

2022



Presentación

Actualmente no existe ningún otro material tan durable, versátil y accesible para tanta gente que el cemento, y por el cual, a mediano plazo, no se vislumbra ningún material que pueda sustituirlo. Es por ello importante resaltar que estas ventajas indiscutibles traen también implicancias que deben ser gestionadas de manera primordial, como son las emisiones de CO₂ generadas en el proceso de producción del cemento.

La industria del cemento genera el 7% de las emisiones globales de CO₂. La mayor parte de estas emisiones se generan en el proceso de descarbonatación de la caliza para la producción del clíker, principal componente del cemento; la segunda fuente proviene de la quema de combustible para los procesos de calcinación y formación del clíker.

Siendo entonces, el cemento y el concreto, su principal derivado, los materiales producidos por el hombre más extendidos a nivel mundial - y con una proyección de demanda sin precedentes - se hace crítico el trazar un camino claro, preciso, y objetivo respecto de la urgencia de disminuir las emisiones de CO₂ en nuestro proceso productivo, por lo cual, la industria del cemento en el Perú, comprometida con este gran objetivo, ha desarrollado esta Hoja de Ruta Perú- FICEM, con lo cual se ha identificado las áreas en las que se pueden reducir significativamente las emisiones, así como las tecnologías clave que permitirán hacerlo y, acorde a ello, los apoyos necesarios para impulsar esta transformación, principalmente en los ejes correspondientes a la reducción del clíker en el cemento y a la tecnología del coprocesamiento.

La presente hoja de ruta, muestra el camino a seguir para que, al año 2030, alcancemos a reducir significativamente las emisiones de la industria y ser capaces de contribuir a la carbono neutralidad que nuestro mundo requiere, y en específico, alcanzar los 520 KG de CO₂ por tonelada de producto. Este es, por cierto, un recorrido muy exigente pero alcanzable; esta tarea requiere el apoyo del sector público, del sector privado y de la sociedad en su conjunto, para lograr una reducción progresiva y ordenada de nuestras emisiones. Ese es nuestro compromiso con el futuro, con el bienestar de las futuras generaciones y con el desarrollo de nuestro país.



Ing. Ricardo Rizo Patrón De La Piedra
Presidente ASOCEM

La industria del cemento en Perú tiene el compromiso con el país y sus ciudadanos de trabajar en pro de la mitigación y adaptación al cambio climático; para ello, entre las principales acciones se encuentra la reducción de emisiones de CO₂, la que se desarrolla en el presente documento.

La ambición de la industria con respecto a las acciones y medidas habilitantes para lograr las metas de reducción del factor clinker, el aumento del coprocesamiento y seguir mejorando la eficiencia energética - como ejes principales que soportan los planes de mitigación - se plantearán a partir de estudios realizados por la industria y de esta manera se identificarán tecnologías, materias primas, combustibles y productos para alcanzar las metas planteadas en esta Hoja de Ruta.

Asimismo, la industria para asegurar las metas de 520 kg de intensidad de carbono por tonelada de producto, y avanzar hacia la carbono neutralidad, investigará y validará soluciones basadas en la naturaleza, tales como protección y recuperación de biodiversidad, recarbonatación del concreto y tecnologías de captura y uso de CO₂.

La industria asume el compromiso de realizar una gestión eficaz con respecto a los avances en tecnología y en la disponibilidad de equipos que utilicen combustibles alternativos y la red de abastecimiento para los mismos, así como participar activamente en el desarrollo a nivel global de una tecnología madura para la reutilización del CO₂ (CCUS).

Parte de la tarea a realizar permitirá una gestión ambiental adecuada basada en mantener un sistema y base de datos de medición, reporte y verificación compatible con el estándar del IPCC-2006, programa que ya es una realidad para nuestra industria.

Finalmente, la presente Hoja de Ruta está basada en el contexto nacional y de cada empresa peruana. El foco de esta declaración es que la industria cementera es uno de los motores más importantes para el desarrollo del país, colaborando activamente con el cierre de las brechas existentes en infraestructura.

De esta manera, la industria del cemento en el Perú seguirá aportando la resiliencia necesaria que demanda el país, en ámbitos tan diversos como la construcción para enfrentar riesgos relacionados con movimientos sismicos, inundaciones y mejorar la calidad de vida de las personas, a través de obras de infraestructura de saneamiento y agua potable, carreteras, entre otras.

La Asociación de Productores de Cemento - ASOCEM, y la industria, se comprometen a trabajar para el cumplimiento de la presente Hoja de Ruta, conformándose una instancia que que realice el seguimiento a las acciones y metas descritas en esta Hoja de Ruta. Dichos compromisos son concretos, pero alcanzarlos dependerá de los marcos regulatorios, de las medidas habilitantes que promueva el Estado a través de una política de compras de productos con menor huella ambiental y fundamentalmente del trabajo colaborativo entre la industria, academia, clientes y el gobierno.



Fernando Rojas Venegas
Gerente General
YURA SA



Eduardo Sánchez Verdejo
Gerente General
UNACEM Perú SAA



Humberto Nadal Del Carpio
Gerente General
CEMENTOS PACASMAYO SA

Tabla de Contenidos

Introducción	5
1. Antecedentes Generales	8
2. Medición, Reporte y Verificación	49
3. Hoja de Ruta FICEM	63
4. Perú y el Cambio Climático	79
5. Elaboración Hoja de Ruta Perú-FICEM	97
6. Acciones y Compromisos HR	125
7. Referencias Bibliográficas	128
8. Anexos	130

Introducción

La Federación Interamericana del Cemento (FICEM), en conjunto con la Asociación Productores de Cemento (ASOCEM), han elaborado la Hoja de Ruta Perú - FICEM: “Hacia una economía baja en carbono”, en la cual se incorporan los esfuerzos realizados a nivel global por la Cement Sustainability Initiative (CSI) iniciativa asumida a partir del año 2019 por la Global Cement and Concrete Association (GCCA). En esta Hoja de Ruta también se consideran las necesidades locales de mitigación y adaptación al cambio climático.

El trabajo realizado por FICEM, desde ya casi una década, ha tenido como uno de sus principales ejes la “Sostenibilidad de la Industria”, donde se ha logrado imponer un sello de colaboración y trabajo en equipo, comprendiendo que el beneficio ambiental es un valor para toda nuestra sociedad, y con la convicción que el uso del cemento en los nuevos tiempos es una de las soluciones más eficientes para la mitigación y adaptación requerida al cambio climático.

Lo anterior, debe ser consistente con lograr que las emisiones de CO₂ eq se encuentren bajo los niveles comprometidos globalmente, y así evitar que la tierra aumente su temperatura en más de 2°C con respecto a la era preindustrial.

Como se mencionó al comienzo, el desafío aquí planteado encuentra como referente mundial a CSI y, más específicamente, su denominado “Technology Roadmap Low - Carbon Transition in the Cement Industry” del año 2018, actualización de su Roadmap del año 2009, que en conjunto con la International Energy Agency (IEA), definió los objetivos de reducción de emisiones de CO₂ eq en la producción de cemento para distintos escenarios, y con hitos cronológicos hasta el año 2050.

En este contexto, y considerando los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de Naciones Unidas, los desafíos del Acuerdo de París (COP 21) y las iniciativas de CSI, la industria del cemento de Perú ha desarrollado su “Hoja de Ruta Perú - FICEM

hacia una economía baja en carbono” (HR Perú), evaluando las mejores prácticas disponibles para la acción climática en la mitigación de Gases Efecto Invernadero (GEI), considerando sus adecuaciones locales y posicionando al cemento como el material de construcción líder en resiliencia para la necesaria adaptación al cambio climático de Perú, país con una alta vulnerabilidad frente a eventos climáticos tales como: dependiendo de la región dentro del país, se esperan mayores lluvias e inundaciones, o sequías más frecuentes e intensas; aumento de frecuencia de incendios forestales; pérdida de biodiversidad y glaciares, el 70% de los glaciares tropicales del mundo se encuentra en territorio peruano y una gran parte de estos se ha derretido a causa del aumento de temperaturas; por ejemplo, hay algunos casos concretos como la Cordillera Blanca.

En línea con los ejes mundiales en esta materia, los principales ejes de reducción de CO₂ revisados en la HR Perú son: el Factor Clínker/Cemento, el Coprocesamiento y la Eficiencia Energética, sin dejar de lado las nuevas tecnologías emergentes e innovadoras en captura de CO₂ para almacenamiento o uso, que, si bien requieren mayor investigación, pueden ser claves para el cumplimiento de las metas en el tramo comprendido del año 2030 al año 2050.

Esto último, estimula un proceso continuo de fomento a la investigación y desarrollo, tanto nacional como internacional, en conjunto con FICEM.

Del mismo modo, la economía circular pasa a ser un eje central de las estrategias presentes y futuras, pues cuando se piensa en la reducción, reutilización y reciclaje de elementos, el rol del mundo cementero no es menor, puesto que a través del coprocesamiento y las materias primas alternativas, con foco en la valorización de residuos, se está haciendo un aporte sustancial a esta visión de la economía y del medioambiente, el cual puede ser profundizado por nuestra industria tal como se describe en el presente documento.

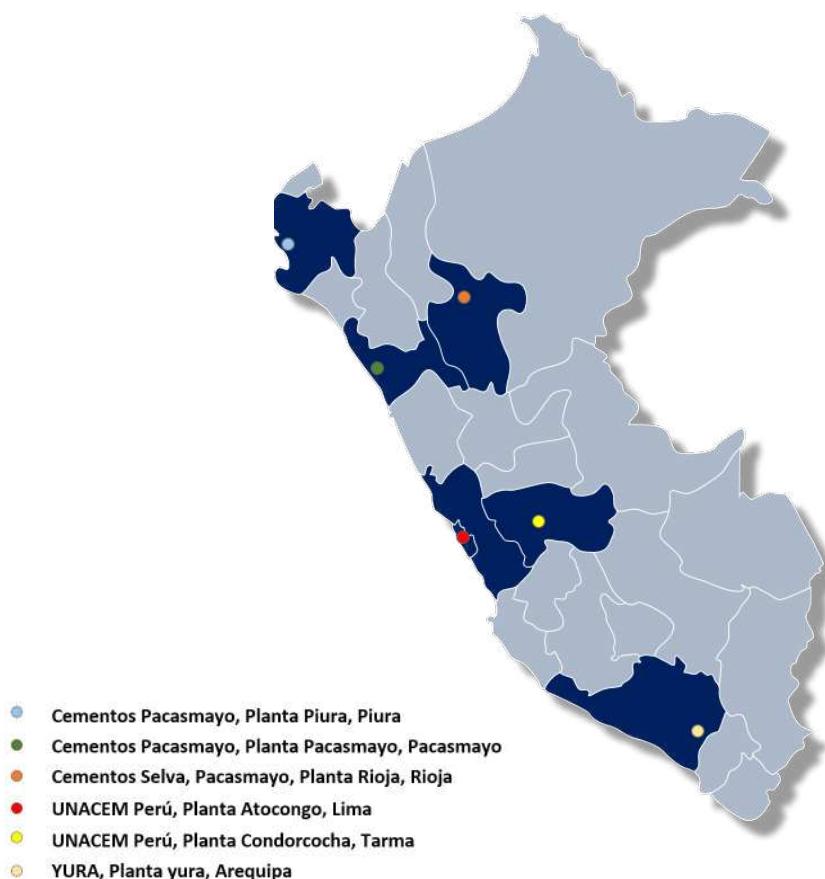
La HR Perú se organiza en seis capítulos. En el Capítulo 1 se describen las estrategias internacionales de la industria del cemento para enfrentar el cambio climático. El Capítulo 2 revisa los sistemas de Medición, Reporte y Verificación (MRV), tanto para su aplicación a países, como a procesos industriales, como a la producción de cemento. Además, se detalla el sMRV FICEM, un MRV elaborado por FICEM para ser aplicado en Latinoamérica, basado en los criterios internacionales. El Capítulo 3 revisa la Hoja de Ruta FICEM 2017, con sus objetivos, herramientas, instrumentos y pasos para apoyar la construcción de las Hojas de Ruta País. El Capítulo 4 repasa algunas de las particularidades de Perú: su contexto, vulnerabilidades al cambio climático, y políticas climáticas.

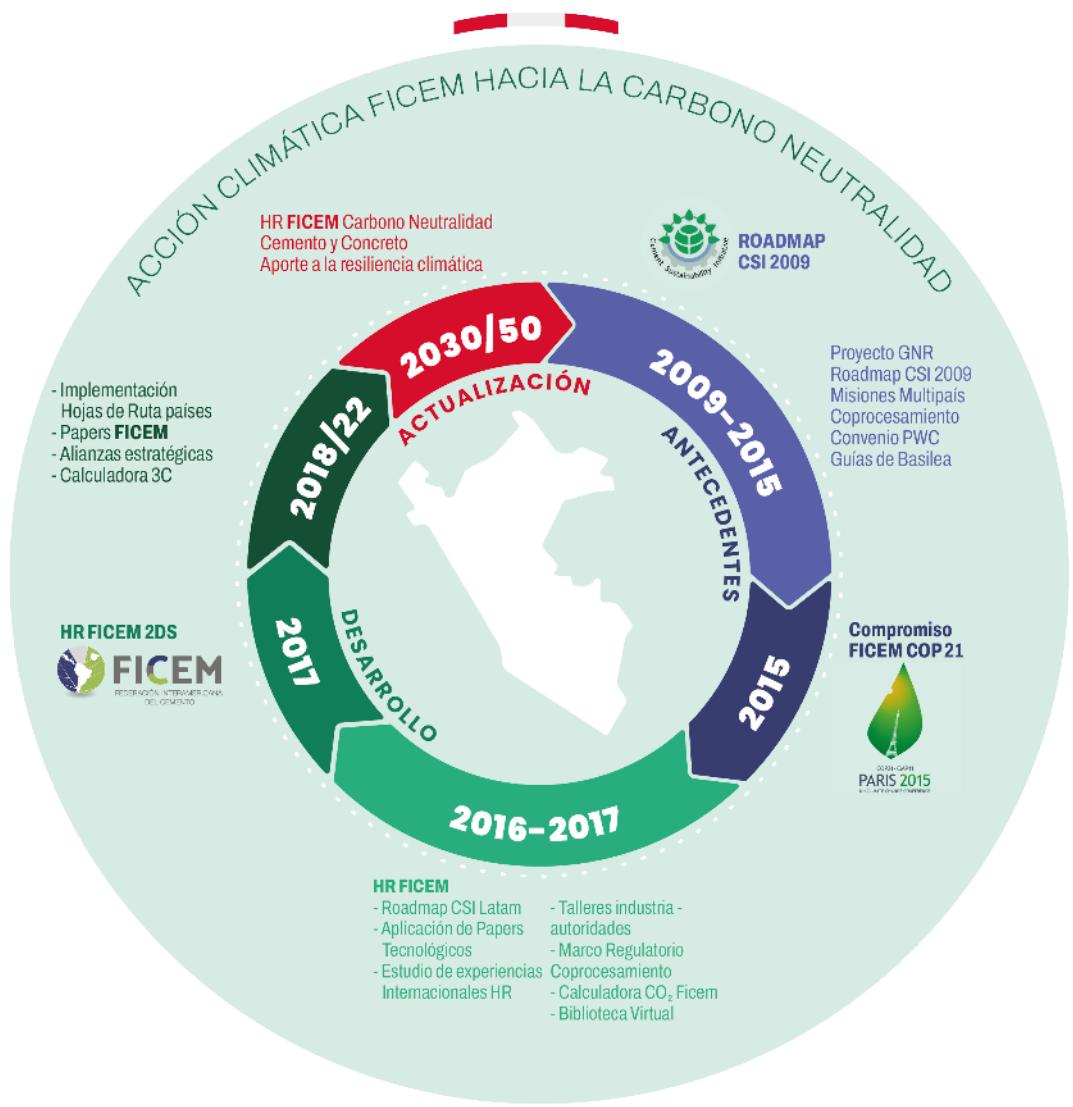
El Capítulo 5 aborda los principales indicadores ambientales para Perú (análisis comparado de los principales ejes de reducción). Adicionalmente, en

este capítulo se estiman las reducciones alcanzadas y el potencial de reducción al año 2030, con base en la revisión de los papers de la Academia Europea de Investigación del Cemento (ECRA, por sus siglas en inglés).

Finalmente, el Capítulo 6 contiene las acciones y compromisos de la industria para la implementación de la HR Perú.

Este documento es resultado del trabajo realizado por FICEM en conjunto con las industrias cementeras peruanas que, sobre la base de antecedentes sólidos, reconocidos y confiables, han elaborado una trayectoria para acompañar a la Industria del Cemento en su transición hacia una economía baja en carbono, posicionando al cemento como el material líder en construcción para la necesaria adaptación a los efectos del cambio climático en Perú.





POSICIONANDO AL CEMENTO COMO MATERIAL
LÍDER PARA LAS NECESIDADES DE MITIGACIÓN
Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.

7



Antecedentes Generales

1. Antecedentes Generales

En este capítulo se describen los dos pilares principales que fueron estudiados para la definición de la Hoja de Ruta de Perú.

