamiento de información .....	25
5. METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN Y GESTIÓN DE DATOS.....	27
5.1 Abordaje metodológico y procedimental desarrollado a nivel nacional.....	28
5.2. Propuestas de mejora metodológica .....	28
5.2.1. 2 A1 Producción de Cemento.....	29
a) Implementación Hoja de ruta FICEM y metodología de recopilación de información GNR, Validar el sistema de registro de información cementera que sea compatible con el registro nacional .....	29
b) Acuerdos de confidencialidad a largo plazo y vinculación de sistemas de información privado-público .....	31
c) Homologación del cálculo de factor de emisión local .....	32
5.2.2. 2 A2 Producción de cal y 2 A3 Producción de Vidrio .....	33
a) Sistema de información para que todas las empresas productoras registren producción de la cal, vidrio y cerámica.....	33

5.3.	Arreglos institucionales propuestos .....	34
5.3.1.	Acuerdo de confidencialidad a largo plazo con la Industria Cementera.....	35
5.3.2.	Acuerdo INEC-MAAE.....	35
6.	Evaluación de la incertidumbre en datos e información suministrada .....	36
7.	Resumen Esquemático de Recopilación y Entrega de Información. ....	37
8.	Trabajo Sectorial .....	37
	Bibliografía .....	39
	Anexos .....	41

### INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Sector IPPU: Categorías, Subcategorías, Actividades de Fuente .....	15
Tabla 2.	Proceso metodológico de recopilación y entrega de información por parte de las organizaciones proveedoras .....	17
Tabla 3.	Formulario SINGEI industria del cemento .....	26
Tabla 4.	Formulario SINGEI industria de la Cal.....	26
Tabla 5.	Formulario SINGEI industria de vidrio .....	27
Tabla 6.	Formulario SINGEI industria de la cerámica .....	27
Tabla 7.	Formulario SINGEI estadísticas nacionales.....	27
Tabla 8.	Propuesta de Implementar la Hoja de ruta FICEM.....	30
Tabla 9.	Vinculación de sistemas de información privado-público.....	31
Tabla 10.	Sistema de información de producción de Cal, Vidrio y Cerámica .....	33
Tabla 11.	Formulario de evaluación de incertidumbres en datos de actividad. ....	36

### INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Proceso de elaboración de Inventarios Nacionales de GEI .....	16
Figura 2.	Procedimiento metodológico de registro y entrega de datos e información .....	16
Figura 3.	Niveles metodológicos de desarrollo de inventarios (según disponibilidad de información).....	18
Figura 4.	Propuesta IPPU de Arreglos Institucionales en base a los objetivos de la propuesta.....	34
Figura 5.	Esquema para aplicar la metodología de recopilación. ....	37

## Guía técnica de procedimientos y metodología para la recolección y manejo de datos para el Sector de Procesos Industriales y Uso de Productos

### Categoría 2A INDUSTRIA DE LOS MINERALES

#### 1. INTRODUCCIÓN

La Iniciativa para la Transparencia de la Acción Climática (ICAT) pone en práctica lo establecido en el Acuerdo de París, para fortalecer las instituciones nacionales a fin de cumplir con los requisitos de transparencia mejorados sobre la información climática que se deberá reportar como país suscriptor de la CMNUCC.

ICAT es un fondo neutral de múltiples donantes diseñado para mejorar la capacidad de los países en desarrollo, contribuyendo para que se puedan identificar de mejor manera los impactos de sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC). Además, brinda una mayor calidad, confianza y ambición a las políticas climáticas en todo el mundo. ICAT se encuentra en una posición única, como uno de los únicos programas de Medición, Reporte y Verificación (MRV) que ofrece orientación recientemente desarrollada. Esta iniciativa está relacionada con el sistema de políticas y acciones, así como el trabajo de fortalecimiento de capacidades en el país (ICAT, 2019).

En el Ecuador, ICAT aporta con el incremento de capacidades y robustez de información que es necesaria para la elaboración de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, específicamente en los siguientes sectores y categorías:

*“Agricultura, Procesos Industriales (para la categoría de productos minerales), sector de Residuos y Energía (para la subcategoría de combustión de combustible dentro de industrias manufactureras y construcción) (MOU ICAT MAE 2019, pág. 11).*

Éstos son priorizados, luego de que, a través de los resultados obtenidos de los Inventarios desarrollados, se los identifica como categorías principales. Además de tener importantes oportunidades de mejora en la recopilación de datos e información.

En este contexto, se espera que ICAT fortalezca las capacidades de las instituciones que recopilan y brindan información para la elaboración de los INGEI, mediante la sistematización de información en la plataforma SINGEI. De igual forma contribuir en la estandarización de la recopilación y gestión de datos, incluidos los procedimientos y metodologías adecuadas. Esto permite que la información reportada se vuelva más transparente y robusta. Con este fin, se ha llevado a cabo una priorización de sectores y categorías, de modo que las actividades puedan enfocarse mejor en desarrollar capacidades donde más se necesitan.

## 2. ANTECEDENTES

En julio de 2016, Ecuador suscribió el Acuerdo de París bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. En junio de 2017, se ratifica la suscripción de este, mediante lo cual, en ese marco, se asume el compromiso de presentar lo referente a las medidas de adaptación y acciones de mitigación del cambio climático, que constituirán las metas a ser cumplidas del país.

Además, al ser signatario de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), ha realizado importantes avances relacionados con la publicación y reporte de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), es así como el Ministerio del Ambiente y Agua (MAAE), hasta la fecha ha desarrollado y reportado tres Comunicaciones Nacionales correspondiente a los años 2001, 2011 y 2017, las cuales incluyeron los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de los años 1990, 1994, 2000, 2010 y 2012. Además, el MAAE ha reportado el Primer Informe Bienal de Actualización (IBA, 2016), el cual contiene la actualización de algunos contenidos de la Segunda Comunicación Nacional (2011) incluyendo el INGEI 2010. La Tercera Comunicación Nacional (TCN, 2017), contiene el reporte de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para el año 2012 y un análisis de tendencia de los inventarios realizados en el pasado (1990, 1994, 2000, 2010 y 2012).

Actualmente, la Subsecretaría de Cambio Climático, a través de Proyecto Cuarta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización, está desarrollando los INGEI de los años 2014, 2016 y 2018 y las actualizaciones de los inventarios 1994, 2000, 2006, 2010 y 2012, utilizando las Directrices 2006 del Grupo Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) para los Inventarios Nacionales de GEI (en adelante referidas como Directrices del IPCC 2006).

A fin de sistematizar la elaboración de los Inventarios Nacionales de GEI, el desarrollo del Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (SINGEI), se define como una combinación armonizada de componentes, procesos, metodologías, procedimientos y estructuras que contribuyen en la compilación, análisis, informe y difusión de información relacionada con los Inventarios Nacionales de GEI. Su diseño ha incluido varias etapas, como son la definición, documentación y aprobación de los procesos que describe, además del desarrollo de una plataforma web que permitirá la recolección de datos y la difusión de información (ICAT, 2019).

El MAAE, al ser la Autoridad Nacional de Ambiente y Agua, y en cumplimiento de lo establecido en el marco legal actual, se encuentra desarrollando el Registro Nacional de Cambio Climático y el Sistema de Medición, Reporte y Verificación (RCOA, 2019). Por lo que permite el desarrollo de política y reglamentación secundaria que facilite la obtención de información necesaria para los posteriores reportes nacionales de GEI.

## 2.1. Marco de transparencia reforzado del Acuerdo de París

ICAT, se enmarca en el Artículo 13 del Acuerdo de París, el cual hace énfasis en la flexibilidad entre Partes sobre la implementación de la transparencia en la información: Este marco de transparencia ofrecerá flexibilidad a las Partes que son países en desarrollo que lo necesiten, teniendo en cuenta sus capacidades, para la aplicación de las disposiciones del artículo en mención, incluyendo flexibilidad en el alcance, frecuencia y nivel de detalle del reporte de GEI, así como en el alcance de la verificación; y aplicación de la última metodología de elaboración de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero desarrollada por el IPCC. Esto a fin de conseguir una mejora continua de los procesos que se llevan como país en el desarrollo de un sistema de Medición, Reporte y Verificación de información climática, tanto de mitigación como adaptación (CMNUCC, 2015) (ICAT, 2019).

En el contexto general, el Artículo 13 del Acuerdo de París desarrolla el marco de transparencia para la medición y reporte de la información relacionada a mitigación, adaptación, financiamiento, desarrollo de tecnologías y capacidades, junto con el proceso necesario de revisión.

El propósito del marco de transparencia reforzado es dar una visión clara de las acciones adoptadas para hacer frente al cambio climático del país a la luz del objetivo de la Convención, enunciado en su artículo 2, entre otras cosas aumentando la claridad y facilitando el seguimiento de los progresos realizados en relación con las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC). (Acuerdo de París, 2015) (Iniciativa ICAT Ecuador, 2019)

Este marco representa un elemento fundamental para el éxito de la implementación del Acuerdo de París, ya que permite dar el seguimiento al progreso de las metas individuales de los países, así como las metas globales.

## 3. GENERALIDADES

### 3.1. Objetivo de la guía

Dotar a las organizaciones sectoriales y a su talento humano un instrumento metodológico, de fácil comprensión y aplicación que ayude a fortalecer el conocimiento sobre las necesidades de información y datos que establecen las Directrices del IPCC 2006 para la elaboración de Inventarios Nacionales de Gases de efecto invernadero. Esto aportará al mejoramiento de la recolección y manejo de datos que serán utilizados en el cálculo.