Como primer pilar se consideró la estrategia mundial para enfrentar las causas y efectos del cambio climático, partiendo de la base del Acuerdo de París, sus antecedentes, partes interesadas y sus compromisos de Mitigación y Adaptación.

Como segundo pilar, se consideraron los desafíos

que la producción de cemento a nivel mundial ha determinado y que se ven materializados en la publicación en Octubre del año 2021 de su Roadmap para la carbono neutralidad del concreto liderado por la Asociación Global del Cemento y Concreto (GCCA), trabajo basado en esfuerzos anteriores, tales como, el Cement Technology Roadmap 2009 y su actualización del año 2018, ambos documentos desarrollados por el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD) y su iniciativa para la sostenibilidad del cemento (CSI).

1.1

Estrategia global para enfrentar el cambio climático

1.1.1 Visión del cambio climático

De acuerdo con el *Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* (IPCC, por sus siglas en inglés), el cambio climático puede definirse como la "importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado, normalmente decenios o incluso más" (IPCC, 2001)¹, incremento que se ha atribuido al aumento en la concentración en la atmósfera de GEI de origen antropogénico – CO₂, metano CH₄, entre otros – generando así un aumento en la temperatura media global de la superficie terrestre denominado

"Calentamiento Global".

En relación con lo anterior, el IPCC entrega un panorama del cambio observado en la temperatura media en superficie entre los años 1901 y 2012, mostrando que casi la totalidad del planeta ha experimentado un aumento de la temperatura en superficie, y señalando que la temperatura promedio de la superficie ha aumentado 0,85°C en comparación con el período preindustrial (1880 - 2012)².

¹ Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, CMNUCC, Artículo 1 Definiciones, 1992

² Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC, Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2013

Figura 1.

Comparación del cambio climático observado y simulado

Fuente. Climate Change Informe 3 IPCC 2014

En la Figura 1 se aprecian los incrementos de temperatura en promedio globales para la superficie terrestre y oceánica.

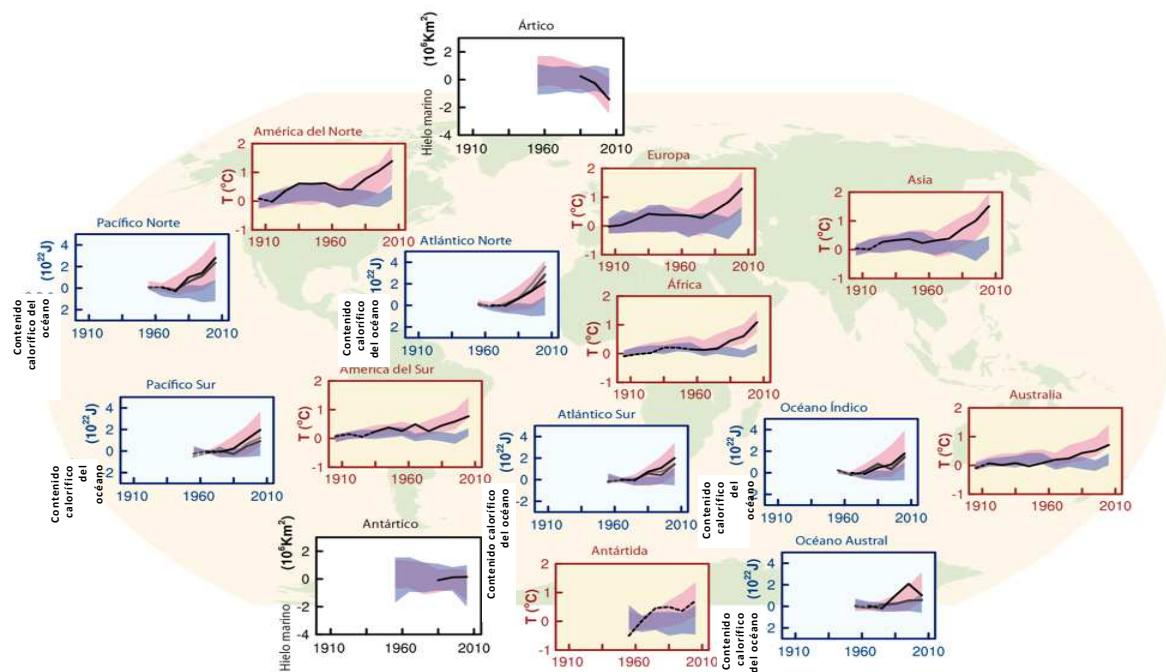


Figura RRP6: Comparación del cambio climático observado y simulado, basada en tres indicadores a gran escala en la atmósfera, la críosfera y el océano: cambio en las temperaturas del aire en la superficie terrestre continental ($^{\circ}\text{C}$), extensión del hielo marino en septiembre en el Ártico y el Antártico (Km^2) y contenido calorífico en las capas superiores del océano de las principales cuencas oceánicas (J). También se muestran los cambios en el promedio global. Las anomalías se describen en relación con el período 1880-1919, por lo que respecta a las temperaturas en superficie, con el período 1960-1980, por lo que refiere al contenido calorífico del océano, y con el período 1979-1999, por lo que respecta al hielo marino. Todas las series temporales se componen de promedios decenales, representados en la mitad del decenio.

En los gráficos de temperaturas, las observaciones se señalan con líneas discontinuas cuando la cobertura espacial de las regiones examinadas es inferior al 50%. En los gráficos relativos al contenido calorífico del océano y de hielo marino, la línea continua muestra las zonas donde la cobertura de datos es buena y de mayor calidad y la línea discontinua muestra las zonas donde la cobertura de datos sólo es suficiente, en las que, por lo tanto, la incertidumbre es mayor.

Los resultados de los modelos mostrados representan gamas de conjuntos para varios modelos de la quinta fase del Proyecto de comparación de modelos acoplados (CMIP5), con bandas sombreadas que muestran unos intervalos de confianza entre el 5% y 95%. Para más detalles técnicos, incluidas las definiciones de las regiones, véase el material complementario del Resumen Técnico (figura 10.21: guía RT.12)

Considerando los incrementos graficados en la Figura 1, y con el objeto de entender las proyecciones de aumento de las emisiones de GEI y sus efectos en las temperaturas medias de la tierra, el IPCC desarrolló los denominados RCP (Trayectorias de Concentraciones Representativas, por sus siglas en inglés), que proyectan el cambio en la temperatura media en superficie para cuatro escenarios diferentes de emisiones de GEI. Estas proyecciones son para finales del siglo XXI, en relación con el período 1986 - 2005.

En la Figura 2, la proyección de la izquierda está basada en un escenario RCP 2,6 con emisiones relativamente limitadas de gases de efecto invernadero, mientras que la proyección de la derecha está basada en un escenario RCP 8,5 con emisiones muy altas de GEI. Los otros dos escenarios, que no se visualizan en la Figura 2, son de emisiones medias de GEI y se denominan RCP 4,5 y RCP 6,0. El RCP 2,6 proyecta un aumento de 0,3 a 1,7°C de la temperatura media de la superficie de la tierra, mientras el RCP8,5 proyecta un aumento de 2,6 a 4,8°C.

El escenario RCP 2,6 contempla la reducción de las emisiones al 50% de la línea base actual en el año 2050, llegando a 0 emisiones netas para el año 2100. En cuanto al escenario RCP 8,5, contempla el crecimiento de las emisiones actuales sin acciones

de reducción, quedando en evidencia los cambios que se producirían en el caso de no realizar acciones climáticas globales.

El cambio climático tiene un impacto sobre casi todos los aspectos de nuestras vidas. Nuestros ecosistemas sufren la pérdida de la biodiversidad y del hábitat, y los sistemas humanos, como la salud, se ven afectados negativamente, por ejemplo, mediante la propagación de vectores de enfermedades, como los mosquitos. El cambio climático también nos insta a repensar nuestros sistemas urbanos (el transporte y los edificios, entre otros) y el modo en que desarrollamos nuestra actividad económica (incluidas las oportunidades de negocios verdes). Lo anterior se puede ejemplificar en la forma inadecuada de generar y usar la energía en los dos últimos siglos.

Los efectos del cambio climático también pueden provocar conflictos u obligar a las personas a migrar (por ejemplo, desde las zonas costeras bajas).

Estos antecedentes demuestran la urgencia que supone la reducción de las emisiones de GEI y la necesidad que ésta sea una acción global, en la que todos los países deban contribuir en la lucha contra las causas antropogénicas que han generado el calentamiento global, y cuyas proyecciones son la alerta para nuestra generación.

Figura 2.

Cambio de la temperatura y precipitación medias, extensión del hielo marino y del pH del océano superficial, proyectados al 2100
Fuente. Climate Change Informe 3 IPCC 2014

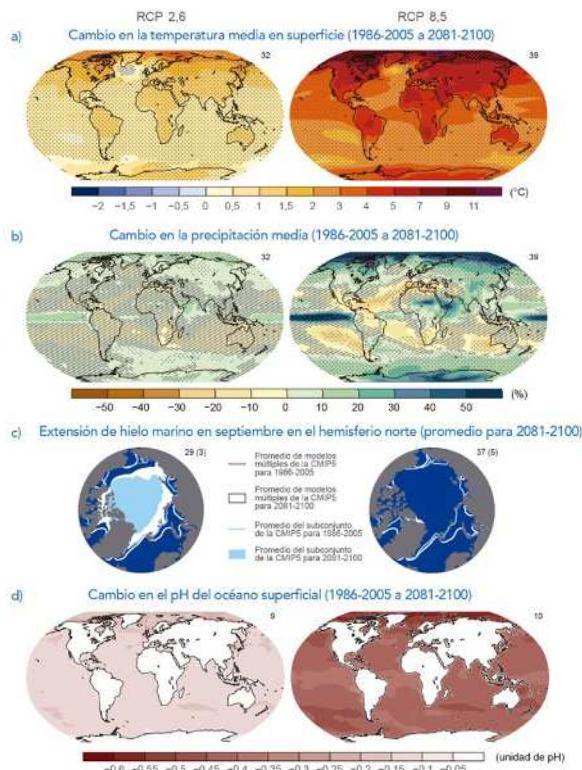


Figura RRP8: Mapas de resultados medios de modelos múltiples de la quinta fase del Proyecto de comparación de modelos acoplados (CMIP5) de los escenarios RCP2.6 y RCP8.5, correspondientes al período 2081-2100, relativos a: a) el cambio anual en la temperatura media en superficie; b) el cambio de la media porcentual de la precipitación media anual; c) la extensión de hielo marino en septiembre en el hemisferio norte; y d) el cambio en el pH del océano superficial. Los cambios en los mapas a), b) y d) se muestran en relación con el período 1986-2005.

El número de modelos de la CMIP5, utilizados para calcular la media de los modelos múltiples, se muestra en la esquina superior derecha de cada mapa. En los mapas a) y b), las tramas sombreadas indican las regiones donde la media de los modelos múltiples es pequeña en comparación con la variabilidad interna natural (esto es, inferior a una desviación típica de la variabilidad interna natural en medias de 20 años). Las tramas punteadas indican las regiones donde la media de los

modelos múltiples es grande en comparación con la variabilidad interna natural (estos es, superior a dos desviaciones típicas de la variabilidad interna natural en medias de 20 años) y donde, por lo menos, el 90% de los modelos concuerdan con el signo del cambio (véase el recuadro 12.1). en la imagen c), las líneas son las medias de los modelos para 1986-2005, las áreas rellenas corresponden al final del siglo.

Se indica en blanco la media de los modelos múltiples CMIP5, y en celeste la proyección de la extensión media del hielo marino de un subconjunto de modelos (número de modelos indicado entre paréntesis), que reproduce con mayor aproximación el estado medio climatológico y la tendencia registrada entre 1979 y 2012 de la extensión de hielo marino del Ártico. Para más detalles técnicos, véase el material complementario del Resumen técnico (Figuras 6.28, 12.11 y 12.29, figuras RT.15, RT.16, RT.17 y RT.20)

1.1.2 Marco internacional para abordar el cambio climático IPCC y CMNUCC

En la *Declaración Ministerial de la Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima*, el IPCC solicitó un tratado que abordara el problema del cambio climático antropogénico. La Asamblea General de las Naciones Unidas abordó formalmente las negociaciones en torno a una convención marco, siendo su primera reunión del Comité Intergubernamental de Negociación (CIN) en 1991. Luego de 15 meses, el CIN aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

El objetivo de la CMNUCC es “impedir interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático mediante la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera”. Las principales respuestas para abordar el cambio climático son la mitigación y la adaptación. La Convención no enumera los GEI que se deben regular, solo hace referencia al dióxido de carbono y a otros gases de efecto invernadero (CO₂ eq).

Asimismo, establece el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas, lo que refleja la idea que la responsabilidad de las partes para responder al cambio climático debería ser compartida sobre la base de las contribuciones históricas y actuales, así como su capacidad para responder al problema. Este principio tiene diversas aplicaciones en la Convención y los países desarrollados deben tomar la iniciativa en lo que respecta a combatir el cambio climático. Del mismo modo, se deberían considerar las necesidades específicas y las circunstancias especiales de los países en desarrollo.

La Figura 3 muestra los impactos generalizados del cambio climático en las diferentes regiones del planeta. En el caso de Latinoamérica, los impactos se asocian, principalmente, a la pesca, glaciares, recursos hídricos, agricultura y asentamientos humanos.

Figura 3.

Impactos generalizados atribuidos al cambio climático sobre la base de la documentación científica disponible desde el Cuarto Informe de Evaluación IPCC
Fuente. Climate Change Informe 3 IPCC 2014

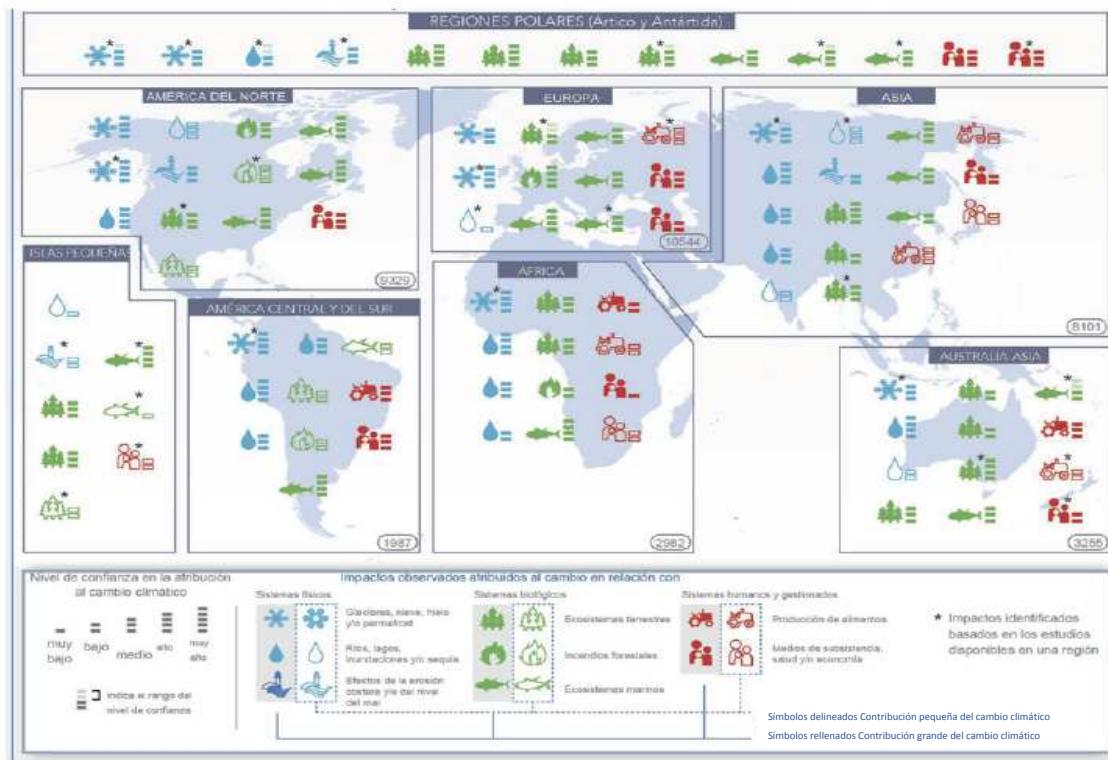


Figura RRP4: Sobre la base de la documentación científica disponible desde el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, hay un número sustancialmente mayor de impactos en las últimas décadas atribuidos al cambio climático. La ausencia en el mapa de otros impactos atribuidos al cambio climático no implica que esos impactos no hayan ocurrido.

Las publicaciones que sustentan los impactos atribuidos reflejan una base de conocimientos cada vez mayor, aunque las publicaciones siguen siendo limitadas para muchas regiones, sistemas y procesos, lo que pone de relieve las lagunas en los datos y estudios. Los símbolos indican categorías de impactos atribuidos, la relativa contribución del cambio climático (grande o pequeña) al impacto observado y el nivel de confianza en la atribución. Cada símbolo hace referencia a una o más entradas en GTII cuadro RRPA1, de modo que se agrupan impactos conexos a escala regional.