**Objetivo sectorial:** Fortalecer los procedimientos y metodologías de levantamiento de datos e información que sirven para la elaboración de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (INGEI) del Sector “Procesos Industriales y Usos de Productos”, categoría 2A Industria de los Minerales, mediante la identificación de procesos de recopilación y gestión de datos, proceso de registro y entrega de información con criterios de calidad, y a través de la optimización y mejoramiento de metodologías aplicadas.

### 3.2. Alcance y Propósito de la Guía

El propósito de esta Guía es facilitar una herramienta práctica enfocada a la etapa de recolección de datos de actividad necesaria para el sector de Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU), Categoría Industria de los Minerales, subcategorías 2A1 Producción de Cemento, 2A2 Producción de Cal y 2A3 Producción de Vidrio, para una eficiente y eficaz recopilación de información. Con eso el país podrá fortalecer el desarrollo de los INGEI. Esta categoría es priorizada para el tratamiento en la presente Guía al ser identificada como la principal emisora de GEI, del sector IPPU. (MAE, 2016)

De esta manera la presente Guía servirá de orientación y consulta técnica, en lo que respecta a la provisión de información y control de calidad de los datos suministrados conforme a los requerimientos de las Directrices del IPCC 2006, para la elaboración de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero del Ecuador.

## 4. MARCO DE REFERENCIA

El marco de referencia muestra los requerimientos de información y buenas prácticas de las Directrices del IPCC 2006 para la recopilación y entrega de datos e información necesaria, para la categoría fuente de emisiones de GEI del sector IPPU. Consiste en desarrollar a detalle los requerimientos de información y buenas prácticas para la categoría priorizada.

Esta sección muestra a los usuarios de esta Guía, las necesidades metodológicas sobre la recopilación de datos de actividad como una parte integral en la elaboración y actualización de un Inventario de Gases de Efecto Invernadero. Para ello se desarrollarán procedimientos formalizados de recopilación de datos, los cuales deberán ser revisados de forma periódica como parte de la instrumentación de buenas prácticas y mejoramiento continuo de la calidad de información. Esta sección está enfocada a que los proveedores de información puedan disponer de una fuente de consulta sobre las necesidades de información y la manera de reportarla.

Al ser una de las etapas iniciales de la elaboración de los Inventarios (**Error! Reference source not found.**), la determinación de disponibilidad y calidad de los datos para su posterior recopilación, es necesario establecer estrategias que permitirá alcanzar los objetivos de calidad de estos en cuanto a la oportunidad, coherencia, exhaustividad, comparabilidad, exactitud y transparencia. (IPCC, 2006)

Se toma como referencia a lo indicado en el Volumen 1 de las Directrices del IPCC 2006, referente a la Guía de Buenas Prácticas, haciendo hincapié en la recopilación de datos de actividad. Además del Volumen 3 correspondiente al sector Procesos Industriales y Uso de Productos, Capítulo 2: Emisiones de la Industria de los Minerales, para la Elaboración de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero

#### 4.1. Categorías y subcategorías del sector

Las emisiones de gases de efecto invernadero en este sector son producidas por una gran variedad de actividades industriales. Las principales fuentes de emisión son las descargas provenientes de los procesos industriales que transforman materias por medios químicos o físicos (por ejemplo, los altos hornos de la industria del hierro y el acero, el amoníaco y otros productos químicos fabricados a partir de combustibles fósiles utilizados como sustancia química intermedia y la industria del cemento: estos son ejemplos notorios de procesos industriales que liberan cantidades significativas de CO<sub>2</sub>). Durante estos procesos puede producirse una gran variedad de gases de efecto invernadero, incluidos el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC) (Directrices del IPCC 2006)

**Tabla 1.** Sector IPU: Categorías, Subcategorías, Actividades de Fuente

	Categoría	Subcategorías	Actividades de Fuente
2A	Industria de los Minerales	2A1 Producción de cemento 2A2 Producción de cal 2A3 Producción de vidrio 2A4 Otros usos de carbonatos en los procesos cerámicas, ceniza de sosa, producción de magnesia no metalúrgica, otros 2A5 Otros (sírvese especificar)	Las fuentes provienen de las emisiones de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) relacionadas con los procesos que resultan del uso de materias primas carbonatadas en la producción y el uso de una variedad de productos minerales industriales. Existen dos grandes vías para la liberación de CO <sub>2</sub> a partir de los carbonatos: la calcinación y la liberación de CO <sub>2</sub> inducida por ácidos. El principal proceso que conduce a la liberación de CO <sub>2</sub> es la calcinación de compuestos carbonatados.  Las emisiones surgen de estas actividades por transformación de procesos.

Fuente: Directrices del IPCC 2006

En la Tabla 1 se observa la estructura de la categoría, subcategorías y las actividades de fuente que se van a desarrollar en esta guía basados en los criterios de priorización y objeto de estudio.

Esta estructura se basa en la codificación y la nomenclatura definidas en las Directrices del IPCC 2006 y el marco común para la generación de informes (MCGI) utilizados por la CMNUCC

#### 4.2. Aspectos metodológicos y de medición del sector/categoría

El proceso de elaboración de los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, arranca con la identificación de actores clave y la disponibilidad de datos para su recopilación y posterior cálculo de emisiones (Figura 1), el producir y utilizar datos adecuados de la actividad en análisis, siguiendo métodos por pasos definidos para su recopilación y gestión, dependiendo de las condiciones nacionales e información disponible en el sector reportado se considera una buena práctica para garantizar la calidad de las estimaciones resultantes.

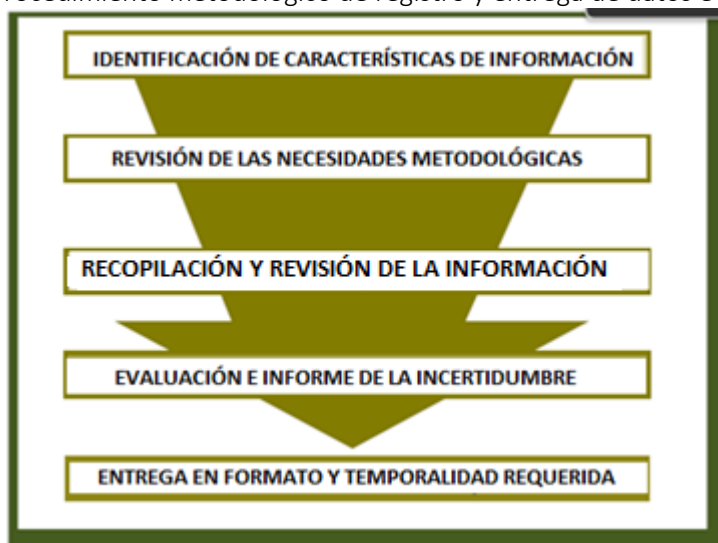
Figura 1. Proceso de elaboración de Inventarios Nacionales de GEI



Fuente: (Ministerio del Ambiente , 2017)

A continuación, la **Error! Reference source not found.** muestra de manera general el procedimiento metodológico que guiará a las instituciones competentes en las fases de recopilación y entrega de datos e información según las necesidades y requerimientos de las Directrices del IPCC 2006, aplicadas por el país para el cálculo de los Inventarios Nacionales de GEI.

Figura 2. Procedimiento metodológico de registro y entrega de datos e información



Elaboración: ICAT Ecuador 2020

Fuente: Adaptado de (WBCSD, 2005)



En función a esto, se establecen los siguientes principios metodológicos para una correcta gestión y entrega de información definidos como:

- Identificación de la categoría fuente a la que se está contribuyendo, conocer los detalles de información y características de las necesidades metodológicas según las Directrices del IPCC 2006.
- Revisión de las necesidades metodológicas con regularidad entre los proveedores de información y el MAAE, para establecer la eficacia de la entrega de datos y así disponer de actualizaciones frecuentes respecto a los métodos en se utilizan en la recopilación de los mismos.
- Recopilación y almacenamiento de información/datos a un nivel de detalle y calidad adecuada según las Directrices indicadas.
- Evaluación de las incertidumbres y control de calidad de los datos.
- Entrega de los datos e información en el formato y temporalidad solicitada.
- Registro histórico de datos/información, actualizaciones metodológicas de gestión de información y sistemas de almacenamiento disponibles
- Formalización de acuerdos con los proveedores de datos/información para flujos continuos de datos con los requerimientos expresos detallados.

Las instituciones proveedoras de información y datos necesarios para la estimación y reporte de los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, que disponen de un proceso continuo de recopilación de información deberán seguir el procedimiento que muestra la Tabla 2, para la entrega formal de la información, haciendo hincapié en las características metodológicas y de instrumentación, recopilación, registro, evaluación de incertidumbre y almacenamiento.

**Tabla 2.** Proceso metodológico de recopilación y entrega de información por parte de las organizaciones proveedoras

Proceso	Detalle
Recepción de la Solicitud enviada por el MAAE	El MAAE elabora y remite oficios de solicitud de información dirigidos a los puntos focales políticos de las Instituciones proveedoras de la información necesaria para el cálculo del inventario de GEI sectorial.  La solicitud estará acompañada del respectivo formulario de información y datos a ser entregado luego de su llenado y revisión de la coherencia de datos suministrados.
Nominar e informar un punto focal técnico por parte de las instituciones proveedoras de datos e información.	El punto focal técnico deberá ser el interlocutor entre el MAAE y la organización proveedora de los datos e información. Responsable del proceso interno de recopilación, revisión y entrega de los datos.
Identificar a la categoría fuente a la que se está contribuyendo, conocer los detalles de información y características de las necesidades metodológicas IPCC	Datos de actividad de Categorías, subcategoría y nivel metodológico del reporte (ver acápite 4.3 y 4.4. de esta guía)

Recopilar la información/datos solicitados	Revisión de datos/información a suministrar al MAAE: Coherencia de valores, series temporales, carencia de datos, características metodológicas de instrumentación, evaluación de incertidumbres y almacenamiento. (ver acápite 4.5, 4.6. y 4.7. de esta guía)
Registrar los datos/información requerida en los formatos indicados.	Uso de formatos de recopilación de información SINGEI. (ver acápite 4.8. de esta guía)
Entrega de los datos/información	Envío de los formularios con la información requerida y observaciones si las hubiese.
Aplicar mejoras identificadas en el reporte de los datos e información.	En cumplimiento del Marco Reforzado del Acuerdo de París, y la Legislación Ambiental vigente <sup>1</sup> , se deberá desarrollar un Proceso continuo de mejora y entrega de la información y datos.
Desarrollar reuniones bilaterales de revisión y aclaración.	El MAAE junto con los puntos focales deberán coordinar reuniones de revisión de la información entregada y posibles ajustes.