Las cifras en los óvalos indican totales regionales de publicaciones relativas al cambio climático de 2001 a 2010,

según la base de datos bibliográfica Scopus para publicaciones en inglés en que el nombre de un país se menciona en el título, en el resumen con las palabras clave (en julio de 2011).

Estas cifras proporcionan una idea general de la documentación científica disponible sobre el cambio climático en las regiones, no indican el número de publicaciones que apoyan la atribución de los impactos del cambio climático en cada región. Los estudios relativos a las regiones polares e islas pequeñas se agrupan con las regiones continentales vecinas.

La inclusión de publicaciones para la evaluación de la atribución se ajustó a los criterios del IPCC sobre evidencia científica definidos en GTII capítulo 18. Las publicaciones incluidas en los análisis de atribución proceden de una gama más amplia de documentos evaluados en el GTII IE5. Véase el GTII cuadro RRPA1 para la descripción de los impactos atribuidos (figura 1.11)

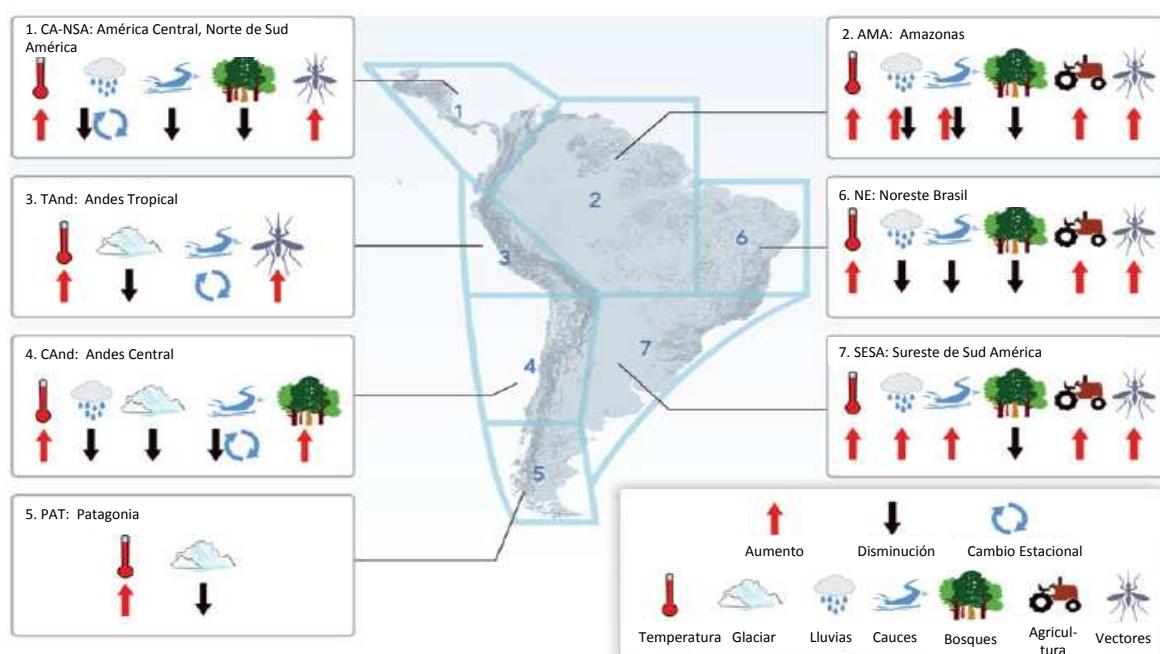
Otros principios rectores de la CMNUCC se centran en la importancia del derecho al desarrollo sostenible y la obligación de las partes de la Convención en cooperar para promover un sistema económico internacional abierto y propicio que conduzca al crecimiento y desarrollo sostenible; en particular, de las regiones en desarrollo, como es el caso de Latinoamérica, región donde no sólo se deben evaluar los impactos del cambio climático,

sino también la capacidad de adaptación a sus efectos.

Latinoamérica está expuesta a impactos que afectan directamente sus actividades económicas relevantes, como la agricultura y la pesca, por lo que esta región deberá destinar importantes recursos a la adaptación a estos impactos.

Figura 4.

Resumen de los cambios observados en el clima y otros factores ambientales, por regiones de América Central y del Sur. Los límites de estas regiones son “conceptuales”, por tanto no guardan correspondencia con límites políticos ni geográficos.



La Conferencia de las Partes (COP) es el órgano supremo de la Convención y se encarga de supervisar su aplicación, además de cualquier instrumento legal asociado. Todas las Partes de la Convención aceptan una serie de compromisos generales. El artículo 4 enumera los compromisos que todas las Partes deben cumplir, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes, pero diferenciadas, y el carácter específico de sus prioridades nacionales y regionales de desarrollo, de sus objetivos y de sus circunstancias³.

Uno de los compromisos de todas las Partes es desarrollar inventarios nacionales de GEI, y entregar reportes a la COP sobre información relacionada a la implementación de los compromisos asociados a la Convención. Éstas se llaman Comunicaciones Nacionales y traen consigo un conjunto de información sobre cambio climático: inventario GEI, vulnerabilidad, medidas de adaptación, medidas de mitigación, construcción de capacidades y necesidades tecnológicas.

La primera versión de la COP (COP 1) fue realizada en Berlín, en el año 1995. Posteriormente, se pueden destacar los acuerdos alcanzados en las reuniones:

COP 3 “Kioto, 1997”, en la que se estableció el conocido “Protocolo de Kioto”; COP 13 “Bali, 2007”, de la que surgió el concepto de NAMA “Acciones de mitigación apropiadas a cada país”; COP 15 “Copenhague, 2009”, que acordó la creación del Fondo Verde del Clima; COP 19 “Doha, 2012”, cuando se extendió el Protocolo de Kioto hasta el 2020 y se confirmó la falta de acuerdos y compromisos de los países; COP 20 “Lima, 2014”, que generó las bases de los acuerdos comprometidos en la COP 21 realizada en París en el año 2015, siendo ésta la ocasión en la que se alcanzó, por primera vez, un acuerdo mundial con la participación de más de 150 líderes mundiales, además de observadores y sociedad civil, denominado “Acuerdo de París para la mitigación y adaptación al cambio climático”.

En la siguiente figura, se puede apreciar que los esfuerzos por reducir GEI, destacándose el Protocolo de Kioto del año 1997, no han tenido los resultados esperados; es más, se aprecia un incremento en las emisiones. Por ello, la importancia del éxito de los compromisos planteados en la COP 21. Además, la figura proyecta el efecto de las emisiones de CO₂ y su potencial incremento de temperaturas al 2100.



Convención Marco de las Naciones Unidas
sobre el Cambio Climático

³ Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, CMNUCC, Manual, 2006

Figura 5.

Emissions antropógenas acumuladas

Fuente. Climate Change Informe 3 IPCC 2014

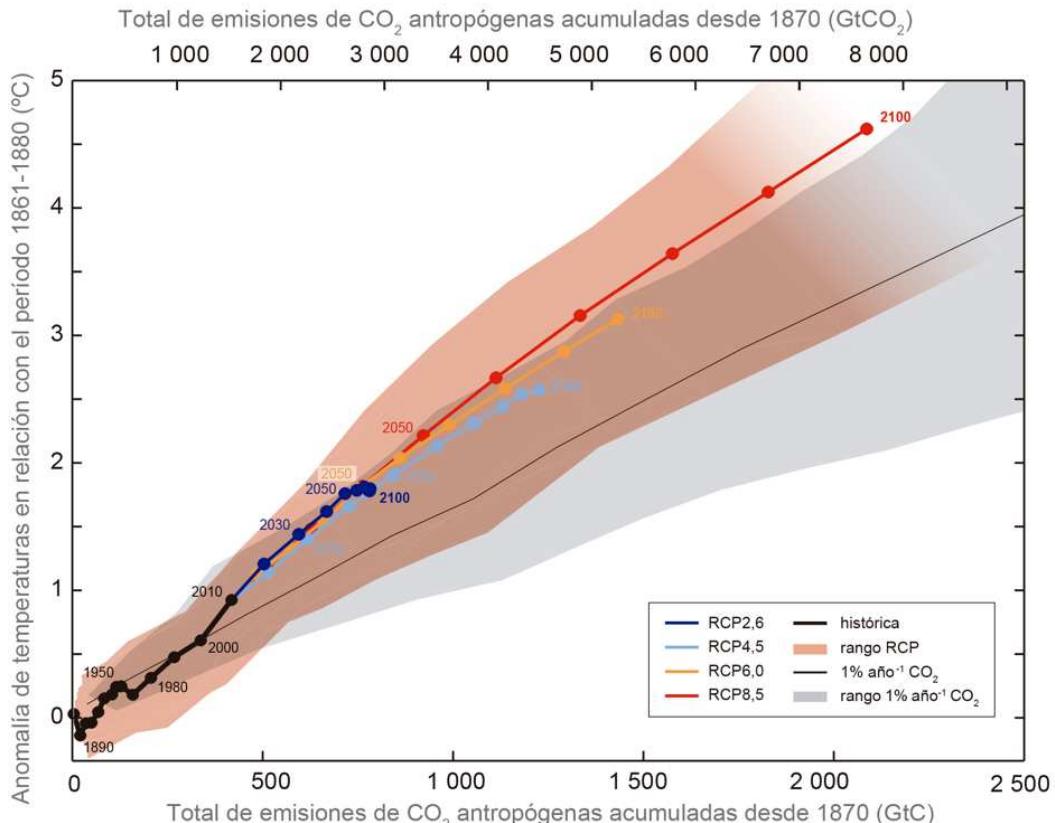


Figura RRP10: Aumento de la temperatura media global en superficie, como función del total de las emisiones globales acumuladas de CO₂ a partir de diversas líneas de evidencia. Los resultados de modelos múltiples obtenidos de modelos del ciclo climático y del carbón, de acuerdo con un orden jerárquico para cada trayectoria de concentración representativa (RCP) hasta 2100, se muestran con líneas de colores y puntos (medias decenales).

En algunos casos, se indica el año correspondiente a la media decenal para mayor claridad (por ejemplo, el año 2050 indica la década 2040-2049). Los resultados de los modelos para el período histórico (1860 a 2010) se indican en negro.

El penacho de color muestra la extensión de los modelos múltiples en los cuatro escenarios de RCP y va diluyéndose con los números decrecientes de los modelos en el escenario

RCP8.5. La media de los modelos múltiples y el rango simulado por los modelos de la quinta fase del Proyecto de modelos acoplados (CMIP5), obligados a reflejar un aumento de CO₂ del 1% anual (simulaciones de CO₂ del 1% año⁻¹), se muestran mediante la línea negra delgada y el área gris. Para una cantidad específica de emisiones de CO₂ acumuladas, las simulaciones de CO₂ del 1% año⁻¹ muestran un calentamiento menor que las que se rigen por escenarios de RCP, que incluyen otros forzamientos no generados por el CO₂.

Los valores de la temperatura se dan en relación con el período de base 1861-1880, y las emisiones, en relación con 1870. Los promedios decenales se conectan mediante líneas continuas. Para mayores detalles técnicos, véase el material complementario del Resumen técnico. (Figura 12.45: ETE8 del RT, figura 1)

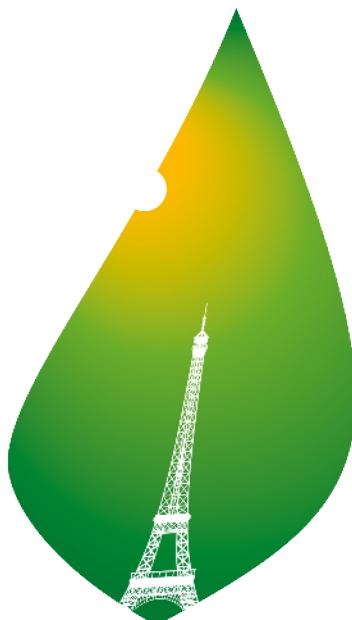
El Acuerdo de París entró en vigor el 4 de noviembre del año 2016, y fue ratificado por más de 100 países que cubren casi el 80% de emisiones de GEI⁴. Este Acuerdo ONU es jurídicamente vinculante, y tiene por objetivo que los países se comprometan a mantener la temperatura media mundial “muy por debajo” de 2°C respecto a los niveles preindustriales al año 2050, para lo que se deberá reducir drásticamente las emisiones de GEI proyectadas. Lo anterior se ve reflejado en el instrumento internacional denominado “Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional” (NDC, por sus siglas en inglés), cuya actualización entró en vigor el año 2020 y se revisarán cada 5 años mediante un mecanismo transparente de seguimiento al cumplimiento.

Además, se podrán utilizar mecanismos de mercado (compraventa de emisiones) para cumplir sus objetivos.

También se considera financiamiento de los países desarrollados para la mitigación y adaptación en los países en vías de desarrollo, movilizando un mínimo de 100.000 millones de dólares anualmente, a partir del año 2020.

Es importante cuantificar la incidencia de los distintos GEI, con el fin determinar las acciones más eficientes de reducción de emisiones.

En la siguiente figura se muestran los aportes de los distintos tipos de GEI.



COP21 · CMP11
PARIS 2015
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE

⁴ Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, CMNUCC, Acuerdo de París, 2015

Figura 6.

Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de origen antropogénico, anuales, totales y por grupos de gases, de 1970 a 2010.

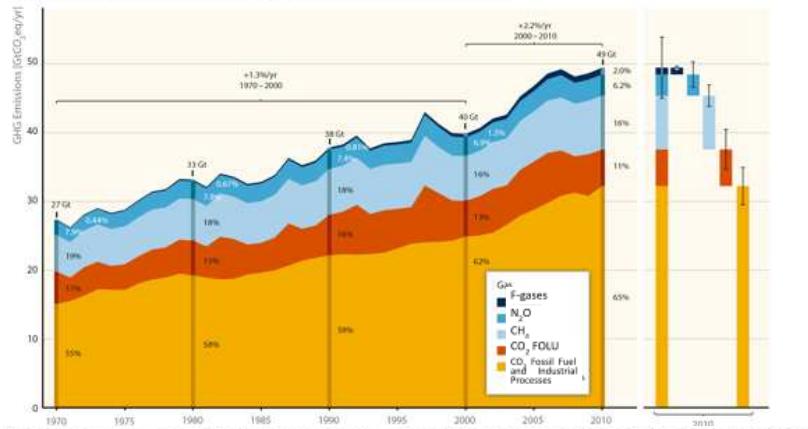


Figura RRP2: Emisiones antropógenas anuales totales de gases de efecto invernadero (GEI) (gigatonelada de CO₂-equivalente al año, GtCO₂-eq/año) para el período comprendido entre 1970 y 2010, por gases CO₂ procedente de la quema de combustibles fósiles y procesos industriales.; CO₂ procedente de la silvicultura y otros usos del suelo (FOLU); metano (CH₄); óxido nitroso (N₂O); gases fluorados abarcados en el Protocolo de Kyoto. A la derecha se muestran las emisiones de 2010, con ponderaciones de emisiones de CO₂-equivalente basadas en valores de los Informes de Evaluación segundo y quinto del IPCC. A menos que se indique de otro modo, las

emisiones de CO₂-equivalente en el informe incluyen los gases citados en el Protocolo de Kyoto (CO₂, CH₄, N₂O y los gases fluorados) calculados sobre la base de valores del potencial de calentamiento global con un horizonte temporal de 100 años (PCG100) procedentes del Segundo Informe de Evaluación (IE2) (véase el glosario). La utilización de valores de PCG100 más recientes del Quinto Informe de Evaluación (IE5) (barra a la derecha) daría un mayor número de emisiones anuales totales de gases de efecto invernadero (52 GtCO₂-eq/año) a raíz de una mayor contribución del metano, pero ello no cambiaría la tendencia a largo plazo de manera significativa (figura 16, recuadro 3.2)

Posteriormente, en la COP 22, llevada a cabo en Marrakech (Marruecos) desde el 7 al 18 de noviembre del año 2016, se trabajó en la consolidación de las estrategias asociadas a la COP 21, y se abordó el estado de avance de los financiamientos y herramientas de mayor apoyo para reducciones de GEI pre - 2020.

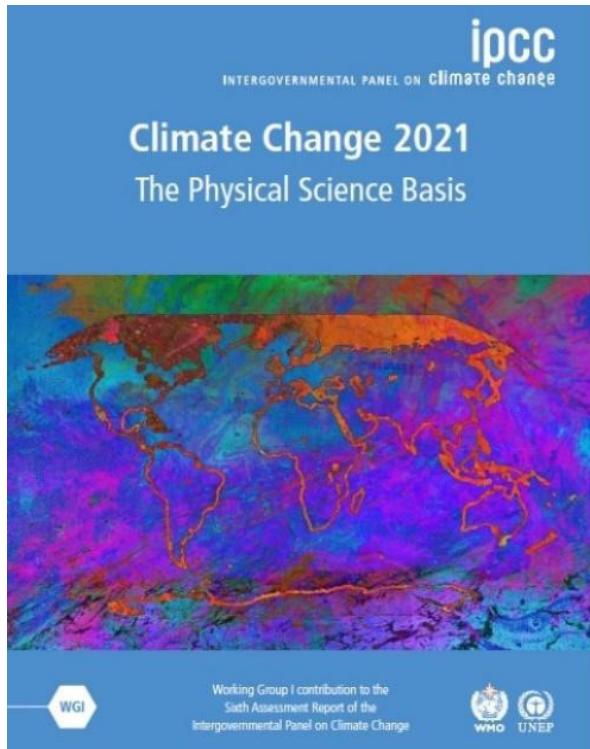
A la fecha, se han desarrollado una serie de instrumentos oficiales para la mitigación y adaptación. Por ejemplo, en el caso de las Emisiones Provocadas por la Deforestación y la Degradación Forestal (REDD), a través de ofrecer incentivos a los países en desarrollo para reducir las emisiones de las zonas forestales, e invertir en un desarrollo con bajas emisiones de carbono, mejorando al mismo tiempo los medios de subsistencia.