**Elaboración:** ICAT Ecuador

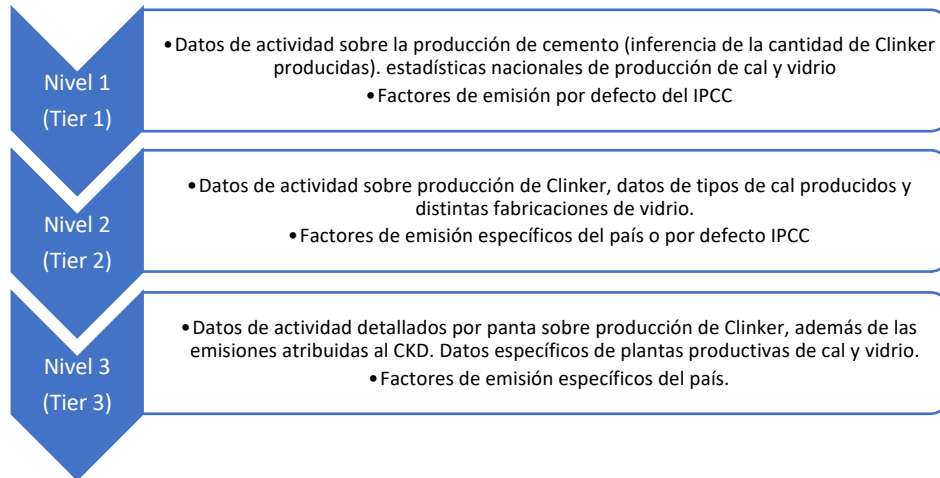
### 4.3. Niveles metodológicos (Tier)

En función a la disponibilidad de fuentes de datos e información, existen diversos niveles para estimar las emisiones. Su selección depende del grado de detalle de los datos de actividad y a su vez de factores de emisiones locales disponibles. En la terminología utilizada por las Directrices del IPCC 2006, estos niveles jerárquicos responden a tres Niveles (Tier del inglés), donde el más básico es el Nivel 1 (Tier 1), e incrementándose hasta el Nivel 3 (Tier 3).

La siguiente figura muestra las características generales de disponibilidad de información para la selección de cada Nivel.

**Figura 3.** Niveles metodológicos de desarrollo de inventarios (según disponibilidad de información)

<sup>1</sup> El artículo 720 del Reglamento del Código Orgánico del Ambiente suscribe que los Gobiernos Autónomos Descentralizados, las entidades sectoriales, los institutos nacionales de monitoreo e investigación, la sociedad civil, la academia y las entidades del sector privada remitirán la información asociada al cambio climático requerida por la Autoridad Ambiental Nacional conforme los arreglos institucionales establecidos para el efecto, mismos que determinarán la periodicidad y formato de entrega de la información.



Fuente: (IPCC, 2006)

Elaboración: ICAT Ecuador

La utilización de niveles superiores implica una mayor precisión del inventario y una reducción de la incertidumbre, pero se requieren más recursos a disposición y su tarea resulta ser más compleja. Sin embargo, existe también la factibilidad de utilizar una combinación de niveles, en la cual, los métodos y datos de actividad se centren en el Nivel 1, pero que para el Nivel 2, solamente podrán ser usados los métodos, más no los datos, los cuales podrían ser reemplazados parcial o totalmente con datos del país, como parte de la estimación del nivel 2 (IPCC, 2006).

Para todas las subcategorías, los niveles de aplicación dependerán de la disponibilidad de datos e información, con ello la posibilidad de seguir incrementando de nivel es aplicable para todas las categorías analizadas en esta Guía.

Se espera que, a partir de la mejora de recolección de datos de actividad con consistencia, exhaustividad y robustez, los inventarios puedan ir avanzando en los niveles de elaboración mostrados en la Figura 3, y detallados a continuación para el sector IPPU y categoría priorizada (2 A Industria de los Minerales).

**NIVEL 1:** En este nivel, para estimar la producción de Clinker deben recolectarse datos a la escala nacional (o donde sea posible, al nivel de plantas) sobre los tipos de cemento producidos y la fracción de Clinker de cada cemento. La mayoría de los cementos hidráulicos que se producen en el mundo son cementos portland o cementos mezclados (compuestos) basados en el cemento portland (p. ej., cemento portland [o Clinker] más aditivos puzolánicos o cementosos), o también cementos de albañilería (cemento portland más aditivos que aumentan la plasticidad, tales como la piedra caliza molida) si la producción de cemento no puede analizarse separadamente por tipo y si se sospecha que se producen, además del cemento portland, cantidades significativas de cementos compuestos y/o de albañilería, es aceptable suponer, dentro de las buenas prácticas, que la fracción global de Clinker es de un 75 por ciento. (IPCC, 2006)

El Nivel 1 requiere también una corrección para las importaciones y las exportaciones de Clinker. Por lo general, los datos sobre la cantidad de Clinker importado y exportado en el país están disponibles.

En este nivel metodológico para la categoría de producción de cal, se requerirá la producción bruta nacional, y el factor de emisión por defecto IPCC. Si bien se consideraría una buena práctica la disponibilidad de información de producción por tipos de cal (p. Ej.: cal con fuerte proporción de calcio, cal de dolomita o cal hidráulica), esta no es necesaria para este Nivel. (IPCC, 2006)

Los datos necesarios para la subcategoría de producción de vidrio, en este nivel se consideran de baja disponibilidad de datos sobre el vidrio fabricado por procesamiento de los carbonatos utilizados en la industria del vidrio. Se aplicará un factor de emisión por defecto y las estadísticas nacionales sobre producción de vidrio presente en la Encuesta Nacional de Manufactura y Minería (INEC).

**NIVEL 2:** Las emisiones se estiman directamente de los datos sobre la producción de Clinker (en vez de estimarse de la producción de Clinker inferida de la producción de cemento) y de un factor de emisión, ya sea nacional o por defecto. (Directrices del IPCC , 2006).

Adicional, para el caso de la producción de cal se requeriría la producción a nivel nacional sobre los tipos de cal producidos. Específicamente, para el vidrio en lugar de recolectar las estadísticas nacionales sobre la producción total de vidrio, las emisiones se estimarán basándose en los distintos procesos de fabricación de vidrio empleados en el país, para lo que será necesario se pueda especificar esta desagregación en la estadística nacional levantada por el INEC.

**NIVEL 3:** el tipo de datos de la actividad requeridos para el Nivel 3 hace referencia a la disponibilidad de datos por plantas individuales a detalle, esto dará paso a la posibilidad de generar la estimación de emisiones de esta categoría de manera agregada. Toda entidad que genere informes haciendo uso del Nivel 3 debe garantizar que todas las entradas de carbonatos (es decir, los tipos, las cantidades, todas las fuentes) hacia los hornos de altas temperaturas, hayan sido investigadas por completo como parte de la implementación inicial del método de Nivel 3, y que esta investigación completa se repita cada vez que ocurran cambios significativos en los materiales y en los procesos. Tras un análisis completo de las entradas de carbonatos, y bajo la premisa de que no ocurre ningún cambio significativo ni en la composición de los materiales, ni en el proceso de producción, resulta coherente con las buenas prácticas determinar un factor de emisión riguroso y específico de la planta que esté basado en el análisis de las entradas de carbonatos y aplicar este factor de emisión a la producción de Clinker (que suele calcularse en forma diaria).

El método de Nivel 3 entonces consiste en un cálculo basado en los pesos y en la composición de todas las entradas de carbonatos que se aplica a todas las fuentes de materias primas y de combustibles, al (o a los) factores de emisión para el (o los) carbonatos y a la fracción de calcinación alcanzada.

En el caso de la producción de cal en este nivel, se basa en la recolección de datos específicos de las plantas productivas, tipos y cantidades de carbonatos consumidos para producir cal, así como sobre los factores de emisión específicos de los carbonatos consumidos. Para la estimación de emisiones producto de la producción de vidrio, la metodología de Nivel 3 está basada en la contabilización de la entrada de carbonato al horno de fundición de vidrio. (IPCC, 2006)

#### 4.4. Datos de actividad del sector/categoría

Los datos de actividad describen la magnitud nacional anual e histórica de una categoría/subcategoría analizada (p. ej., toneladas de cemento producido). En el caso concreto de la presente guía, se tiene que la provisión de información estará enmarcada en las siguientes subcategorías 2A1 Producción de Cemento, 2A2 Producción de Cal y 2A3 Producción de Vidrio

##### 4.4.1. 2 A1 Producción de Cemento

El proveedor de información de la industria cementera debe identificar que, durante la producción de Clinker, elemento importante para la producción de cemento, es donde se generan las emisiones de GEI para el sector IPPU. Los datos de actividad en esta subcategoría se refieren a las cantidades de producción de Clinker y cemento por cada una de las plantas industriales, aplicando el método de Nivel 2

Es importante mencionar que, si el cemento es fabricado completamente por molienda a partir de Clinker importado, en cuyo caso la planta de producción de cemento puede ser considerada libre de toda emisión de CO<sub>2</sub> relacionada con el proceso de fabricación. Esto es debido a que es durante la fabricación de Clinker donde se generan las emisiones de esta categoría y además puede generarse polvo de horno de cemento (CKD, del inglés Cement Kiln Dust). En la estimación de las emisiones deben tomarse en cuenta las emisiones asociadas al CKD medido o asumido proporcionalmente por cada una de las plantas productivas. (Directrices del IPCC 2006)

No hay emisiones adicionales asociadas con la producción de cemento de albañilería<sup>2</sup>. En el caso de que se produzca cemento de albañilería por adición de cal al cemento portland (o a su Clinker), el dato de actividad debido al uso de la cal debe reportarse en la producción de cal. No se producen emisiones adicionales cuando, para producir cemento de albañilería, se agregue piedra caliza molida al cemento portland o a su Clinker. (Volumen 3: Procesos industriales y uso de productos).

Además de los datos sobre producción de cemento, también se deben declarar las cantidades de importación y exportación de Clinker. Cualquier información relacionada con el contenido de CaO del Clinker debe documentarse, incluido el uso de valores por defecto.

##### 4.4.2. 2 A2 Producción de Cal

El óxido de calcio (CaO o cal viva) se produce al calentar piedra caliza para descomponer los carbonatos, esto se lo realiza en hornos verticales u hornos rotatorios a altas temperaturas y en el proceso de transformación de piedra caliza a óxido de calcio se libera CO<sub>2</sub>. Es por lo que los datos de actividad requeridas, está relacionada a la cantidad total de producción de cal (para el Nivel 1), una desagregación por tipo de cal (Nivel 2) y finalmente los tipos y cantidades de carbonatos consumidos para la producción de la cal (Nivel 3).

---

<sup>2</sup> El **cemento de albañilería** es un tipo de cemento que se obtiene por la molienda conjunta de Clinker, piedra caliza, sulfato de calcio (yeso) y aditivos químicos.

#### 4.4.3. 2 A2 Producción de Vidrio

Los datos de actividad referidos a la producción de vidrio corresponden al uso de carbonatos utilizados en esta industria, Para el caso del cálculo de emisiones de GEI, se consideran cuatro principales categorías de producción: recipientes, vidrios planos, fibras de vidrio y vidrios especiales. Las principales materias primas del vidrio (carbonatos) que emiten CO<sub>2</sub> durante el proceso de fundición son: la piedra caliza (CaCO<sub>3</sub>), la dolomita Ca, Mg (CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> y la ceniza de sosa (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Dependiendo del nivel metodológico y por ende la disponibilidad de información en el país, se identifica la necesidad de contar con los siguientes datos:

- Estadísticas nacionales sobre producción de vidrio (Nivel 1)
- Procesos de fabricación de vidrio empleados en el país, para lo que será necesario se pueda especificar esta desagregación en la estadística nacional. (Nivel 2)
- Contabilización de la entrada de carbonatos (por tipo) al horno de fundición de vidrio.

Los datos de actividad están en función a que la mayor parte del vidrio comercial se encuentra constituido por cal sodada, que está compuesto de sílice (SiO<sub>2</sub>), sosa (Na<sub>2</sub>O) y cal (CaO), con pequeñas cantidades de alúmina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y otros álcalis y tierras alcalinas, además de algunos ingredientes menores. (IPCC, 2006).

#### 4.5. Disponibilidad de la serie temporal

Cuando se refiere a datos de actividad, Será necesaria la disponibilidad de los datos adicional del año base, de toda una serie temporal de los datos, ya que para evaluar las tendencias de las emisiones, es importante calcular la toda serie temporal completa (no solamente los últimos años o el último año). Es una buena práctica recalculer las emisiones de años anteriores cuando se cambien o mejoren los métodos de recopilación de información o se actualicen las Directrices de elaboración de los Inventarios, como es el caso de la estandarización a las Directrices IPCC 2006.

Cuando esto resulte difícil porque se han producido cambios en los métodos o en los datos con el transcurso del tiempo, la estimación de los datos que faltan en la serie temporal deberá hacerse mediante técnicas estadísticas, entre las cuales se tiene la extrapolación regresiva de los datos actuales, como una de las más utilizadas. Cuando se pase de un método de referencia a un método de un nivel más alto (Tier), se deberán establecer una relación clara entre los métodos y aplicación de esa relación a los años anteriores si faltan datos en las series temporales disponibles. Se deberá informar a la Autoridad Ambiental Nacional, las condiciones de información historial de los datos solicitados, para que a su vez el Grupo de Trabajo de Inventarios pueda aplicar estas técnicas que se establecen en las Directrices del IPCC 2006, Capítulo 5: Coherencia de la Serie Temporal.

#### 4.6. Incertidumbre en el registro de información y datos

Las estimaciones de la incertidumbre para la producción de cemento son el resultado predominante de las incertidumbres asociadas con los datos de la actividad y en una menor medida, de la incertidumbre relacionada con el factor de emisión del Clinker.

Como se mencionó, las incertidumbres asociadas a los inventarios de GEI pueden provenir de varias causas, que se pueden presentar en las etapas del proceso de elaboración, para el caso específico que comprende la presente guía se tratarán las incertidumbres generadas en relación con la disponibilidad de los datos de actividad. Este tipo de incertidumbre puede ser evaluada mediante análisis estadísticos, determinaciones de la precisión de las mediciones o monitoreo físico, y valoraciones expertas. La cuantificación y el análisis de las incertidumbres de los parámetros de datos de actividad son una prioridad al momento de robustecer el desarrollo de las estimaciones de GEI que genera el país. (WBCSD, 2005)

En el caso de registro de datos de actividad se encuentran dos clasificaciones importantes de incertidumbres que se debe analizar: estadísticas (aleatorias) y sistemáticas. En el acápite 6. de la presente Guía, se muestra a detalle el método de evaluación y reporte de las incertidumbres de la información y datos que dispone cada organización proveedora.

#### 4.6.1. *Incertidumbre Estadística*

La incertidumbre estadística resulta de variaciones naturales, tal como errores humanos aleatorios en el proceso de medición y fluctuaciones en el nivel de precisión de los equipos de medición utilizados para el registro de datos. La incertidumbre estadística puede ser detectada a través de métodos cualitativos y cuantitativos que se detallarán más adelante. Para lo cual, luego de identificadas las causas de incertidumbre y dependiendo el caso se plantean varias opciones mejora en el registro y entrega de información. (WBCSD, 2005)

- **Evaluación cualitativa.**

Este tipo de evaluación determina las causas de incertidumbre, y ayuda a identificar formas de mejorar la calidad de los datos e información suministrados. Para conseguir esta evaluación, se deberá estar claro del proceso de recolección y registro de la información, es responsabilidad de cada organización proveedora de información el identificar cualitativamente las posibles causas de incertidumbre de los datos. Entre las causas cualitativas más comunes que se identifican en proveedores de información de inventarios se tiene:

- Errores de medición en instrumentación.
- Falta de calibración de medidores o elementos de registro.
- Errores humanos de digitalización de datos.
- Transformaciones de unidades o extrapolación de datos en series históricas.
- Muestreos aleatorios de datos sin exhaustividad.
- Errores sistemáticos y aleatorios de censos ya identificados y registrados.
- Falta de representatividad de los datos y/ datos faltantes

Luego de que el proveedor de los datos e información haya identificado de manera cualitativa el origen de la incertidumbre de los datos entregados, se podrá establecer líneas de comunicación y retroalimentación, a fin de identificar oportunidades específicas de mejora en la calidad de la información y las metodologías utilizadas. Es propósito de esta guía presentar, una metodología de identificación cualitativa de incertidumbres para los proveedores de información, mostrado en el acápite 6 del presente documento.

- **Evaluación Cuantitativa**

Para desarrollar una evaluación cuantitativa de los datos entregados, es necesario se disponga de muestreos estadísticos de los datos de actividad, a fin de conseguir una evaluación estadística cuantitativa de los datos de actividad, este procedimiento metodológico se facilita al disponer datos de actividad basados en muestras completas de series históricas (censos) así también datos basados en muestreos aleatorios. (WBCSD, 2005)

En el primer caso los censos normalmente incluyen tanto los errores sistemáticos como los aleatorios. Los primeros surgen a consecuencia de un cómputo sistemático demasiado bajo o doble. Los segundos suelen ser la suma de una gama de errores comunes, en este caso el Organismo encargado de desarrollar los censos y reportarlos, deberá identificar las incertidumbres de sus modelos, según el sesgo de levantamiento de información identificado cualitativamente. Este valor será una distribución de probabilidad que establecerá porcentaje de exactitud de los valores registrados.

Para el caso de datos de actividad producto de muestreos aleatorios, estos datos estarán sujetos a los errores de muestreo, que normalmente se distribuyen y no se correlacionan a través del tiempo. El proveedor de la información debe estar en condiciones de brindar el valor sobre el error de muestreo generado en su proceso estadístico.

#### 4.6.2. *Incertidumbre Sistemática*

La incertidumbre sistemática de los parámetros ocurre si los datos tienen un sesgo sistemático. En otras palabras, el promedio de los valores estimados o medidos es siempre menor o mayor que el valor real. Por ejemplo, los sesgos se presentan cuando los datos de actividad y series temporales se construyen a partir de una muestra no representativa, cuando no se identifican todas las fuentes relevantes de emisión, o cuando se utilizan métodos de estimación incompletos o incorrectos o equipo defectuoso. Dado que el valor real seguirá siendo desconocido, tales sesgos sistemáticos no pueden ser detectados a través de experimentos repetidos o muestreos de control y, por tanto, no pueden ser cuantificados a través de un análisis estadístico. Sin embargo, es posible identificar sesgos, e incluso cuantificarlos por medio de controles y análisis de calidad de los datos y evaluaciones expertas.