REDD+ amplía el alcance de REDD, e incluye la conservación, la gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono. Otro ejemplo son las “Acciones Nacionales de Mitigación Apropriadas” (NAMA, por sus siglas en inglés), que generan políticas y medidas voluntarias para reducir las emisiones de GEI.

La última Conferencia de las Partes (COP26) realizada en Glasgow, Escocia, se desarrolló en el mes de noviembre del año 2021, y sus conclusiones fueron basadas principalmente en el 6º Informe del IPCC publicado el 07 de agosto del 2021 . Este Informe determina la necesidad de reducir a la mitad las emisiones al año 2030 y ser carbono neutral al 2050.

Tanto este informe, como las conclusiones de la COP26, aumentan las ambiciones en la reducción de los GEI, haciendo necesario revisar las metas de nuestro sector. Debido a lo anterior, FICEM publica en noviembre del año 2021 su Ambición Climática, en la cual se reconoce la carbono neutralidad del cemento y concreto al 2050 como la única trayectoria aceptada por la industria.

Los acuerdos de la COP26 fueron firmados por los casi 200 países que participaron y se espera que establezcan una agenda global y local más ambiciosa contra el cambio climático. Como ejemplo, se destaca la mención sin precedentes de que el carbón es la principal fuente del calentamiento global y existe un compromiso para reducir su uso. India y China, al final, impidieron que se firmara el término de eliminación gradual de su uso como fuente de energía.



A continuación, los cinco puntos clave de esta COP26:

- 1.** Se insta (en lugar de comprometer) a los países desarrollados a duplicar los fondos para los países en desarrollo en ayuda a su adaptación al cambio climático.
- 2.** Se solicita a los países a actualizar a más tardar el año entrante sus metas de reducción de carbono para 2030.
- 3.** Se hace un llamado para reducir gradualmente "el uso del carbón como fuente de energía y los subsidios a los combustibles fósiles ineficientes".
- 4.** Se hace énfasis en la necesidad de "aumentar significativamente el apoyo" a los países en desarrollo más allá de los US\$100.000 millones al año.
- 5.** Se establecerá un diálogo para examinar el tema de dinero a cambio del daño que el cambio climático ya ha causado

1.1.3 NDC, MDL, NAMAS Y LCTPI como instrumentos para la mitigación y adaptación al cambio climático

NDC "Contribuciones Nacionalmente Determinadas"

Las **NDC** son compromisos particulares por sector que los países presentan para reducir sus GEI al año 2030. Ellas son el núcleo del Acuerdo de París y de la consecución de esos objetivos a largo plazo. Las contribuciones determinadas a nivel nacional encarnan los esfuerzos de cada país para reducir las emisiones nacionales y adaptarse a los efectos del cambio climático. En algunos casos se reporta específicamente a la industria del cemento con contribuciones que van desde el 2% al 6% de los GEI del país. Esta información es parte del estudio desarrollado por Factor CO₂eq para FICEM en el año 2015, donde se pueden apreciar grandes diferencias en los aportes de los países de la región.

Además, estos compromisos incluyen instrumentos de adaptación, financiación y transferencia tecnológica.

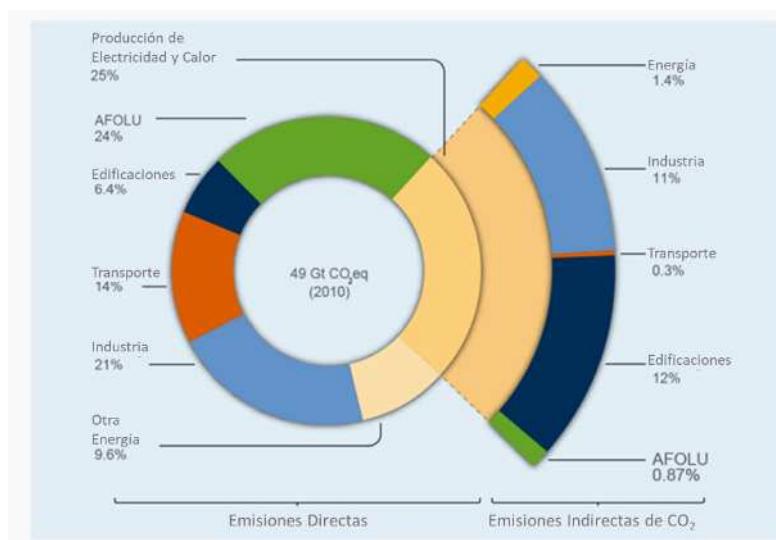
A la fecha, más de 170 países responsables de más del 95% de las emisiones han remitido a las Naciones Unidas sus compromisos de reducción. El efecto agregado de estas contribuciones, según la ONU, supondría un aumento de temperatura de 2,7°C al final del siglo, por lo que a pesar del desafío que suponen las contribuciones propuestas, la meta de no aumentar más de 2°C sería superada.

En la siguiente figura se pueden ver las emisiones (directas e indirectas) de GEI asociadas a los distintos sectores económicos.

Figura 7.

Emissions de GEI por sector económico a nivel mundial

Fuente. Climate Change Informe IPCC 2014



MDL "Mecanismos de Desarrollo Limpio"

Los MDL son metodologías para la reducción de emisiones de GEI que nacen del análisis de las mejores técnicas disponibles, y cuyo objetivo es ser replicados en distintos sectores. Ellos se crean a través del artículo doce del Protocolo de Kioto, a objeto que los países desarrollados cumplan con parte de sus compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, y que los países en desarrollo se beneficien de las actividades de proyectos que generen certificados de carbono. Pueden participar en él, en forma voluntaria, países desarrollados y países en desarrollo que hayan ratificado dicho protocolo.

En el caso de los análisis de los proyectos latinoamericanos MDL para el sector cementero, y de las técnicas que se utilizan en éstos, se indican las principales metodologías existentes para la reducción de emisiones:

- **Sustitución** de combustibles fósiles por combustibles alternativos (biomasa, llantas, residuos sólidos urbanos, por ejemplo).
- **Aumentar** el uso de adiciones minerales en la producción de cemento (Reducción de factor clínker).
- **Reducción** de emisiones de CO₂ en la producción de clínker.

- **Mejorar** la eficiencia energética (instalación de nuevos hornos, modernización, moliendas optimizadas, molinos verticales, entre otros).

- **Industrialización** en la construcción (downstream), mediante el reemplazo de sistemas tradicionales de mampostería cerámica con morteros de asiento a base cemento, por paneles de concreto y terminaciones de, por ejemplo, revestimientos a base de yeso.

La gran mayoría de los proyectos registrados en Latinoamérica, como Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, México, Perú y Uruguay, utilizan principalmente la metodología de sustitución de combustibles fósiles por combustibles alternos. México es el único país que registra un proyecto MDL que utiliza la metodología referida al incremento en la producción de cementos adicionados, reduciendo el contenido de clínker. Particularmente en Perú, se tiene el proyecto MDL de Cambio parcial de carbón por gas natural.

En la precedente Figura 7, la producción de cemento forma parte del sector económico Industria, el cual es responsable del 21% de emisiones directas y del 11% de las emisiones indirectas de GEI a nivel mundial.

NAMA "Acciones nacionales de mitigación apropiadas"

Las NAMA son un conjunto de propuestas para alcanzar un desarrollo sostenible bajo en emisiones de GEI, de manera medible, reportable y verificable. Éstas deben ser factibles, es decir, coherentes con las particularidades del país donde se implementan, y puedan ser apoyadas con financiamiento, tecnología y formación de capacidades por parte de la comunidad internacional. Este concepto fue introducido en la Conferencia de las Partes (COP) en Bali en el 2007 como un medio para que los países en desarrollo indiquen las acciones de mitigación que estaban dispuestos a tomar como parte de su contribución a un esfuerzo global.

A su vez, las NAMA forman parte del componente de mitigación de las NDC y sus sistemas de MRV,

habilitando a los países para reportar, de forma transparente, el progreso de sus acciones de implementación para lograr las metas de sus NDC.

En el caso de la realidad cementera latinoamericana, el estudio de Factor CO₂eq para FICEM señala dos NAMA, las cuales señalan el uso de herramientas de corto a mediano plazo en el desarrollo de planes de acción para la mitigación, estas son:

- **NAMA de República Dominicana** en cemento/sector residuos y coprocesamiento.
- **NAMA de Perú** en la industria de la construcción (eficiencia energética y buenas prácticas en la industria del cemento, ladrillo y acero).

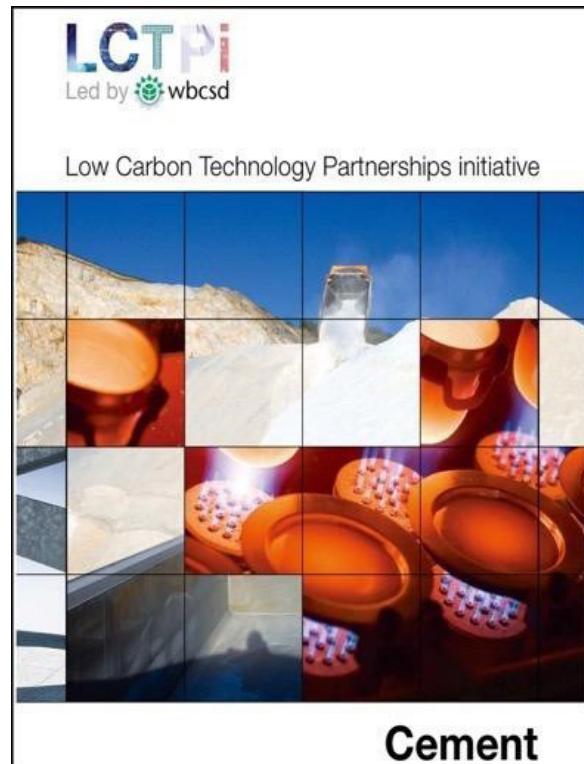
LCTPi “Low Carbon Technology Partnerships”

El LCTPi se enfocó, por un lado, en definir objetivos claros, y por otro en la implementación de los Roadmaps para el desarrollo a largo plazo de tecnologías “claves” para la reducción de emisiones. Actualmente, hay nueve áreas de enfoque en los que se trabaja para desarrollar soluciones de tecnología de bajas emisiones de carbono, entre las que se encuentran: uso de energías renovables, captura y almacenamiento de carbono, eficiencia energética en edificios, uso de combustible y transporte de bajo carbono, uso responsable de suelos, producción baja en CO₂eq en la industria química y de cemento. Según la evaluación de impacto de PwC, publicada en noviembre de 2015, estos proyectos podrían, si se aplican plenamente, aportar el 65% de las reducciones de emisiones necesarias en el año 2030.

La iniciativa *Low Carbon Technology Partnerships*⁵, dirigida por el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD, por sus siglas en inglés), la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible (SDSN por sus siglas en inglés) y la IEA (Agencia Internacional de Energía) buscan, a través de esta iniciativa, canalizar acciones para el desarrollo de tecnologías bajas en carbono.

LCTPi ha reunido a más de 150 empresas globales con 70 socios para trabajar colaborativamente. Ésta es una iniciativa del Programa de Soluciones para la COP 21. Después de la cual, se llevaron a

cabo reuniones en Durban, San Pablo, Nueva Delhi, Nueva York, Pekín y Londres, donde los planes de acción fueron compartidos y conformados con los aportes de las partes interesadas.



⁵ Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible, WBCSD, Low Carbon Technology Partnerships initiative, 2015

1.1.4 Race to Zero (UNFCCC)

Race To Zero, impulsada desde las Naciones Unidas y liderada por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), es una campaña global para reunir el liderazgo y el apoyo de empresas, ciudades, regiones e inversores para una recuperación saludable, resiliente y cero emisiones de carbono que prevenga amenazas futuras, cree empleos dignos y desbloquee un crecimiento inclusivo y sostenible.

Moviliza una coalición de iniciativas líderes de cero emisiones netas, que representan a 733 ciudades, 31 regiones, 3.067 empresas; 173 de los mayores inversores y 622 instituciones de educación superior. Estos actores de la "economía real" se unen a 120 países en la alianza más grande jamás comprometida a lograr cero emisiones netas de carbono para 2050 a más tardar. En conjunto, estos actores ahora cubren casi el 25% de las emisiones globales de CO₂ y más del 50% del PIB.

Liderado por los High Level Climate Champions para la Acción Climática, Race To Zero moviliza a actores fuera de los gobiernos nacionales para unirse a la Alianza de Ambición Climática, que fue lanzada en la Cumbre de Acción Climática 2019.

El objetivo es generar impulso en torno al cambio hacia una economía descarbonizada antes de la COP26, donde los gobiernos deben fortalecer sus contribuciones al Acuerdo de París. Esto enviará a los gobiernos una señal rotunda de que las empresas, las ciudades, las regiones y los inversores están unidos para cumplir con los objetivos de París y crear una economía más inclusiva y resiliente.

Ya en el año 2018, el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), advirtió que el calentamiento global no debe superar los 1,5°C por encima de las temperaturas preindustriales para evitar los impactos catastróficos del cambio climático. Para lograr esto, las emisiones GEI deben reducirse a la mitad para 2030 y caer a cero neto para 2050.

Se requiere que los compromisos presentados por las redes e iniciativas reconocidas en la campaña Race to Zero cumplan con un conjunto mínimo de criterios de procedimiento. Estos criterios de proceso representan la "Línea de Partida" para la carrera, por lo que cumplirlos no implica necesariamente que un actor esté en camino al cero neto, solo que haya comenzado el proceso.

Estos "meta-criterios" se conocen como las Cuatro 'P's:

1.Promesa: Comprometerse a nivel de jefe de organización a alcanzar cero GEI (netos) lo antes posible, y a mediados de siglo a más tardar, en línea con los esfuerzos globales para limitar el calentamiento a 1.5 °C. Establecer un objetivo provisional para lograr en la próxima década, que refleje el máximo esfuerzo hacia o más allá de una parte justa de la reducción global del 50% en CO₂ para 2030 identificada en el Informe Especial del IPCC sobre el Calentamiento Global de 1.5 °C.

2.Plan: Dentro de los 12 meses posteriores a la adhesión, identificar e identificar las acciones que se tomarán para lograr las promesas de contribuciones a corto y largo plazo, especialmente a corto y mediano plazo.

3.Proceder: Tomar medidas inmediatas para lograr el cero (neto), de acuerdo con la entrega de los objetivos intermedios especificados.

4.Publicar: Comprometerse a informar públicamente tanto el progreso hacia los objetivos intermedios y a largo plazo, como las acciones que se están tomando, al menos una vez al año. En la medida de lo posible, informar a través de plataformas que alimentan el Portal de Acción Climática Global de la CMNUCC.

1.2

Estrategia de la Industria del Cemento

1.2.1 Global Cement and Concrete Association “GCCA” e Iniciativa para la Sostenibilidad del Cemento “CSI”

La **GCCA** es una asociación global dedicada al fortalecimiento y desarrollo de la industria del cemento y el concreto en su contribución a la construcción sostenible. Con este fin, la GCCA promueve la construcción de edificios e infraestructuras duraderas, resistentes y ambientalmente sostenibles a nivel global.

Además del desarrollo sostenible y la urbanización, la mitigación y adaptación al cambio climático, y la innovación en toda la cadena de valor de la

construcción, son también temáticas prioritarias en la agenda del GCCA.

La GCCA fue fundada a principios de 2018. A partir del 1 de enero de 2019, CSI fue asumida por la GCCA. Este cambio forma parte de una nueva asociación estratégica firmada entre el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD) y la GCCA, que tiene por objetivo facilitar el desarrollo sostenible en los sectores de cemento y concreto.



Asociación Mundial del Cemento y Concreto



Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible

Iniciativa para la Sostenibilidad del cemento “CSI”

Durante sus casi 20 años de historia, **Cement Sustainability Initiative (CSI)**, se centró en definir los contenidos para una gestión responsable en la producción de cemento a nivel global. Entre sus ejes de trabajo se destacó el cambio climático, el consumo de combustibles, la seguridad de los colaboradores, las emisiones en el aire, el reciclaje de concreto y la gestión de canteras.