Debe reconocerse, sin embargo, que los sesgos pueden variar año con año o incluso mostrar un patrón creciente o decreciente a lo largo del tiempo. Por ejemplo, si una organización, producto del recorte de personal o presupuesto, desinvierte de manera permanente en la colecta de datos, el resultado puede ser que la información se genere de manera más sesgada cada año. Esto puede ser un problema grave, en la medida en que afecte a las tendencias estimadas de emisión. En estos casos, no puede ser ignorada la incertidumbre sistemática presente en los parámetros.

En el caso de la industria cementera, cuando los datos sobre la producción de Clinker se estiman a partir de la producción de cemento, la incertidumbre en los datos de la actividad puede acercarse a valores tan altos como un 35%. Para el Nivel 2, la incertidumbre en los datos sobre los tonelajes de producción de Clinker, cuando están disponibles, es del orden del 1 por ciento al 2 por ciento. En lugar de usar totales nacionales, la recolección de datos de los productores individuales (si es



completa) reduce la incertidumbre de las estimaciones, pues estos datos darán cuenta de las variaciones de las condiciones al nivel de las plantas. (IPCC, 2006)

Con excepción del CKD, las fuentes más grandes de incertidumbre asociadas con el Nivel 3, son las incertidumbres asociadas con la identificación de las especies de carbonatos y con los pesos de las materias primas.

De igual forma, las estimaciones de la incertidumbre para la producción de cal y vidrio resultan predominantemente de las incertidumbres asociadas con los datos de la actividad y en menor medida, de la incertidumbre relacionada con el factor de emisión. Es así como, para valores supuestos de contenido de CaO en la cal, se tiene rangos de incertidumbre entre un 4 al 8%. (IPCC, 2006)

#### 4.7. Documentación y almacenamiento de registros de datos e información

Es una buena práctica documentar y archivar toda la información requerida para producir las estimaciones del inventario de emisiones nacionales. A continuación, se definen la documentación y los informes pertinentes para los proveedores de datos e información (Directrices del IPCC 2006).

Como ya se había indicado, los datos de actividad necesarios para el desarrollo de los inventarios de GEI, no solamente constituirán los del último año suministrado, sino más bien es un requisito de las Directrices la disponibilidad de las series anuales anteriores para su evaluación y seguimiento de cada una de las categorías. Para ello los proveedores de información deberán disponer de un sistema de documentación y almacenamiento de la información histórica almacenada. Adicional dicha información contendrá el método con el cual fue levantado y registrado a fin de que, en posibles actualizaciones metodológicas se pueda corregir las series temporales de información presentadas.

A continuación, se dan algunos ejemplos de la documentación y los informes específicamente relacionados con esta categoría de fuentes:

Datos e información de producción cementera (Clinker) y emisiones generadas según metodologías estandarizadas (Getting the Numbers Right GNR-GHG Protocol)

Aplicación de la Hoja de ruta FICEM para el Ecuador

Encuesta Nacional de Manufactura y Minería

#### 4.8. Formatos SINGEI de levantamiento de información

El Ministerio del Ambiente y Agua (MAAE) se encuentra desarrollando el Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero (SINGEI) cuyo propósito es el de facilitar, automatizar y optimizar los procesos de generación del INGEI, dentro del cual se cuenta con un subproceso de Recopilación y revisión de la información requerida para la estimación de las emisiones del

Inventario, a través del establecimiento de un canal de comunicación que asegure la entrega y soporte de la información reportada por las instituciones generadoras de datos de actividad, en los plazos establecidos con base en los Acuerdos de cooperación interinstitucionales y el Marco Legal vigente.

Este subproceso de recopilación y revisión de información cuenta, dentro del marco de actividades previstas que van desde la elaboración de oficios de solicitud de información, pasando por la validación de la misma, hasta la aceptación de la información reportada por todas las fuentes, con la utilización de plantillas de levantamiento de información, y para las principales fuentes de información (instituciones y organizaciones), las cuales brindan un mecanismo de entrega, revisión y validación de los datos de actividad proporcionados por las instituciones que los desarrollan. Para el caso del sector de Procesos Industriales y en específico la Categoría de Industria de los Minerales se cuenta con 3 formularios de recopilación de información, y que se describen más adelante con mayor profundidad.

Las plantillas de levantamiento de datos de actividad, en las cuales se solicita la información disponible correspondientes a la categoría de Industria de los Minerales, datos informativos de la institución e informante, tienen el objetivo de facilitar el proceso de seguimiento y monitoreo de los datos, y realizar un adecuado proceso de verificación. El SINGEI presenta los siguientes formularios para la recopilación de información en el sector y categoría en mención.

**Formulario para recolección de datos en las Industrias productoras de cemento:** este formulario está destinado a la recopilación de la información sobre producción de Clinker, cemento y carbonatos utilizados para su fabricación. Este formulario será aplicado para cada una de las empresas cementeras que tienen su producción en el país.

**Tabla 3.** Formulario SINGEI industria del cemento

Dato	Valor	Unidades
Total de Cemento Producido		toneladas
Proporción de clínca en el cemento		porcentaje
Total de Clínca Producida		toneladas
Proporción de CaO contenida en la clínca		porcentaje
Proporción de Carbonato del CaO utilizado para producir clínca		porcentaje

Fuente: SINGEI 2020

**Formulario para la recolección de datos en las industrias productoras de cal:** Este formulario recoge la información de las plantas productivas identificadas que consumen carbonatos a nivel nacional para la producción de cal.

**Tabla 4.** Formulario SINGEI industria de la Cal

Dato	Valor	Unidades
Cal Viva producida		toneladas
Cal Hidráulica		toneladas

Fuente: SINGEI 2020

**Formulario para la recolección de datos en las industrias productoras de vidrio y otros cerámicos:**

Este formulario recoge la información de las plantas productivas identificadas que consumen carbonatos a nivel nacional para la producción. Mismo que recoge la información en relación con el tipo de industria, estos datos refieren a la cantidad total en toneladas de las siguientes actividades productivas:

- Masa de vidrio producido
- Arcilla
- Piedra Caliza
- Dolomita
- Carbonato

**Tabla 5.** Formulario SINGEI industria de vidrio

Dato	Valor	Unidades
Masa del vidrio producido, toneladas (Mg)		toneladas

Fuente: SINGEI 2020

**Tabla 6.** Formulario SINGEI industria de la cerámica

Dato	Valor	Unidades
Arcilla		toneladas
Piedra Caliza		toneladas
Dolomita		toneladas
Carbonato		toneladas

Fuente: SINGEI 2020

**Formulario de recolección de datos estadísticos sobre la producción nacional de cemento, producción de cal viva y otros productos cerámicos:** Esta información estadística proveniente del INEC servirá para la verificación y cruce de la que se recopile directamente mediante las industrias proveedoras de información.

**Tabla 7.** Formulario SINGEI estadísticas nacionales

CATEGORÍA: Industria de los Minerales	Encuesta manufactura		materias primas	
	Dato	Valor	Unidades	Institución responsable
	Producción de Cal viva		toneladas	INEC
	Hidróxido de sodio (sosa o soda caustica) sólido		toneladas	
	Producción de Cemento		toneladas	

Fuente: SINGEI 2020

## 5. METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN Y GESTIÓN DE DATOS

El análisis para la categoría 2A Industria de los Minerales, focaliza la recolección de datos a través de una propuesta consensuada por los actores relevantes, esta información será utilizada para el cálculo de los INGEI, en esta categoría en específico. De esta manera se menciona la disponibilidad de herramientas a considerar por los proveedores de información para que esta desagregación sea efectuada en su corto, mediano y largo plazo, además de estas herramientas, se menciona los formularios propuestos por el SINGEI para recolección de información y como se deberá modificarlos para que cumplan con los criterios de mejora explícitos en la propuesta.

El presente acápite considera los resultados obtenidos en diagnóstico sectorial y procedimientos de recopilación de datos e información, desarrollado por parte de ICAT con la participación de las organizaciones proveedoras de información y datos (ver Anexo 1)

### 5.1 Abordaje metodológico y procedimental desarrollado a nivel nacional

La propuesta busca sistematizar modificaciones de información y cambios metodológicos en la recopilación de la información, esto con el objetivo de poder disponer de manera continua los datos necesarios para la elaboración del inventario para este sector, si bien los desarrollos se han apegado a la actualización de las Directrices del IPCC 2006, las propuestas identificadas a nivel técnico apuntalan a que las organizaciones que gestionan y entregan la información estén alineadas a las condiciones requerientes y puedan en este sentido continuar con el reporte necesario en función de mejoras identificadas.

De manera general, el abordaje metodológico y procedimental identificado y propuesto en esta guía metodológica, contempla los siguientes puntos:

- Revisión y análisis de las brechas de información y datos que, en la mayoría de las subcategorías, están relacionadas con la falta de series históricas consistentes, alta incertidumbre, en muchos casos ocasionadas por modificaciones en las metodologías de medición.
- Identificación de las categorías principales, y mejoramiento del cálculo de la estimación de emisiones, a través del uso de niveles metodológicos superiores, con base en las mejoras de levantamiento y análisis de información que, las instituciones generadoras han desarrollado a través de sus proyectos y programas de inversión y gestión públicos y de la cooperación internacional implementados a nivel nacional, y que desde el presente análisis se considera fundamental la institucionalización de dichos procesos en el marco de unidades definidas en cada una de las organizaciones de la gestión pública.
- Implementación de mecanismos de cumplimiento y cooperación de largo plazo, con base en el COA y R-COA, tales como Acuerdos de confidencialidad, que brinden fluidez y continuidad al intercambio de información y a la mejora continua de levantamiento y procesamiento de datos, y que se pueden viabilizar a través de los sistemas de información institucionales que las organizaciones manejan y cuyo fin es la integración de la gestión de la información nacional que permita generar indicadores geográficos, documentales, estadísticos y de automatización (MAE, 2016).
- Desarrollo e institucionalización de los procesos de Mejora continua, que evidencien el incremento en la exactitud de los niveles estimados de emisión para el sector.

### 5.2. Propuestas de mejora metodológica

Las propuestas de mejoras se apegan a la continuidad de los procesos de levantamiento de datos e información que se vienen desarrollando por parte del Grupo de Trabajo de Inventarios en el sector Procesos Industriales específicamente; así también de los procesos seguidos por las instituciones proveedoras de información, en función a las recomendaciones de buenas prácticas de las

Directrices del IPCC 2006, se toma especial énfasis en que las mejoras planificadas puedan enmarcarse en el desarrollo actual de las organizaciones y no por lo contrario representen la generación de nuevos procesos de recopilación, que conllevaría costos de ejecución y la disponibilidad de personal destinado para el efecto.

En el Anexo 2, se exponen las propuestas identificadas categoría analizada, en la temporalidad de corto, mediano y largo plazo, mismas que son desarrolladas en el presente acápite.

Toma en consideración las necesidades de la sistematización de la recolección de datos mediante la interoperabilidad de sistemas disponibles y la entrega de información mediante formularios estandarizados y consensuados.

### *5.2.1. 2 A1 Producción de Cemento*

En el Ecuador uno de los mayores productores de cemento la empresa multinacional Holcim Ecuador S.A. lidera la producción de Clinker y cemento en el Ecuador con una participación en el mercado de aproximadamente el 58% (2014). La segunda empresa es la Unión Andina de Cementos UNACEM, que hasta el año 2013 se denominaba LAFARGE, y cuenta con una participación del 24%. Finalmente, la empresa Unión Nacional Cementera UCEM CEM que representa el 17% restante, y está conformada por las Industrias Guapán S.A. y Cementos Chimborazo C.A. También desde el 2013 se registra una participación de la empresa HORNICRETO (MAAE, 2020).

#### *a) Implementación Hoja de ruta FICEM y metodología de recopilación de información GNR, Validar el sistema de registro de información cementera que sea compatible con el registro nacional*

En vista de que la industria cementera ha implementado metodología GHG Protocol para el levantamiento de información y reporte de emisiones, se encuentra pertinente el homologar esta metodología para todo el sector cementero e implementar en el país la Hoja de ruta FICEM

Como ya se había mencionado a través de esta iniciativa se dispondría de información verificada por parte de las empresas productoras de cemento.

#### **Indicadores de desempeño evaluados.**

- Toneladas de emisión de CO<sub>2</sub> por tonelada de cemento producida por planta industrial, por país y por región para el ciclo de vida del cemento.
- Participación en Getting the Numbers Right (GNR)

Con estos criterios la metodología propone la adopción del Sistema MRV (MRV) la cual vincula información a la plataforma GNR. FICEM, mismo que cumple con las características del MRV de Medición de GEI, las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de GEI y el Protocolo de Medición de Gases efectos Invernadero, el MRV FICEM, es parte de las herramientas de la iniciativa CSI, que permite importar datos de Formato CSI Cement CO<sub>2</sub> and Energy Protocol, consolidarlos en una base de datos, relacionar, adicionar datos de referencia nacional e internacionales y entregar un resumen consolidado para su visualización y análisis mediante herramientas de visualización y descubrimiento de datos, los datos consolidados a nivel País comparan los indicadores con datos globales en las mismas unidades y con el mismo significado, lo

cual permite tomar decisiones enfocándose en las medidas y acciones más eficientes desde el punto de vista técnico y ambiental.

**Tabla 8.** Propuesta de Implementar la Hoja de ruta FICEM

<b>Título:</b>	<b>Implementar Hoja de ruta FICEM, GNR</b>		
<b>Sector:</b>	IPPU	CATEGORÍA: 2 A INDUSTRIA DE LOS MINERALES	SUBCATEGORIA 2A 1 PRODUCCION DE CEMENTO
<b>Actores Responsables:</b>	MAAE, GTI INDUSTRIA DE CEMENTEROS AL NIVEL NACIONAL GREMIOS, INECYC		
<b>Propuesta:</b>	IMPULSAR LA METODOLOGÍA FICEM PARA LA INDUSTRIA PETROLERA EN CUANTO LOS AVANCES EXISTENTES Y LA PROYECCIÓN DE ACCIONES QUE ESTÁN SIENDO DESARROLLADAS CON RECURSOS PROPIOS EN ESTE SECTOR		
<b>Enfoque:</b>	MRV CON ALCANCE EN LAS EMISIONES TOTALES DE GEI EN LA INDUSTRIA QUE RELACIONA EMISIONES DE CO <sub>2</sub> EN TODA LA CADENA DE VALOR		
<b>Dato e información a registrar:</b>	Toneladas de emisión de CO <sub>2</sub> por tonelada de cemento producida por planta industrial, por país y por región para el ciclo de vida del cemento. Emisiones cuantificadas por la producción		
<b>Plantilla Gráfico o Flujo</b>	<p><b>PASO 01</b> <b>Taller fase 0</b> Actividad* entre representantes de la industria local, Instituto y FICEM, que permite identificar las oportunidades y recursos para implementar la HR país, considerando las tecnologías globales y las políticas públicas propias del país. <small>* Duración taller 12 horas.</small></p> <p><b>PASO 02</b> <b>Informe taller fase 0 por país</b> Reporte* de FICEM que contiene un análisis cualitativo de las oportunidades y amenazas para la producción de cemento local, atendiendo a las necesidades de mitigación y adaptación al cambio climático. <small>* Documento de uso</small></p> <p><b>PASO 03</b> <b>Aplicación MRV FICEM por país</b> Herramienta* donde cada país evalúa el potencial de reducción local de CO<sub>2</sub>, basado en la reportabilidad en GNR, los compromisos COP 21 y las mejores tecnologías disponibles para la producción de cemento. <small>* Base de datos FICEM de emisiones de CO<sub>2</sub>.</small></p> <p><b>PASO 04</b> <b>Potencial de reducción por país</b> Análisis cuantitativo y comparativo de los principales indicadores de la industria local asociados a los ejes de potencial de reducción: en eficiencia energética (eléctrica y térmica), coprocesamiento y factor clinker.</p>		
	<b>Fuente:</b> Hoja de Ruta FICEM		

b) Acuerdos de confidencialidad a largo plazo y vinculación de sistemas de información privado-público

Debido a que la información que maneja la industria cementera es estratégica, cierta información incluye secretos comerciales y técnicos que se consideran de naturaleza confidencial, que tienen valor, y que son de propiedad del desarrollador. Dicha provisión de información se la deberá garantizar mediante acuerdos de confidencialidad a largo plazo, identificando la posibilidad de que exista una vinculación directa de los sistemas de información con el MAAE para la descarga directa de la información.

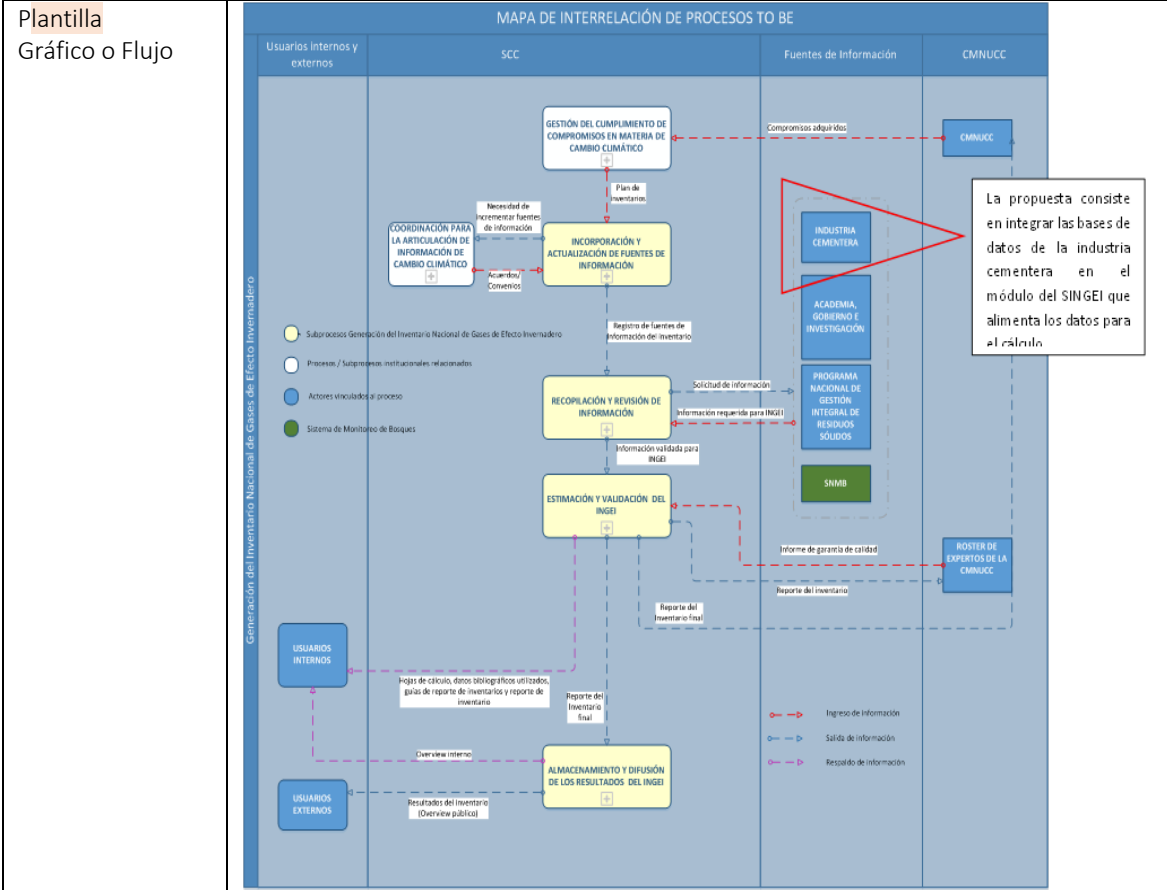
La información que revele la industria cementera pudiera incluir la información detallada para seguir incrementando el nivel de cálculo de esta subcategoría en específico.