Además de haber desarrollado el LCTPi de la industria, CSI impulsó el proyecto “Getting the Numbers Right”, más conocido como “GNR”, (traducido al español, “Obteniendo los Datos Correctos”) que, mediante una plataforma de datos, entrega información sobre las emisiones de CO₂eq y la eficiencia energética de la industria cementera mundial, facilitando la comprensión de su potencial de mejora.

Basado en la iniciativa CSI, el objetivo para la industria cementera será reducir las emisiones CO₂ eq entre el 20% y 25% al 2030 a través de las siguientes acciones:

- 1. Aumentar** la cobertura de la base de datos de CO₂eq y uso de energía del sector, centrándose específicamente en China que representa alrededor del 60% de la producción mundial de cemento.
- 2. Aumentar** la eficiencia energética del proceso de fabricación del cemento.
- 3. Ampliar** la recopilación, disponibilidad y el uso de combustibles y materias primas alternativas de buena calidad, incluidos los residuos de otros sectores en un concepto de economía circular.
- 4. Reducir** aún más el contenido de clínker en los cementos para minimizar la parte del proceso intensivo en energía.
- 5. Desarrollar** cementos nuevos con menores requerimientos de energía y calcinación.
- 6. Implementar** el análisis de ciclo de vida completo para edificios y proyectos de infraestructura, que permita identificar y reducir las emisiones de GEI mediante soluciones basadas en el uso de cemento y productos de concreto.
- 7. Evaluar** iniciativas intersectoriales; en particular, la oportunidad de capturar, usar y almacenar carbono a gran escala.

⁶ The Cement Sustainability Initiative, CSI, Cement Industry Energy and CO₂ Performance “Getting the Numbers Right”, 2009

1.2.2 Obteniendo los datos correctos GNR (Getting the Numbers Right)

GNR es una base de datos gestionada de forma independiente, sobre el desempeño en emisiones de CO₂ y consumo de energía en la industria global del cemento (849 instalaciones individuales que representan el 19% de la producción mundial de cemento). Todas las compañías participantes y grupos de interés tienen acceso a reportes estandarizados; también es posible realizar y obtener solicitudes adicionales sobre temas específicos, siempre dentro de estrictos lineamientos de confidencialidad.

Los objetivos de GNR son:

- **Ofrecer** una base de datos confiable y verificable.
- **Reconocer** las áreas de oportunidad y su contribución a las metas de reducción de CO₂ eq.
- **Fortalecer** la reputación de la industria cementera ante las autoridades.

La base de datos GNR suministra información uniforme, exacta y verificada para que la industria comprenda su desempeño actual, como también

potencial. Igualmente, ofrece información vigente y relevante para procesos de análisis y toma de decisiones para los diseñadores de políticas.

Además, cumple con la normativa legal y es administrada y auditada por un proveedor independiente. Los participantes individuales únicamente tienen acceso a reportes elaborados a partir de los datos de su propia compañía, o de datos agregados del sector. La información confidencial de empresas o plantas no es divulgada, no puede ser consultada y está protegida por medidas de seguridad técnicas y contractuales.

En origen, las entidades-miembros de GNR fueron 24 compañías cementeras que integran, conjuntamente, una tercera parte de la producción mundial de cemento. Desde el año 2011, FICEM es parte de esta iniciativa, con lo que se ha logrado incluir las empresas que operan en Latinoamérica. Desde el año 2018, GCCA toma este proyecto, GNR, como propio.

En la Tabla 1 se muestra el nivel de cobertura por región, destacando Europa y Norteamérica con el 90% y 77%, respectivamente. En el caso de Latinoamérica, se encuentra muy por sobre el promedio global, con una cobertura cercana al 71%, pero con una brecha importante que cubrir para aumentar la representatividad del GNR y así poder proyectar los reales potenciales de reducción de CO₂eq de la región.

A la base de datos GNR del año 2012, se aplicó la versión 3 del CSI "Protocolo de CO₂ y energía: Norma de Contabilidad e Informe de CO₂ para la Industria del Cemento" (publicada en el año 2011), cuyos nuevos índices incluyen datos sobre el uso de electricidad en la fabricación de clíker y en la generación de electricidad usando calor residual.

Tabla 1.
Cobertura del Proyecto GNR por región año 2019
Fuente. GNR Project Reporting CO₂, 2019

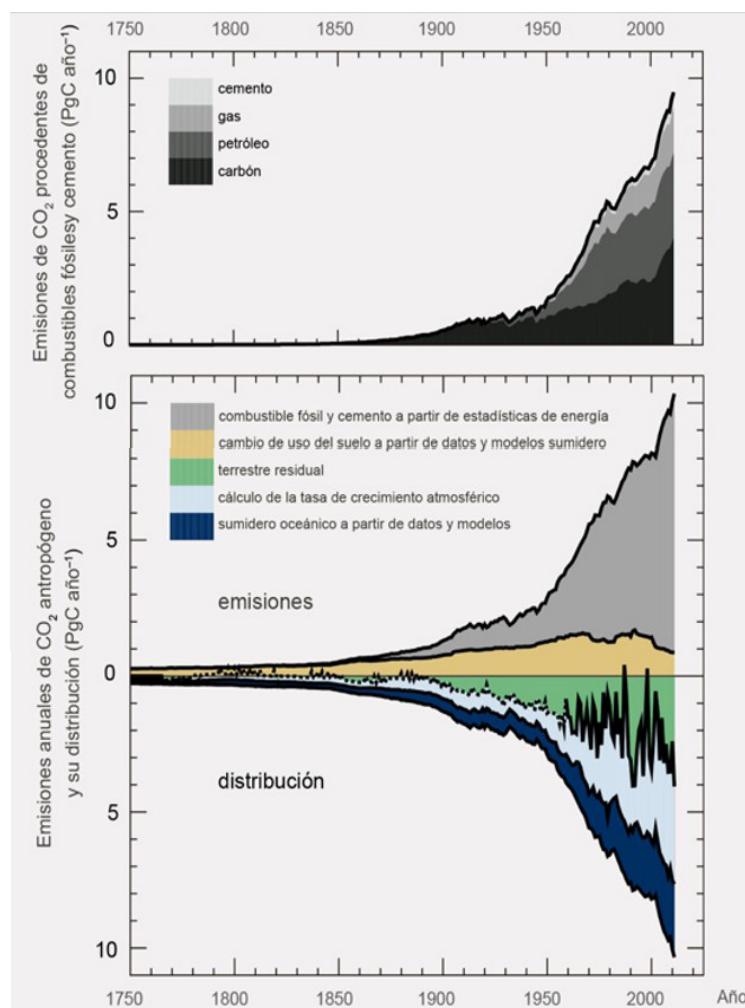
COBERTURA DEL PROYECTO GNR POR REGION				
Región	Número Plantas	Producción Cemento Reportada en GNR (millones de toneladas)	Total Producción Cemento Región (millones de toneladas)	Cobertura (%)
Mundial	878	885	4117	22
Africa	77	70	224	31
Asia (sin China) + Oceanía	60	101	374	27
Medio Oriente	30	28	206	14
Europa	281	175	194	90
Norteamérica	98	86	100	86
Latinoamérica	160	128	174	74
Centroamérica	53	45	61	74
Sudamérica ex. Brasil	51	40	57	69

1.2.3 LCTPi Cemento

La necesidad que la producción de cemento cuente con una estrategia de acción climática propia radica en que su nivel de emisiones es relevante, alcanzando cerca del 7% de las emisiones totales de

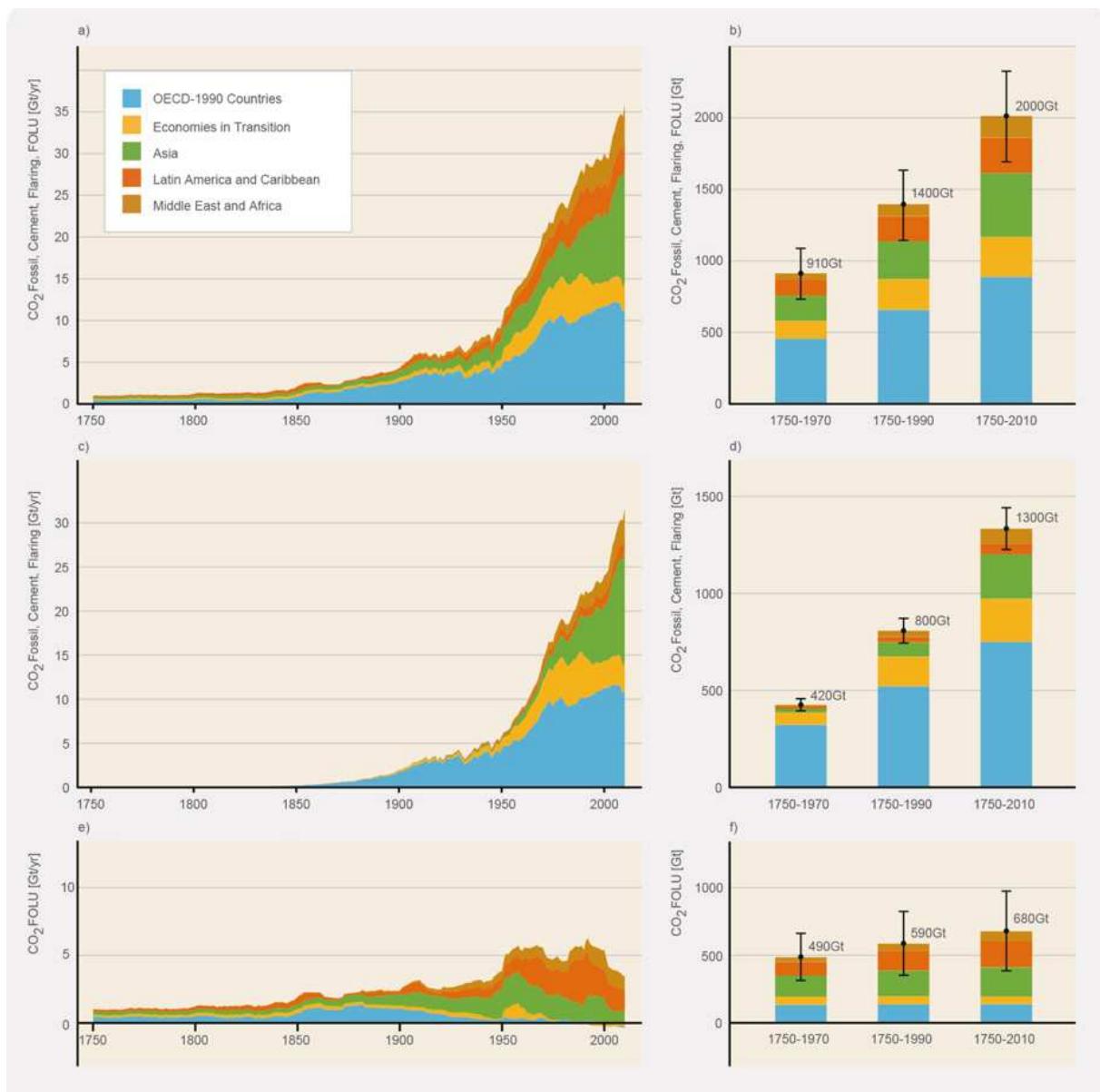
CO₂. La Figura 8 muestra las emisiones de la industria del cemento en comparación con las emisiones de los combustibles fósiles.

Figura 8.
Emisiones anuales de CO₂ procedentes de combustibles fósiles y emisiones antropogénicas



La Figura 9, por otra parte, muestra una comparación de emisiones conjunta de combustibles fósiles y cemento, con otras fuentes de emisiones antropogénicas desde distintas zonas globales.

Figura 9.
Emisiones antropogénicas históricas de CO₂ desde diferentes emisores y Zonas Globales



1.3

Technology Roadmap CSI - 2018

1.3.1 Roadmap: “Transición a una industria del cemento baja en carbono”

Durante el año 2018, CSI publicó el “*Technology Roadmap de CSI: Transición a una Industria del cemento baja en carbono*”⁷, siendo éste una actualización al Roadmap publicado el año 2009.

En este documento se señala que “*el aumento de la población mundial y los patrones de urbanización, junto a las necesidades de desarrollo de infraestructura, incrementan la demanda de cemento y concreto*”. En este sentido, se estima que la producción mundial de cemento crecerá, con respecto al nivel actual, entre un 12% y un 23% para el año 2050. Algunas regiones, tales como la República Popular China y el Medio Oriente, tienen un exceso de capacidad de producción de cemento, con niveles de producción de cemento per cápita muy por encima del promedio mundial. Otras regiones, como India y África, aumentarán su capacidad de producción de cemento doméstico para satisfacer las necesidades asociadas al desarrollo de infraestructura.

De acuerdo con el Escenario Tecnológico de Referencia (RTS) de la IEA, es esperable que

las emisiones directas de CO₂ de la industria del cemento aumenten un 4% a nivel mundial para el año 2050, a pesar del aumento del 12% en la producción mundial de cemento en el mismo periodo.

Considerando el aumento esperado en la producción mundial de cemento, es importante tener presente que una transición sostenible al Escenario 2DS (2°C) implica una reducción significativa (24%) de las emisiones directas mundiales de CO₂ en la fabricación de cemento para el año 2050, en comparación con los niveles actuales. Esto significa reducciones acumuladas de emisiones de 7,7 GtCO₂ en comparación con el RTS para el año 2050, alcanzando 1,7 GtCO₂, lo que equivale al 90% del total mundial actual de las emisiones industriales directas de CO₂.

Implementar esta visión requiere un desarrollo progresivo y el desarrollo de ejes de reducción de emisiones de CO₂, políticas de apoyo, colaboración público-privada, mecanismos de financiamiento y aceptación social.

⁷ Iniciativa para la Sustentabilidad del Cemento, CSI, Technology Roadmap de CSI: Transición a una Industria del cemento baja en carbono, 2018.

Cambiar a combustibles alternativos (combustibles carbono neto cero), reducir la relación de clínker a cemento, mejorar la eficiencia energética, e integrar la captura de carbono en la producción de cemento, son los principales ejes de mitigación de carbono que apoyan la sostenibilidad de la transición del sector cementero.

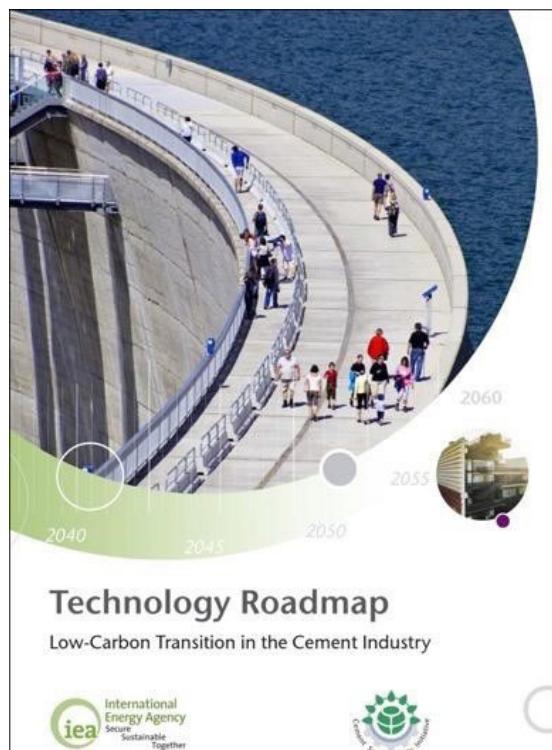
La integración de tecnologías emergentes e innovadoras, como la captura de carbono y la reducción del contenido de clínker en el cemento, son consideradas para entregar las mayores reducciones acumuladas de emisiones de CO₂ en el 2DS, en comparación con el RTS, para el año 2050, con un 48% y un 37% de contribución respectivamente. El resto de la reducción se produce al cambiar a combustibles con un bajo contenido de carbono y, en menor medida, a través de una mayor eficiencia energética.

Cabe destacar que los potenciales de reducción del Roadmap 2009, actualizado el año 2018, se han basado en los Papers desarrollados por la ECRA para CSI. Dichos papers describen las tecnologías existentes y potenciales, y cómo pueden ayudar a la industria a reducir a la mitad las emisiones mundiales de CO₂ en todas las áreas de los negocios y la sociedad.

El potencial de reducción de CO₂ en la producción de cemento se basa en cuatro ejes (los mismos que se han manejado hasta la fecha), pero además se incluye un nuevo punto para ser revisado: las

Materias Cementicias Suplementarias.

Cabe destacar que este Roadmap sólo abarca el proceso de fabricación de cemento, a lo que, por recomendación de IEA y CSI, se reconoce que el potencial de reducción se deberá ampliar a todo el ciclo de vida del cemento en un futuro próximo, incluyendo al concreto y a la construcción, lo cual es un nuevo e importante desafío para la industria.



1.3.2 Ejes de Reducción

En el Roadmap CSI se analizan los ejes de reducción de emisión de CO₂, los cuales se basan en las tecnologías investigadas por la ECRA, documento publicado en el año 2009 y actualizado el 2017. Los

ejes tienen por objetivo apoyar las estrategias de las distintas Hojas de Ruta del cemento para el logro de su transición hacia una economía baja en carbono. Estos son:



EJE 1. Eficiencia energética y térmica

Desafíos a la implementación: los **costos de capital** pueden ser significativos. Una disminución considerable en el consumo específico de energía solo se logrará mediante modificaciones importantes, que, a menudo, llevan altos costos de inversión y pueden ser financieramente inviables.

La mejora en el sistema de operación y la capacitación del personal involucrado es necesaria para las instalaciones modernizadas. La eficiencia energética se logra mediante una operación adecuada, así como el uso de equipos de proceso apropiados. Las tecnologías avanzadas en eficiencia energética requieren nuevas prácticas de operación y mantenimiento.

Un **mercado de tamaño adecuado** es necesario para operar las instalaciones a plena capacidad. Los equipos de proceso operando en su máximo nivel de acuerdo con el diseño, con cargas continuas de trabajo, ofrecen un rendimiento energético óptimo.

Las **condiciones locales**, como las características de la materia prima, la composición del clínker y el tamaño típico de la planta, así como los requisitos de finura del cemento, afectan el requerimiento de energía por tonelada de cemento.

Otros **ejes de reducción de emisiones de CO₂** pueden ser correlacionados con la eficiencia energética. Por ejemplo, un mayor uso de combustibles alternativos generalmente aumenta el consumo específico de energía debido a un mayor requerimiento de aire y contenido de humedad.

Las tecnologías actuales son lo suficientemente

maduras como para permitir la recuperación del exceso de calor y su utilización en mejoras de la eficiencia energética. Por lo tanto, las emisiones totales de CO₂ más bajas a través de un mayor uso de combustibles alternativos superan la desventaja de un mayor consumo de energía específico.

Los **requerimientos ambientales más exigentes** pueden conducir, en algunos casos, a un aumento del consumo de energía; por ejemplo, límites más rigurosos en las emisiones de polvo requieren más potencia para la separación del polvo en las emisiones gaseosas, independientemente de la tecnología aplicada.

Necesidades y metas de investigación y desarrollo: existe una gama de tecnologías de molienda en fase de investigación y desarrollo (I+D). Se debe investigar su aplicabilidad e impacto en la industria del cemento. Un ejemplo son los sistemas de molienda libres de contacto (por ejemplo, tecnología vortex), que podrían presentar claras ventajas, dada la durabilidad limitada de los elementos de desgaste en los sistemas actuales de molienda. La ECRA ha establecido un proyecto de investigación dedicado a la molienda eficiente en la industria del cemento.

El proyecto es precompetitivo e involucra a las partes interesadas intersectoriales, incluidos los proveedores de equipos (ECRA y CSI, 2017).

Una mayor optimización al adoptar un enfoque holístico, en áreas tales como la distribución del tamaño de partículas y los sistemas auxiliares de molienda, podría generar beneficios de **eficiencia energética**.



EJE 2. Combustibles alternativos

Desafíos a la implementación: aunque los hornos de cemento podrían modificar su matriz térmica a un 100% de combustibles alternativos, existen algunas limitaciones prácticas que impiden que ello ocurra. Las propiedades físicas y químicas de la mayoría de los combustibles alternativos difieren significativamente de los combustibles convencionales; mientras algunos de ellos, pueden ser utilizados fácilmente por la industria del cemento, muchos otros pueden causar problemas técnicos, por ejemplo, la presencia de metales (mercurio, cadmio y talio) deben manejarse con cuidado, y es necesaria la eliminación adecuada del polvo del sistema en el horno de cemento. Esto significa que el pretratamiento de residuos para la obtención de un combustible alternativo es, a menudo, necesario para garantizar una composición uniforme y una combustión óptima, y minimizar el contenido de sustancias potencialmente problemáticas.

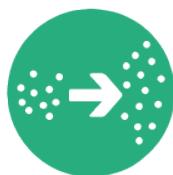
Existen otras barreras para aumentar el uso de combustibles alternativos en la industria del cemento. La ausencia o inadecuada legislación, como la falta de control sobre la gestión de residuos afecta significativamente la disponibilidad. La mayor sustitución de combustibles solo tiene lugar si la legislación de residuos locales o regionales promueve la recuperación de energía en hornos de cemento en lugar de vertederos (u otros métodos de tratamiento térmico menos eficientes) y, por otro lado, si permite la recolección y tratamiento de residuos para la obtención de un combustible alternativo. Por otra parte, el costo de oportunidad de la gestión de residuos actualmente promueve que los residuos se dispongan en rellenos sanitarios

y en el peor de los casos en botaderos clandestinos. Las redes locales de recolección de residuos deben ser adecuadas.

El nivel de **aceptación social** de los combustibles de desecho de coprocesamiento en las plantas de cemento puede afectar notablemente el consumo local. A menudo, las personas se preocupan por las emisiones nocivas del coprocesamiento, aunque los niveles de emisiones de las plantas de cemento bien administradas que usan combustibles alternativos no representan un problema específico.

Burocracia compleja: en muchos casos, obtener un permiso para el uso de combustibles alternativos implica largos procedimientos y varios requerimientos administrativos diferentes.

Necesidades y objetivos de I+D: para usar combustibles alternativos de forma segura y limpia, los materiales adecuados se deben identificar y clasificar, así como los procesos de recolección y tratamiento deben cumplir con los estándares. El conocimiento adquirido durante I+D del procesamiento y uso de tales combustibles debe ser compartido; esto permitiría contar con una experiencia extendida en el uso de combustibles alternativos a volúmenes altos y estables. Es importante identificar las condiciones adecuadas para asegurar una combustión completa, así como desarrollar estrategias para facilitar el uso de combustibles alternativos en los hornos de cemento (por ejemplo, la evaluación automática del combustible alternativo y el ajuste de las condiciones de funcionamiento del horno).



EJE 3. Sustitución de Clíker

Desafíos a la implementación: la disponibilidad regional de adiciones minerales sigue siendo crítica en términos de cantidad/calidad y su impacto en los costos. Se espera que la disponibilidad de escoria granulada de altos hornos siderúrgicos y cenizas volantes disminuya.

La práctica actual, la conciencia del mercado y la aceptación deberían mejorarse porque, en algunas regiones, los consumidores y contratistas son reacios a seleccionar cementos con adiciones en lugar de cementos “puros” (sin adiciones minerales). Esto puede atribuirse a la falta de conciencia de los consumidores y a la falta de capacitación/educación de los contratistas.

Los estándares de construcción varían regionalmente en términos del tipo de cementos con adiciones que se permiten para la construcción.

Las **distancias entre las fuentes** de adiciones minerales y las plantas de cemento, y los requerimientos logísticos, pueden ser barreras para su mayor uso porque afectan la viabilidad económica.

Necesidades y objetivos de I+D: la disponibilidad de adiciones minerales debe cuantificarse globalmente a partir de evaluaciones bottom-up locales.

La necesidad de evaluar continuamente sus propiedades a escala global es imperativa, teniendo en cuenta la naturaleza variable de la mayoría de las adiciones minerales que se emplean para la fabricación de cemento. Se debe dar prioridad a la determinación de su huella ambiental (incluido el CO₂), además de su efecto sobre la resistencia y durabilidad del cemento y el concreto. Estos estudios deben tener una visión holística al considerar las necesidades específicas relacionadas con la construcción.

Es imperativo que los esfuerzos de investigación se centren en identificar y desarrollar nuevas adiciones minerales. Las arcillas calcinadas son un caso con gran potencial, y se espera que investigaciones en curso brinden más información sobre el desempeño y durabilidad de los cementos que utilizan este tipo de adición.

En el mismo contexto, utilizar escoria de horno de arco eléctrico, las cenizas volantes, los residuos de bauxita y los relaves de operaciones mineras, permiten obtener beneficios similares al valorizar otros materiales, como el mejoramiento de las propiedades hidráulicas o puzolánicas y manejar la posible presencia de metales pesados. Las acciones de I+D son cruciales para abordar los desafíos del uso estos materiales alternativos.



EJE 4. Tecnologías Emergentes e Innovadoras: EHR; Energías Renovables; y Captura, uso y almacenamiento de CO₂ (CCS y CCU).

EHR (Energy Heat Recovery) para la generación de energía: la viabilidad económica sería el factor decisivo para un desarrollo más amplio en la industria del cemento, dada la adaptabilidad de las tecnologías de EHR a diferentes condiciones y ubicación de la planta (por ejemplo, disponibilidad de agua), y considerando la ausencia de requisitos legales de instalación obligatoria.

Por lo general, no es económicamente factible sin un apoyo financiero adicional u otros beneficios económicos indirectos (por ejemplo, costos evitados por paradas inesperadas del horno debido a un suministro de electricidad poco confiable o por valorizar la provisión de flexibilidad a la red eléctrica). **Generación de energía renovable:** la disponibilidad de fuentes renovables locales (por ejemplo, radiación solar o velocidad y condiciones

del viento) es el principal factor que influye en el desarrollo de tecnologías de generación de energía renovable en plantas de cemento o molienda. En general, las unidades de molienda son más adecuadas para usar energía renovable, debido a la flexibilidad en las horas de operación durante el día.

Los costos de la electricidad (por ejemplo, las condiciones de intercambio de electricidad) y los contextos de las políticas (por ejemplo, la disponibilidad de incentivos o políticas de permisos asequibles) pueden también influir en la adopción de energía eléctrica basada en energías renovables en la fabricación de cemento. Esto podría ser a través de la autogeneración o mediante acuerdos certificados de compra de energía renovables.

Captura de CO₂ y Almacenamiento (CCS): las políticas efectivas que proporcionan un incentivo económico para reducir la huella de carbono en la producción de cemento, y respaldan la cooperación público-privada intersectorial, la identificación de ubicaciones y diseños óptimos para las infraestructuras de transporte y almacenamiento de CO₂, así como también la integración técnica de las tecnologías de captura de carbono demostradas en escala industrial y comercial, son el principal desafío para el desarrollo de CCS en el mercado.

Altos costos estimados para la captura de CO₂ en comparación con el costo específico de la producción de cemento. No obstante ello, se espera que el costo de la captura de carbono disminuya en el futuro debido al progreso técnico y científico. La conciencia pública de CCS aún es baja, y el público ha formado opiniones poco firmes sobre CCS y su papel para mitigar el cambio climático, excepto en algunos países europeos.

El transporte es el vínculo crucial entre las fuentes de emisiones de CO₂ y los sitios de almacenamiento. En la mayoría de los países, no se presta suficiente atención a las necesidades de tecnología e infraestructura. El transporte por tuberías presenta diferentes desafíos regulatorios, de acceso y de desarrollo en diferentes regiones. La magnitud, complejidad y distribución geográfica de los canales integrados de transporte de CCS requieren evaluaciones específicas de cada región. También se necesita más investigación para comprender mejor la disponibilidad de almacenamiento a nivel mundial. Los hornos de

cemento generalmente se encuentran cerca de grandes canteras de piedra caliza, que pueden no estar cerca de los sitios adecuados de almacenamiento de CO₂. También es probable que los clusters de CCS se vean influenciados por su proximidad a fuentes de CO₂ mucho más grandes, como las centrales eléctricas de carbón.

Captura de CO₂ y su utilización (CCU): los obstáculos comerciales impiden que las vías de utilización de CO₂ nuevas y emergentes avancen rápidamente, y alcancen madurez de laboratorio a mercado, más allá de las limitaciones técnicas. Esto se debe en parte a los bajos costos de los combustibles alternativos, y a menudo, a la dependencia de una gran cantidad de electricidad basada en fuentes renovables. Lograr la generación de hidrógeno con cero emisiones de carbono garantizaría la reducción de las emisiones de CO₂ en esos casos.

La disponibilidad de tierra y agua, y el tamaño de los mercados aguas abajo (downstream) son otros factores limitantes para las aplicaciones de CCU. Se debe utilizar un enfoque de evaluación del ciclo de vida para medir la contribución específica de cada ruta de CCU, para permitir la aceptación medioambiental.

Necesidades y objetivos de I+D: la investigación continua en tecnologías de captura de carbono podría conducir a sistemas más optimizados, con costos de inversión e intensidades energéticas reducidas. Los desafíos técnicos y de innovación para la utilización de CO₂ se centran en aumentar la eficiencia de los procesos químicos y la innovación para nuevas vías de utilización de CO₂. Una intensa investigación, mejores catalizadores y diseños de procesos, traerán mayores niveles de eficiencia, menores costos y menor consumo de material o producción de desechos.

Las nuevas e innovadoras formas de usar CO₂ y el uso de CO₂ no purificado pueden hacer posible más aplicaciones. Los desafíos para la mineralización son la reducción de los costos de procesamiento y la ampliación de la gama de materiales (de desecho) que pueden usarse como insumo (Sandalow et al., 2017). La investigación se debe llevar a cabo a través de proyectos colaborativos en diferentes sectores industriales, emisores, transformadores (por ejemplo, industria química) y usuarios finales.



EJE 5. Materiales cementicios suplementarios

Los materiales cementicios suplementarios al clínker en el cemento, pueden ofrecer oportunidades para reducir las emisiones de carbono. Sin embargo, actualmente no existe un análisis robusto, disponible públicamente, del ciclo de vida de cualquiera de los materiales cementicios suplementarios en análisis, o una cuantificación comparativa asociada a los costos de producción.

Los materiales cementicios suplementarios que, en teoría, arrojan un mayor ahorro de CO₂, a menudo están relacionados con mayores costos de producción, restricciones de disponibilidad y limitaciones de la aplicación en el mercado, o bien, se encuentran en etapas tempranas de desarrollo, costos logísticos por transporte, debido a la geografía del país. Estas circunstancias hacen que sea prematuro realizar una evaluación técnico-económica sobre las tecnologías y las vías de menor costo para la producción de cemento.

En muchas regiones, la ausencia de incentivos para reducir las emisiones de carbono en la fabricación de cemento afecta negativamente el uso de materiales cementicios suplementarios, cuyo desarrollo en el mercado, cuando están disponibles, está altamente determinado por los costos de producción. En la actualidad, el costo de las materias primas es un factor clave.

La investigación sobre la optimización del proceso de materiales cementicios suplementarios, está en la fase de demostración, y su avance podría crear posibilidades para su desarrollo comercial, produciendo mejoras medioambientales en el rendimiento actual de la industria.

Las asociaciones público-privadas pueden ser un mecanismo para aprovechar los recursos de financiación que permitan respaldar las pruebas demostrativas y las primeras investigaciones.



El impacto de los cinco ejes señalados en la reducción de las emisiones de CO₂ no siempre es acumulativo, ya que pueden afectar de forma individual el potencial de reducción de emisiones de otras opciones.

Por ejemplo, el uso de combustibles alternativos generalmente requiere mayor energía térmica específica y electricidad, debido al mayor contenido de humedad en los combustibles fósiles. Esto significa que el funcionamiento del horno tendrá mayores niveles de aire en comparación con los combustibles fósiles convencionales y el pretratamiento de combustibles alternativos.

Otras acciones para mitigar, evitar y capturar deben ser consideradas, con la colaboración de Alianzas Públicas Privadas que promuevan este tipo de acciones.

1.3.3 Requisitos de inversión y apoyo financiero

Los costos acumulativos netos adicionales de inversión para implementar esta visión del Roadmap CSI, en comparación con el RTS (Figura 10), se estiman en el orden de entre USD 176 mil millones y USD 244 mil millones. Estas estimaciones se basan en un examen de sensibilidad de límites bajo y alto de los costos de inversión de tecnología específica para hacer frente a la inherente incertidumbre de evaluar tecnologías que aún no han alcanzado la madurez comercial. La discusión de inversión se centra en el caso de baja variabilidad, como el caso de referencia de este Roadmap.

El RTS (Escenario Tecnológico de Referencia) ya integra cambios considerables en términos de ahorro de energía y emisiones de CO₂ en la industria del cemento, en respuesta a políticas y promesas anunciadas e implementadas. Por ejemplo, la intensidad de la energía térmica del clínker se reduce en un 8% y la intensidad de electricidad del cemento es reducida en un 9% para el año 2050, por debajo de los niveles actuales en el RTS global.

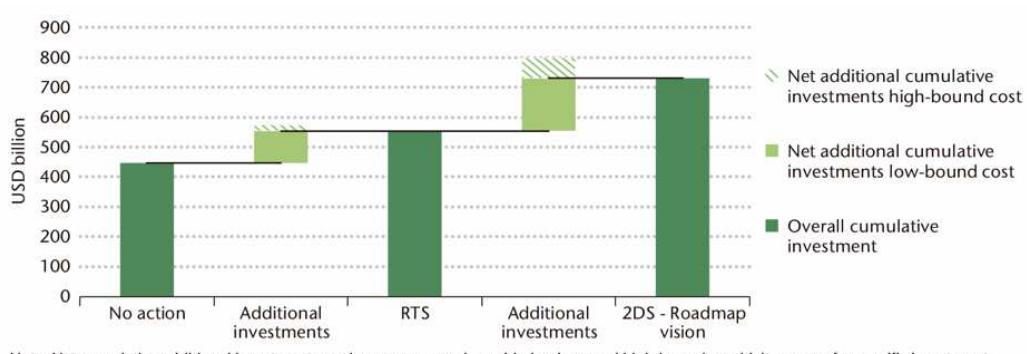
La contribución de los combustibles fósiles en el mix global de fuentes de energía térmica para la producción de clínker disminuiría en un 12% en el mismo periodo.