La propuesta consiste en incluir el módulo “INDUSTRIA CEMENTERA” dentro de los fundamentos técnico-científicos provenientes del marco metodológico establecido para el INGEI de Ecuador, en el cual se diseñó el SINGEI, con el objetivo de orientar la generación y sistematización de información, permitiendo mejorar la gestión de los GEI en el Ecuador, integrando las bases de datos de las industrias cementeras de todo el país de manera que alimenten directamente al módulo de cálculo de inventarios.

**Tabla 9.** Vinculación de sistemas de información privado-público

Título:	2.1 CONECTAR LA PLATAFORMA DE LOS CEMENTEROS DIRECTO CON EL SINGEI		
Sector:	IPPU	CATEGORÍA: 2 A INDUSTRIA DE LOS MINERALES	SUBCATEGORIA 2A 1 PRODUCCION DE CEMENTO
Actores Responsables:	MAAE, SINGEI		
	INDUSTRIA DE CEMENTEROS AL NIVEL NACIONAL		
	GREMIOS, INECYC		
Propuesta:	USO DE UNA HERRAMIENTA ESTADISTICA PARA CRUZAR BASES DE DATOS		
Enfoque:	MEJORA EN EL ANALISIS DE GARANTIA DE LA CALIDAD Y CONTROL DE LA CALIDAD, EXHAUSTIVIDAD		
Dato e información a registrar:	CRUCE DE BASES DE DATOS		





### c) Homologación del cálculo de factor de emisión local

La iniciativa CSI (Cement Sustainability Initiative) es una estrategia para una economía de bajo carbono, dentro de sus proyectos, ha impulsado el proyecto “Getting the Numbers Right”, más conocido como “GNR” y traducido como “Obteniendo los Datos Correctos”, que mediante una plataforma de datos, entrega información sobre las emisiones de CO<sub>2eq</sub> y la eficiencia energética de la industria cementera mundial, facilitando así la comprensión de su potencial de mejora, utiliza la metodología del GHGP. (ICH, 2019)

La iniciativa CSI, que utiliza una plataforma de información GNR se proyecta muy provisoria en el sector cementero y traerá beneficios en la reducción de emisiones tanto en el proceso de calcinación como en el consumo de combustibles para los hornos. De manera que como sector IPPU se identifica la posibilidad de que se vincule los sistemas de esta iniciativa y articular los factores y método de cálculo para alinear objetivos de implementación de mitigación considerados en la NDC 2019.

Con ello los cálculos en el caso del inventario GEI de Ecuador podrán ser más exhaustivos, tener factores de emisión específicos para el cemento en (Kg CO<sub>2</sub>/Ton Cemento) y también para el Clinker (Kg CO<sub>2</sub>/Ton Clinker) calculados por el tipo de cemento basados en normas INEN considerando su

composición aditivos, Clinker importado y producido localmente. Con esto se tendrá la información necesaria para el cálculo del Nivel 2 y posterior comparación de resultados en ambos métodos.

### 5.2.2. 2 A2 Producción de cal y 2 A3 Producción de Vidrio

#### a) Sistema de información para que todas las empresas productoras registren producción de la cal, vidrio y cerámica

Se propone la suscripción de acuerdos interinstitucionales con el INEC a fin de incorporar en las encuestas a nivel nacional la recolección de datos e información de las subcategorías 2 A2 Producción de CAL, 2 A3 Producción de VIDRIO, 2 A3 Producción de Cerámica, que actualmente no son exhaustivas en el reporte de datos. También es necesario coordinar con los gremios y productores el reporte de la información necesaria para el cálculo de emisiones de estas tres actividades acorde el formato y unidades de la plantilla de SINGEI.

Debido a que las cerámicas incluyen la producción de ladrillos y tejas, tuberías de arcilla vitrificada, productos refractarios, productos de arcilla expandida, azulejos y cerámica para el piso, vajillas y ornamentos cerámicos, sanitarios, cerámicas técnicas y abrasivos inorgánicos. Las emisiones relacionadas con los procesos de las cerámicas provienen de la calcinación de los carbonatos contenidos en la arcilla, así como de la inclusión de aditivos. (IPCC , 2006) se propone en esta ocasión seguir con el formato SINGEI. Las emisiones de CO<sub>2</sub> son el resultado de la calcinación de las materias primas (particularmente de la arcilla, de los esquistos, de la piedra caliza, de la dolomita y de la witherita o carbonato de bario y de la piedra caliza como fundentes).

**Tabla 10.** Sistema de información de producción de Cal, Vidrio y Cerámica

<b>Título:</b>	1.3 PROPONER UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA QUE TODAS LAS EMPRESAS PRODUCTORAS REGISTREN PRODUCCIÓN DE LA CAL, VIDRIO Y CERAMICA		
<b>Sector:</b>	IPPU	CATEGORÍA: 2 A INDUSTRIA DE LOS MINERALES	SUBCATEGORIA 2A 2 PRODUCCION DE CAL, 2A 23VIDRIO, 2A 4 CERAMICA
<b>Actores</b>	MAAE, GTI, INEC		
<b>Responsables:</b>	INDUSTRIA DE CAL, VIDRIO, CERAMICA		
	GREMIOS, INECYC		
<b>Propuesta:</b>	ACUERDO INTERINSTITUCIONAL MAAE-INEC ENCUESTAS RECOLECCION DE DATOS		
<b>Enfoque:</b>	INCORPORAR EN LAS ENCUESTAS INEC DATOS PARA LA PRODUCCION DE CAL, VIDRIO, CERAMICA		
<b>Dato e información a registrar:</b>	UNIDADES FISICAS DE MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCION DE CAL, VIDRIO, CERAMICA		

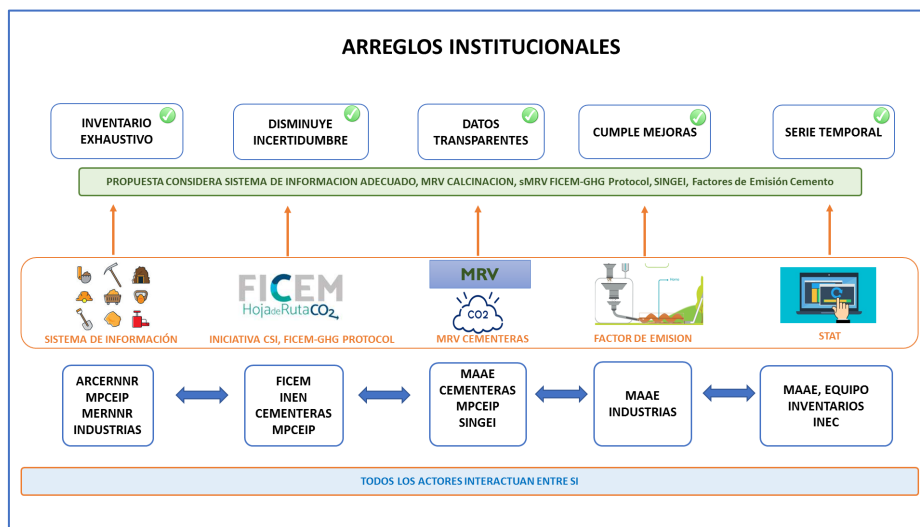
Plantilla Gráfico o Flujo	Formatos SINGEI para la recopilación de información de Cal, Vidrio y Cerámica					
	FORMATO RECOPIACION DE INFORMACION SINGEI, CAL					
	<b>Dato</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>	<b>Industria</b>	<b>Departamento</b>	<b>Observación</b>
	Cal Viva producida		toneladas	Calera del Pacifico		
Cal Hidráulica		toneladas	INDAMI			
			INCOREG			
			Calizas Huayco			
			Asociación de Caleros CH			
			CALMOSA			
FORMATO RECOPIACION DE INFORMACION SINGEI, VIDRIO						
<b>Dato</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>	<b>Industria</b>	<b>Departamento</b>	<b>Observación</b>	
Masa del vidrio producido, toneladas (Mg)		toneladas	Productores de Vidrio			
FORMATO RECOPIACION DE INFORMACION SINGEI, CERAMICA						
<b>Dato</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>	<b>Industria</b>	<b>Departamento</b>	<b>Observación</b>	
Arcilla		toneladas	Productores de Cerámica			
Piedra Caliza		toneladas				
Dolomita		toneladas				
Carbonato		toneladas				

Elaboración: ICAT

### 5.3. Arreglos institucionales propuestos

La propuesta de arreglos institucionales consiste en reflejar resultados para la obtención de información de todas las subcategorías de la Industria de los Minerales, esto es el escalamiento consensuado de la información solicitada a través de la necesidad del MAAE en acuerdo con las industrias privadas, públicas y los respectivos ministerios que dictan la política pública como MERNNR/MPCEIP/MAAE

Figura 4. Propuesta IPPU de Arreglos Institucionales en base a los objetivos de la propuesta



Elaboración: ICAT Ecuador 2020

Esta propuesta considera un flujo de información horizontal entre los actores relevantes, luego verticalmente las acciones o metas conforman específicamente sistemas de información robustos, apego a iniciativas regionales, MRVs, factores de emisión, y contar con una herramienta estadística. Los avances que ha realizado la iniciativa “Hoja de Ruta FICEM” a nivel regional han permitido crear capacidades en la industria cementera del Ecuador (Ver desarrollo de la propuesta metodológica), por lo que es importante visibilizar esta oportunidad para que esta articulación genere los medios adecuados con la información de producción cementera y las mejoras en sus procesos productivos como medida de acción a la contribución de la reducción de emisiones de carbono.