El contenido de clínker en los cementos se mantiene estable en el tiempo, a pesar de la caída en la producción de cemento chino a nivel mundial. El RTS considera que las pruebas piloto y estudios de factibilidad de tecnologías de integración de captura de carbono en la industria del cemento se traducirían en un modesto desarrollo a largo plazo, con emisiones capturadas de carbono que representan el 3% del total generado de emisiones de CO₂ en el sector cemento hacia el año 2050. Por lo tanto, las inversiones acumuladas y adicionales que se estiman necesarias en el marco de esta visión aumentarían entre USD 283 mil millones y USD 371 mil millones si la huella actual de las emisiones de energía y carbono de la fabricación de cemento se mantiene sin cambios a nivel mundial.

Figura 10.

Necesidades acumulativas de inversión por escenario para 2050

Fuente. Roadmap CSI, 2018



Note: Net cumulative additional investment numbers are assessed considering low- and high-bound sensitivity ranges for specific investment costs. Overall cumulative investments displayed in the above graph refer to the low-bound cost range.

Entre USD 107 mil millones a USD 127 mil millones se estiman como inversiones adicionales acumulativas para realizar el RTS globalmente, que necesitaría aumentar entre USD 176 mil millones y USD 244 mil millones para llegar a implementar la visión de la hoja de ruta (2DS).

1.3.4 Principales acciones del Roadmap CSI 2018

El Roadmap CSI 2018 ha determinado las principales acciones a realizarse hasta el año 2050, agrupadas por eje de reducción, con responsabilidades en la Industria, en los gobiernos, o en forma compartida entre ambos, según sea el caso, en su desarrollo y concreción. Estas acciones se indican a continuación:

Eficiencia energética

- Políticas equitativas en los subsidios al precio de la energía.
- Eliminación gradual de los hornos largos e inefficientes, y de los procesos de producción vía húmeda.
- Ajuste de objetivos en los programas de mejora de eficiencia en energía a nivel de planta o sector.

Cambio a combustibles y materias primas alternativas

- Desarrollo de la economía circular.
- Fortalecimiento de regulaciones de gestión de residuos y dar prioridad al coprocesamiento de residuos en lugar de su incineración o disposición en rellenos sanitarios.
- Intercambio de las mejores prácticas internacionales en trazabilidad y monitoreo de impactos.
- Capacitación de autoridades en temáticas relativas a otorgamiento de permisos, control y supervisión.
- Ampliar la conciencia pública de los beneficios de la optimización en la gestión de residuos.

Factor Clíker/Cemento

- Desarrollar normas técnicas y reglamentos de construcción que permitan un uso más generalizado de cementos con adiciones, que además garanticen la fiabilidad y durabilidad del producto en la aplicación final.
- Fomentar el uso de cementos con adiciones en las políticas de abastecimiento y contratación pública.

- Garantizar la trazabilidad / etiquetado / origen responsable de los materiales de construcción.
- Esfuerzos de I+D en materiales que puedan ser, potencialmente, adiciones minerales y que actualmente no se utilicen debido a restricciones de calidad.
- Promover la capacitación internacional con organismos nacionales de normalización e institutos de acreditación.

Tecnologías emergentes e innovadoras

- Mitigar los riesgos a través de mecanismos de inversión que aprovechen el financiamiento privado para tecnologías innovadoras con emisiones bajas de carbono, y a través de la promoción de asociaciones público-privadas.
- Alcanzar la demostración a escala comercial de la tecnología de oxicombuustión para la captura de carbono en la producción de clíker, y obtener experiencia en el funcionamiento a gran escala de tecnologías de postcombustión.
- Coordinar la identificación y demostración de las redes de transporte de CO₂ a nivel regional, nacional e internacional, para optimizar el desarrollo de la infraestructura.
- Cooperación internacional para armonizar los enfoques relativos a la selección segura de los sitios de operación, mantenimiento, monitoreo y verificación del almacenamiento permanente de CO₂.
- Desarrollar marcos regulatorios para CCS, coordinados internacionalmente, además de comunicar y capacitar al público y las partes interesadas “clave” sobre almacenamiento de carbono para alcanzar su aceptación social.
- Compensar las inversiones en fuentes de energía “limpias” y lograr mayor flexibilidad en las redes energéticas locales a través de, por ejemplo, incentivos fiscales para el uso de tecnologías que permitan la recuperación del calor en exceso.

Materiales Cementicios Suplementarios

- Apoyar la investigación, ensayos y prueba piloto de cementos a base de aglomerantes alternativos, y desarrollar normas técnicas que faciliten su uso por parte del mercado.
- Continuar con el desarrollo comercial de materiales cementicios suplementarios.

Promover la transición a un bajo nivel de carbono en el ámbito de la construcción

- Avanzar hacia mecanismos efectivos de fijación de precios internacionales estables para el carbono, incluyendo paquetes de estímulo financiero y medidas complementarias para compensar las presiones asimétricas de precios en los diferentes mercados.
- Fortalecer y actualizar las normas de construcción con el objetivo de lograr el objetivo de neutralidad de

carbono en el ámbito de la construcción en el ciclo de vida completo.

- Mejorar el desarrollo y la implementación de soluciones bajas en carbono en el sector de la construcción, que consideren un enfoque de ciclo de vida, haciéndolos parte de las políticas de contratación pública.
- Transferencia tecnológica hacia arquitectos/ingenieros en la aplicabilidad de las mezclas de concreto de bajo carbono y cementos con alto contenido de adiciones, fomentando oportunidades de diseño ecológico en edificios e infraestructura en general.

En la siguiente tabla se señalan las proyecciones al año 2030, 2040 y 2050 de los principales indicadores relacionados a la industria global del cemento: producción de cemento y clíker, eficiencia energética, coprocesamiento, factor clíker y la intensidad de emisiones de CO₂ asociada.

Tabla 2.

Principales indicadores y trayectorias del Roadmap CSI 2018

Fuente. Elaboración propia a partir del Roadmap CSI 2018

Indicadores de la Industria Global del Cemento -Roadmap CSI 2018 -	Visión Roadmap CSI 2018 Caso de baja Variabilidad		
	2030	2040	2050
Producción Cemento (Mt/año)	4250	4429	4682
Factor Clinker a Cemento	0,64	0,63	0,60
Intensidad de Energía Térmica del Clinker (Gj/t clinker)	3,3	3,2	3,1
Intensidad de Electricidad del Cemento (GkWh/t cement)	87	83	79
Uso de Combustibles Alternativos (Porcentaje de consumo de energía térmica)	17,5	25,1	30,0
Intensidad Directa de CO ₂ en el Proceso del cemento (tCO ₂ /t cement)	0,33	0,30	0,24
Intensidad de Energía Directa de CO ₂ en el Proceso de cemento (tCO ₂ /t cement)	0,19	0,16	0,13
Total Intensidad Directa de CO ₂ en el cemento (tCO ₂ /t cement)	0,52	0,46	0,37

1.4

GCCA Roadmap 2021

Plan de trabajo hacia una industria del cemento y concreto neutra en carbono al año 2050 de la Asociación Mundial de Productores de Cemento y Concreto.

Directrices de sostenibilidad – Transición del CSI

La Asociación Global de Cemento y Concreto (GCCA) anunció la formación de una asociación estratégica con el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD) para facilitar el desarrollo sostenible de los sectores del cemento y el concreto y sus cadenas de valor. La nueva asociación también creó sinergias entre sus programas de trabajo para beneficiar tanto a la GCCA y WBCSD, como a sus respectivas compañías miembros. Como parte del nuevo acuerdo, el trabajo realizado por la Iniciativa de Sostenibilidad del Cemento (CSI) se transfirió del WBCSD al GCCA el 1 de enero de 2019, con actividades gestionadas desde la oficina de la GCCA en Londres.

Las Directrices de Sostenibilidad de CSI han sido reemplazadas por Directrices de Sostenibilidad de GCCA, por lo que el ámbito de trabajo sigue siendo aplicable en este sentido, cuyo nuevo objetivo es la carbono neutralidad hacia el año 2050.

En este "futuro concreto", se expone el punto de vista positivo de cómo la industria del cemento y el concreto desempeñará un papel importante en la construcción del mundo sostenible del futuro. En los últimos cien años, el concreto ha revolucionado el área de la construcción en todo el mundo. Es el material de construcción esencial que le ha dado forma a nuestro mundo moderno. A medida que se afronta los importantes desafíos para las generaciones futuras, se está realizando los esfuerzos necesarios por construir un mundo mejor, abordando la necesidad de comunidades sostenibles y de prosperidad, incluidas infraestructuras clave, hogares, agua limpia y provisión de comunidades resistentes a medida que cambia el clima, así como apoyando la transición a

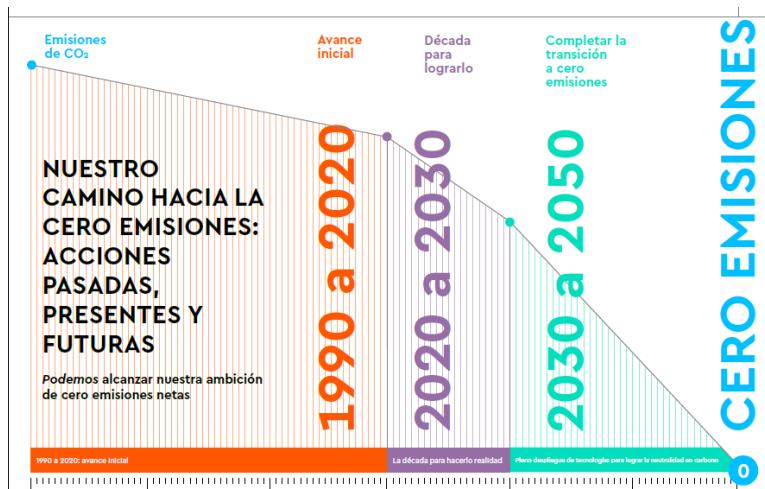
un concreto con energía baja en carbono.

Compromiso y camino para construir un mundo sin emisiones de carbono.

El plan de trabajo para una industria del cemento y el concreto neutra en carbono para 2050 de la Asociación Mundial de Productores de Cemento y Concreto es un compromiso colectivo de las principales empresas de cemento y concreto del mundo para contribuir plenamente a la construcción del mundo sostenible del mañana.

En dicho plan de trabajo, se determina un camino hacia la neutralidad en carbono para contribuir a limitar el calentamiento global a 1,5 °C, según lo expuesto en el informe del 2018 del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC). El sector se ha comprometido a producir concreto neutro en carbono para 2050 y está comprometido a actuar ahora.

La industria global ya ha mostrado avances y ha logrado reducciones proporcionales de las emisiones de CO₂ en la producción de cemento del 20% en las últimas tres décadas. Dicho plan de trabajo pone de manifiesto una importante aceleración de las medidas de descarbonización, y se ha logrado la misma reducción en solamente una década. Se destaca una reducción proporcional de las emisiones de CO₂ a causa del concreto del 25% para 2030 respecto del año 2020, como hito clave en el camino hacia la plena descarbonización a mediados de siglo. Con las acciones del plan de trabajo de ahora a 2030, se evitirá que casi 5000 millones de toneladas de emisiones de CO₂ entren a la atmósfera, comparado con un escenario sin cambios.



Futuro Concreto de la GCCA: Plan de Trabajo hacia la Carbono Neutralidad

De 2020 a 2030: la década para hacerlo realidad

Se acelerará las reducciones a lo largo de esta década crítica. En lo que respecta a la sustitución del clinker, el aumento del uso de cenizas volantes y escoria granulada de alto horno (GGBS) seguirá desempeñando un papel importante en esta década; la piedra caliza molida, los finos de concreto reciclados y la introducción de arcillas calcinadas y otros nuevos materiales prometedores también desempeñarán un papel creciente.

Otras reducciones significarán limitar el uso de combustibles fósiles en cada punto de las cadenas de suministro y producción, así como reutilizar los residuos de la sociedad como una alternativa inteligente y más ecológica. El avance en esta importante transición energética que, a la escala del sector, es sustancial.

Además, es fundamental que en esta década se desarrolle las tecnologías de vanguardia necesarias para su despliegue a escala comercial al final de la misma. Invertir ahora en tecnologías e innovaciones futuras es primordial.

Se está invirtiendo e investigando en alternativas a los cementos de clinker Portland, lo que puede contribuir a reducir las emisiones de CO₂, no obstante, es probable que tengan un papel limitado debido a la falta de materia prima a la escala necesaria.

La Captura, Utilización y Almacenamiento de Carbono (CCUS) es un componente esencial de este plan de trabajo. Los proyectos piloto de CCUS ya tienen un gran impulso, con proyectos vivos y anuncios que se están acelerando en Norteamérica, China, India y Europa. Esta tecnología funciona, por lo que se debe trabajar con las partes interesadas, como los legisladores y la comunidad inversora, para ayudar a desarrollar, reducir el riesgo y desplegar la tecnología y la infraestructura durante este tiempo para ayudar a transformar la industria en todo el mundo.

En esta década clave, se acelerará las reducciones de CO₂ mediante las siguientes acciones e iniciativas:

- Aumento de la sustitución de clinker incluyendo cenizas volantes, arcillas calcinadas, GGBS y piedra caliza molida.
- Reducción de los combustibles fósiles y aumento del uso de combustibles alternativos
- Mejora de la eficiencia en la producción de concreto
- Mejora en la eficiencia del diseño de proyectos de concreto y su uso en la construcción, incluido el reciclaje
- Inversión en tecnología e innovación
- Desarrollo de la tecnología y la infraestructura del CCUS

Hitos de reducción de CO₂ en 2030

Concreto > **25%** Reducción de CO₂ por m³ de concreto para 2030

Cemento > **20%** Reducción de CO₂ por tonelada de cemento para 2030

2030 a 2050: pleno despliegue de tecnologías para llegar a cero

En este periodo, se aprovechará los avances de la década anterior.

Sustitución del clinker. Si bien se reconoce que el suministro de cenizas volantes y GGBS probablemente disminuirá, la disponibilidad de caliza molida y arcilla calcinada aumentará y se utilizará como herramienta clave.

Incluso en la década de 2030 habrá margen para seguir utilizando combustibles alternativos para reducir las emisiones de CO₂.

Las alternativas a los cementos de clinker Portland también pueden desempeñar un papel en la descarbonización, aunque limitado, quizás en torno

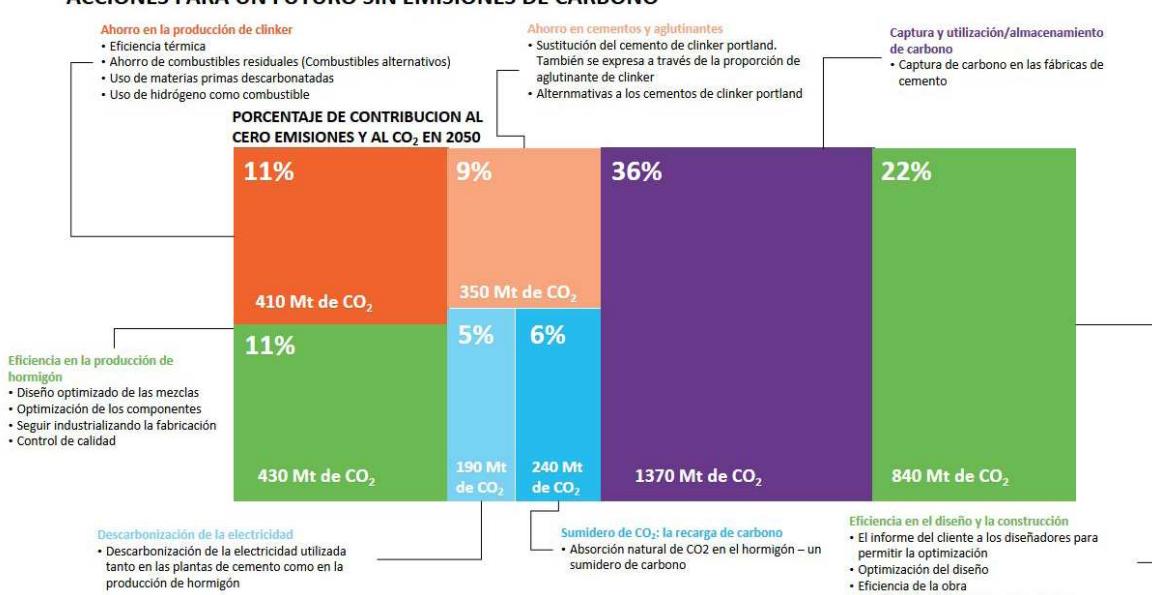
a un 5% del mercado.

En última instancia, las emisiones en los procesos significan que, aunque realizado todo lo posible por reducirlas, habrá que capturar el CO₂, reutilizarlo si es posible, o almacenarlo. Una vez establecida la capacidad y el argumento comercial para 2030, y con el desarrollo de la infraestructura en marcha, se podrá iniciar el despliegue del CCUS a escala para garantizar el logro de cero emisiones para 2050.