A su vez da como resultado los siguientes mecanismos que facilitan el flujo de información:

- Acuerdo a largo plazo suscrito entre el MAAE y las cuatro empresas cementeras, que contengan criterios de confidencialidad de la información suministrada y detalle de información a ser entregada de manera anual.
- Convenio con FICEM para la vinculación de sistemas de recopilación de información del sector cementero nacional.
- Acuerdo suscrito con INECYC para el reporte y verificación de la información agregada de producción e importaciones de Clinker.
- Convenio de cooperación con los gremios productores de cal y vidrio, a fin de que dispongan de una plantilla de información entregada por el MAAE, y capacitación continua en técnicas de recopilación de datos e información.

#### *5.3.1. Acuerdo de confidencialidad a largo plazo con la Industria Cementera.*

En vista de la particularidad del sector cementero nacional, se encuentra necesario se suscriba un acuerdo a largo plazo de confidencialidad de información y uso de esta exclusivamente para el desarrollo del Inventario, este acuerdo deberá contener los siguientes principios de confidencialidad.

- No se podrá difundir públicamente los datos e información de las empresas cementeras que entreguen su información.
- Son plausibles de difusión los resultados de estimaciones de emisiones, agregados y gráficas de resultado.
- El MAAE administrará la información suministrada únicamente para el desarrollo del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero.
- Las empresas cementeras podrán tener acceso a los procesos de cálculo y aplicación de factores de emisión utilizados.
- Las partes mantendrán estricta confidencialidad de toda información documental, visual y/o verbal que obtuvieran.

#### *5.3.2. Acuerdo INEC-MAAE*

Acuerdo interinstitucional de levantamiento de información referente al detalle de empresas productoras de cal, vidrio y otros cerámicos en la Encuesta de Manufactura y Minería, según la categorización IPCC y homologación de conceptos y definiciones.

## 6. Evaluación de la incertidumbre en datos e información suministrada

Como se había mencionado en el apartado de marco de referencia, la identificación y evaluación de las incertidumbres generadas en relación con la disponibilidad de los datos de actividad, deben ser determinadas de la precisión de las mediciones o monitoreo físico, y/o valoraciones expertas, dependiendo de su origen. Esta evaluación y reporte de las incertidumbres de los parámetros de datos de actividad representan prioridad al momento de robustecer el desarrollo de las estimaciones de GEI que genera el país.

Para el efecto, se presenta el formulario de evaluación, donde los proveedores de información deberán recoger las posibles causas de incertidumbre y su evaluación dependiendo el proceso de recopilación de información, propio de cada organización. El formulario deberá ser suministrado al MAAE como parte importante del requerimiento de información y datos solicitados para la elaboración de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero.

**Tabla 11.** Formulario de evaluación de incertidumbres en datos de actividad.

<b>Evaluación Incertidumbre Estadística</b>		
<b>Evaluación Cualitativa</b>		
<b>Tipo de levantamiento de datos</b>	<b>Marque (X)</b>	<b>Comentario</b>
Censo nacional		
Muestreo aleatorio de datos		
Medición directa/producción específica		
Procesamiento/correlación de información primaria		
<b>Identificación del tipo de incertidumbre</b>	<b>Marque (X)</b>	<b>Valor evaluado proceso (%)</b>
Errores sistemáticos y aleatorios de censos ya identificados y registrados		
Errores de medición en instrumentación		
Calibración de medidores o elementos de registro		
Errores humanos de digitalización		
Transformaciones de unidades o extrapolación de datos en series históricas		
Muestreos aleatorios de datos sin exhaustividad/representatividad de muestra		
Falta de representatividad de los datos y/ datos faltantes		
<b>Evaluación Cuantitativa</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Valor/descripción</b>	
Sesgo de levantamiento de información (Censo)		
Distribución de probabilidad		
Rango/intervalo de confianza		
<b>Incertidumbre Sistemática (Evaluación de sesgo sistemático)</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Marque (x)</b>	<b>Tipo de análisis/hallazgo</b>
Análisis de correlación de modelos estadísticos		
Evaluación de expertos		

## 7. Resumen Esquemático de Recopilación y Entrega de Información.

El siguiente esquema, recoge el proceso indicado en la presente guía, con la finalidad de que las organizaciones proveedoras de información puedan aplicarlo internamente para la recopilación y entrega de los datos que el país requiere para calcular y reportar los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. La figura a continuación representa un resumen metodológico para el cumplimiento de lo establecido en las Directrices IPCC 2006, aplicadas por el MAAE.

**Figura 5.** Esquema para aplicar la metodología de recopilación.



Elaborado por: ICAT Ecuador

Fuente: Adaptado de IPCC 2006

## 8. Trabajo Sectorial

Para la ejecución de este proyecto se evidencian en el trabajo conjunto diversos actores de la industria, equipo ICAT, técnicos del MAAE para lo cual se ha tenido en cuenta las necesidades y los mejores criterios desarrollados con los pares técnicos del sector IPPU para elaborar la propuesta, la cual ha sido socializada y puesta en conocimiento del sector cementero y especialistas encargados de la implementación de la Hoja de Ruta del Cemento en la región.

ICAT recogió información de base con los actores principales y también consideró los avances reflejados en las comunicaciones nacionales, a través de talleres y reuniones técnicas se ha conformado una propuesta consistente y realista que considera su ejecución a través del tiempo a corto, mediano y largo plazo.

A continuación, un detalle de las interacciones con los actores más relevantes:

### TALLERES PRESENCIALES

DIAGNÓSTICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INICIATIVA DE TRANSPARENCIA Y ACCIÓN CLIMÁTICA (ICAT)

TALLER DE PRESENTACIÓN DEL DIAGNÓSTICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INICIATIVA DE TRANSPARENCIA Y ACCIÓN CLIMÁTICA (ICAT), CON ÉNFASIS EN EL SISTEMA NACIONAL DE MRV

**TALLERES VIRTUALES**

TALLER DE PRESENTACIÓN DE PROPUESTA DE METODOLOGÍAS, PROCEDIMIENTOS Y ARREGLOS INSTITUCIONALES PARA LA RECOLECCIÓN Y GESTIÓN DE DATOS

TALLER DE FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES PARA LA RECOLECCIÓN Y GESTIÓN DE DATOS

**REUNIONES DE TRABAJO**

Industria del Cemento/FICEM Regional

## Bibliografía

- 2006, I. (s.f.). GLOSARIO para Procesos Industriales y Uso de Productos.
- BCE. (2016). Oferta y Utilización de materiales y energéticos . Quito.
- GCE, Grupo Consultivo de Expertos. (s.f.). *Manual del Sector Energía*.
- ICAT. (2020). PROPUESTA DE METODOLOGÍAS, PROCEDIMIENTOS Y ARREGLOS INSTITUCIONALES APROPIADOS PARA LA RECOLECCIÓN Y GESTIÓN DE DATOS. QUITO.
- ICH. (2019). Hoja de Ruta Chile Industria del Cemento, hacia una economía baja en carbono. [https://issuu.com/ich\\_mkt/docs/hoja\\_ruta\\_28032019](https://issuu.com/ich_mkt/docs/hoja_ruta_28032019).
- IPCC . (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- IPCC. (s.f.). Directrices del IPCC 2006.
- IPCC. (s.f.). Orientación del IPCC sobre Buenas Prácticas.
- MAAE. (2020). *Reporte INGEI*. Quito.
- MAE. (2016). Reporte del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del año 2010 de Ecuador. Quito.
- MERNNR. (2018). *Balance Energético Nacional*. Quito: IIGE.
- Ministerio de Ambiente. (2019). *Reglamento Código Orgánico Ambiental*. Quito.
- Ministerio de Ambiente-NDC. (2019d). *Contribuciones Nacionales Determinadas*. Quito.
- Ministerio del Ambiente . (2017). *Tercera Comunicación Nacional* . Quito Ecuador: MAE.
- Padovani, v. O. (2002). Fabricación de cemento y medio ambiente.
- Presidencia de la República del Ecuador. (2018). Decreto 399, fusión del Ministerio de Energía y recursos Naturales no Renovables. Quito.
- Registro Oficial . (2015). Ley Orgánica de Servicio Público de Energía Eléctrica . Quito.
- Sanjuán M., C. S. (s.f.). Introducción a la Fabricación y Normalización del Cemento Portland. Universidad de Alicante.
- Unidas, N. (2016). IRES Recomendaciones Internacionales para las Estadísticas de Energía.
- ICAT. (2019). Levantamiento y Sistematización de Información . Quito: Proyecto ICAT.
- Proyecto ICAT Ecuador. (2020). Propuesta de Metodologías, Procedimientos y Arreglos Institucionales apropiados para la Recolección y Gestión de Datos. (producto 2 objeto de la Consultoría ICAT). Quito: ICAT.
- OLADE. (2017). *Manual de Balances IPPU Útil*. <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0382.pdf>.



FOCAM . (2015). Análisis FODA y actores involucrados en el proceso de levantamiento de información INGEI 2010. Quito: MAE.

FOCAM . (2015). Información Sectorial y Analisis de Actores INGEI 2010. Quito : MAE .

## Anexos