El despliegue de la tecnología de captura de carbono a gran escala durante la fabricación de cemento podría eliminar por completo sus emisiones de proceso. Esto, junto con la biomasa y la recarbonatación, podría dar lugar a la entrega futura de concreto con carbono negativo.

Además, la inversión, la colaboración y el trabajo centrado en la innovación a través de los programas Innovandi también podrían desencadenar nuevas tecnologías en la misión de descarbonización. Por ejemplo, se prevé que el hidrógeno verde/limpio y la electrificación de los hornos desempeñen un papel a partir de 2040.

ACCIONES PARA UN FUTURO SIN EMISIONES DE CARBONO



Futuro Concreto de la GCCA: Plan de Trabajo hacia la Carbono Neutralidad

Las emisiones de CO₂ y las medidas de reducción de las emisiones

Ahorro en la producción de clínker. Esto incluye la reducción de CO₂ mediante el uso de materias primas descarbonatadas, medidas de eficiencia energética, uso de materiales de desecho sostenibles («combustibles alternativos») para sustituir a los combustibles fósiles e innovaciones como el uso de hidrógeno y la electrificación de los hornos.

Ahorro de cemento y aglutinantes. En la planta de cemento o en la de concreto, se pueden añadir cenizas volantes, GGBS, piedra caliza molida y otros materiales para obtener concreto con menos emisiones de CO₂ pero con el rendimiento requerido y en algunas aplicaciones, se mejora su rendimiento. Esta medida también se denomina sustitución de clínker, la que se describe por la proporción de aglutinante de clínker.

Eficiencia en la producción de concreto. En cuanto a la producción de concreto, la industrialización es la medida específica clave. El paso de la dosificación de concreto en pequeñas obras con cemento en sacos a los procesos industrializados, ofrece un importante ahorro de emisiones de CO₂ debido al cumplimiento de las especificaciones de la mezcla y el control de calidad. En algunas economías emergentes, como la India, la gran mayoría de la producción de concreto

se realiza actualmente en las obras. Ya en otros países, se observa la transición a la producción industrializada.

La captura y utilización/almacenamiento de carbono es una nueva medida, y se prevé que su contribución solo será significativa después de 2030, cuando se haya establecido la viabilidad comercial y la infraestructura necesaria. Una vez capturado, el CO₂ se utilizará en la industria del cemento y el concreto, en otras industrias, o bien, se almacenará.

La descarbonización de la electricidad en todo el mundo en las próximas décadas hará que las emisiones procedentes de la generación de electricidad utilizada en la producción de cemento y concreto se reduzcan a cero.

Recarbonatación es un proceso natural de absorción de CO₂ por parte del concreto. Los ingenieros lo entienden bien y se ha incorporado a las normas de ingeniería durante décadas. Solo recientemente se ha tenido en cuenta en la contabilidad del carbono, la más reciente el 6º Informe de Evaluación del IPCC publicado en agosto de 2021.

La eficiencia en el diseño y la construcción puede lograrse aplicando muchas medidas específicas. Estas medidas pueden aplicarse con las normas y reglamentos actuales.



Hoja de Ruta GCCA: Hacia una industria del Cemento y Concreto Neutra en Carbono al 2050

1.5

Papers ECRA 2017

En el año 2017, CSI decidió iniciar un proyecto junto con la ECRA para actualizar la perspectiva de las tecnologías disponibles para la reducción del CO₂ y la eficiencia energética en el sector del cemento. Esta decisión fue tomada a la luz de la discusión y ratificación del Acuerdo de París de la CMNUCC. Además, esta actualización se realizó con el propósito de incorporar información sobre materiales alternativos y uso de combustible en la industria del cemento, y para formar una nueva base para el proyecto de modelado de Perspectiva de Tecnología Energética (ETP) de la IEA⁸.

Las estimaciones sobre el potencial de reducción se realizaron teniendo en cuenta una planta de referencia (2 millones de toneladas de clínker anuales o 6.000 toneladas de clínker por día de capacidad), la cual se basa en los datos técnicos de más de 900 plantas de cemento obtenidos del Protocolo GNR de CSI del año 2014. Para los datos de costos, se tomó como referencia los precios de Europa central.

Los supuestos clave para la planta de referencia son los siguientes:

- Tipo de horno: predominantemente caracterizado como proceso seco.

- 70% del proceso en seco con precalentador y precalcinador.
- 14% del proceso en seco con precalentador sin precalcinador.
- 16% de hornos mixtos.

La última publicación de los Papers Tecnológicos comprende 52 papers, de los cuales 32 son una actualización de los existentes y los otros 20 corresponden a la incorporación de nuevas tecnologías.

Estos documentos representan una visión global de los principales ejes en la reducción de CO₂ en la producción de cemento, además de sus oportunidades y barreras para su implementación.

Los ejes de reducción identificados son:

- 1. Eficiencia térmica**
- 2. Eficiencia eléctrica**
- 3. Uso de materias primas alternativas y combustibles alternativos (biomasas, combustibles a partir de residuos, entre otros)**
- 4. Reducción del contenido de clínker en el cemento**
- 5. Nuevos cementos**
- 6. Captura y almacenamiento de carbono**
- 7. Captura y uso del carbono**

⁸ Academia Europea para Investigación del Cemento, ECRA, Papers Tecnológicos, 2017.

Papers ECRA: Tecnologías para la reducción de CO₂

Los 52 documentos conocidos como Papers Tecnológicos son aplicaciones específicas para la reducción de CO₂, incluyendo tecnologías en uso e innovaciones desafiantes para su aplicación futura en la producción de cemento.

Eficiencia Energética: Papers 1 al 11

- 1- Mejora en la capacidad de cocción de la mezcla de materias primas.
- 2- Cambio de hornos largos a hornos con precalentador/precalcinador.
- 3- Modificación del precalentador (por ej. ciclones con menor pérdida de presión).
- 4- Etapas de ciclones con precalentadores adicionales.
- 5- Aumento de la capacidad del horno.
- 6- Reemplazo de quemador mono canal a quemador moderno multicanal.
- 7- Tecnología de enriquecimiento de oxígeno.
- 8- Enfriador de clínker de tecnología eficiente.
- 9- Recuperación de calor residual: Vapor (WHR, por sus siglas en inglés).
- 10- Recuperación de calor residual: Ciclo Orgánico de Rankine (ORC, por sus siglas en inglés).
- 11- Recuperación de calor residual: Ciclo Kalina.

Combustibles Alternativos: Papers 12 al 17

- 12- Materias primas alternativas descarbonatadas para la producción de clínker.
- 13- Cambio de combustible: carbón/pet-coke por petróleo/gas/biomasa pura.
- 14- Combustibles alternativos (incluye biomasa), reemplazando combustibles fósiles convencionales.
- 15- Pretratamiento de combustibles alternativos (molienda y secado).
- 16- Gasificación o pre-combustión de combustibles alternativos.
- 17- Carbonización hidrotérmica (HTC) y Torrefacción.

Eficiencia Eléctrica: Papers 18 al 30

- 18- Optimización en el control y automatización de plantas.
- 19- Variadores de velocidad.
- 20- Eficiencia del sistema auxiliar de aire.
- 21- Gestión de energía.
- 22- Operación de planta de cemento optimizada con energía renovable.
- 23- Molienda de cemento con molinos de rodillos verticales y prensas de rodillos.
- 24- Separadores de alta eficiencia.
- 25- Optimización de los parámetros de funcionamiento de los molinos de bolas.
- 26- Molienda separada de los componentes de la materia prima.
- 27- Tecnología avanzada de molienda.
- 28- Molienda y mezcla separados por finura.
- 29- Aumentar el rendimiento del cemento por optimización de la distribución del tamaño de partícula.
- 30- Uso optimizado de los aditivos para molienda.

Reducción del contenido de clínker en el cemento: Papers 31 al 37

- 31- Reducción adicional del contenido de clínker en cemento mediante uso de escorias granuladas de alto horno.
- 32- Cementos y concreto de alto desempeño que reducen el CO₂.
- 33- Impacto del factor de saturación de cal muy alto/ muy bajo.
- 34- Reducción adicional del contenido de clínker en el cemento mediante el uso de ceniza volante.
- 35- Reducción adicional del contenido de clínker en el cemento mediante el uso de puzolanas naturales.
- 36- Reducción adicional del contenido de clínker en el cemento mediante el uso de arcillas calcinadas.
- 37- Reducción adicional del contenido de clínker en el cemento mediante el uso de otros materiales.

Nuevos Cementos: Papers 38 al 42

- 38- Cementos activados alcalinamente.
- 39- Cementos basados en la carbonatación de silicatos cálcicos.
- 40- Otros clíker de bajo carbonato: silicatos de calcio prehidratados.
- 41- Otros cementos con bajo contenido de carbonato - Cementos Belita.
- 42- Otros cementos con bajo contenido de carbonato (belita).

Captura de carbono, almacenaje y uso: Papers 43 al 52

- 43- Tecnología de oxicombustible.
- 44- Captura postcombustión usando tecnologías de absorción.
- 45- Captura post - combustión usando procesos de membrana.
- 46- Captura post - combustión usando solid sorbents: Mineral carbonation.
- 47- Captura postcombustión utilizando sorbentes sólidos: Carbonatación mineral.
- 48- Uso de CO₂: Productos químicos básicos, urea, ácido fórmico, polímeros.
- 49- Uso de CO₂: Energía a gas (Metano: CH₄).
- 50- Uso de CO₂: Energía a líquidos (Metanol: CH₃OH).
- 51- Uso de CO₂: Recuperación mejorada de petróleo.
- 52- Uso de CO₂: Captura en algas y producción de combustible, biocombustibles



FICEM publicó un artículo de Tecnología e Innovación para la Reducción de CO₂ en la Industria del Cemento basado en los Papers ECRA 2017. En este artículo se realizan las adecuaciones a la realidad de Latinoamérica a fin de su implementación. Además, se incorpora un módulo para una lectura íntegra de los distintos aportes de estas tecnologías bajas en carbono.

La industria del cemento de Perú se siente parte del compromiso mundial global para enfrentar los efectos del cambio climático, y, por tanto, considera absolutamente necesario haber tomado la experiencia internacional y global para que su Hoja de Ruta pueda ser coherente y complementaria a los esfuerzos, tanto de la comunidad como de las organizaciones internacionales, a fin de lograr las metas propuestas en la COP 21, metas que comprometen a toda la humanidad.

2



Medición, Reporte y Verificación

El término MRV (Medición, Reporte y Verificación) se utiliza para describir todas las medidas que los países adoptan para recoger datos sobre las emisiones, las acciones de mitigación y de apoyo.

Esta información se consolida en informes e inventarios, los que son sometidos a revisión o análisis internacional por entidades acreditadoras o certificadoras y agencias gubernamentales.

Un MRV, al generar información comparable y transparente, ayuda a los países, organizaciones, empresas y partes interesadas a entender las fuentes y las tendencias de emisiones, facilita el

intercambio de esta información y de las buenas prácticas, y entrega y mejora el sustento para tomar otras medidas de política ambiental, tales como exenciones tributarias, apoyo financiero, normas de emisión, legislación de Responsabilidad Extendida del Productor en residuos, impuestos verdes, entre otras.

A continuación, veremos la historia y desarrollo de los MRV desde la COP 21, sus requisitos, condiciones y alcances; y describiremos el denominado sMRV FICEM y cómo este sistema ha considerado los criterios internacionales en su diseño e implementación.

2.1

Sistemas de Medición, Reporte y Verificación

2.1.1 Acuerdo de París y MRV

Como ya se mencionó en el capítulo anterior, el Acuerdo de París es legalmente vinculante para los países que lo han ratificado y tiene como objetivo el que los países se comprometan a mantener la temperatura media mundial, al año 2050, por debajo de los 2°C respecto a los niveles preindustriales. Para ello, se deberá reducir drásticamente las emisiones de GEI proyectadas.

Las acciones emprendidas por los distintos países en favor de este objetivo se ven reflejadas en los instrumentos internacionales denominados NDC, los que entraron en vigor en el año 2020 y serán revisados cada 5 años mediante un mecanismo de seguimiento al cumplimiento. Respecto a este último, el Acuerdo de París dio un importante paso adelante al definir la necesidad de contar con un sistema universal de transparencia para la Medición, Reporte y Verificación.

El término MRV se utiliza para describir todas las medidas que los países adoptan para recoger datos sobre sus emisiones, acciones de mitigación y de apoyo, y para reunirlas en los informes e inventarios; para luego ser sometidos a algún tipo de revisión o análisis internacional. El MRV puede ayudar a los países a entender las fuentes y tendencias de emisiones, diseñar estrategias de mitigación, mejorar la credibilidad y tomar otras medidas de política.

La práctica de MRV integra tres procesos independientes, pero interrelacionados:

Medición (M): medición de datos e información sobre emisiones, acciones de mitigación y apoyo. Esto puede implicar la medición física directa de emisiones de GEI, la estimación de emisiones – o reducción de emisiones – utilizando datos de actividad y factores de emisión; el cálculo de cambios relevantes para el desarrollo sostenible; y la recopilación de información sobre el apoyo necesario para la mitigación del cambio climático.

Reporte (R): se reúne la información producida en el proceso anterior en inventarios y otros formatos estandarizados, para hacerla accesible a una gama de usuarios y facilitar la divulgación pública de la información.

Verificación (V): la información reportada se somete periódicamente a alguna forma de revisión, análisis o evaluación por parte de una entidad independiente para establecer su integridad y confiabilidad. A la fecha no existe un sistema único de MRV derivado del Acuerdo de París, y se cuenta sólo con criterios básicos y referencias para su elaboración por parte de los gobiernos, sectores económicos y otros grupos de interés.

2.1.2 MRV 101

Comprension de la Medición, Reporte y Verificación para la Mitigacion del Cambio Climático

En agosto del año 2016, el World Resources Institute (WRI) publicó un documento denominado “MRV 101: Understanding Measurement, Reporting, and Verification of Climate Change Mitigation”, documento que examina el concepto MRV e identifica tres tipos de MRV relacionados con la mitigación, los cuales son:

Figura 11.

Varios tipos de MRV relacionados con la mitigación: emisiones, acciones de mitigación y apoyo

Fuente. MRV 101: UNDERSTANDING MEASUREMENT, REPORTING, AND VERIFICATION OF CLIMATE CHANGE MITIGATION, Abril 2016



⁹ World Resources Institute, WRI, MRV ¹⁰¹: Understanding Measurement, Reporting, and Verification of Climate Change Mitigation, 2016



MRV de emisiones de GEI2

Implica la medición y el monitoreo de las emisiones de GEI asociadas con actividades de entidades, tales como países, organizaciones o instalaciones industriales, informando los datos recopilados en un inventario de GEI u otras formas, y realizando revisiones y verificaciones.

A nivel nacional, el MRV de las emisiones de GEI implica medir, reportar y verificar la cantidad total de emisiones de GEI de actividades humanas en un país.

Éstos se informan en un inventario nacional de GEI categorizados en cuatro sectores económicos principales: 1) energía; 2) procesos industriales y uso de productos; 3) agricultura, silvicultura y otros

usos de la tierra; 4) residuos.

A nivel de organizaciones, el MRV de las emisiones de GEI implica construir un inventario de emisiones totales y datos de todas las fuentes (incluidas las estacionarias y fuentes móviles, proceso y emisiones fugitivas) dentro de los límites de la organización.

Por último, a nivel de instalaciones industriales, el MRV de las emisiones de GEI implica evaluar el total de emisiones y absorciones de GEI de todas las fuentes dentro de una única instalación (por ejemplo, planta de energía, fábrica o sitio de eliminación de residuos).

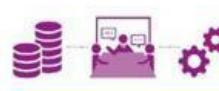


MRV de acciones de Mitigación

Se refiere a intervenciones y compromisos, incluidos objetivos, políticas y proyectos, emprendidos por un gobierno u otra entidad, para reducir las emisiones de GEI. Los ejemplos incluyen planes climáticos nacionales, contribuciones determinadas a nivel nacional, políticas que establecen estándares de emisiones para vehículos, sistemas regionales de

comercio de emisiones y proyectos para mejorar la tierra degradada.

El MRV de las acciones de mitigación incluye estimar, informar y verificar sus efectos en términos de emisiones de GEI y desarrollo sostenible, y monitorear su implementación.



MRV de soporte

Se refiere al financiamiento para la transferencia de tecnología y/o el desarrollo de capacidades. Incluye respaldo monetario, como por ejemplo: financiamiento para desarrollar un sistema nacional de comercio de emisiones transables, inversiones en tecnologías de bajas emisiones y fondos para

la organización de talleres de capacitación para auditores de energía. La definición de apoyo también incluye apoyo no monetario, como asesoramiento técnico para diseñar normas nacionales de eficiencia energética o esquemas de etiquetado.

2.1.3 Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

Las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de GEI¹⁰ son el resultado de la invitación realizada por la CMNUCC para actualizar las Directrices del IPCC de 1996 y la orientación de buenas prácticas asociadas (Orientación sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, y la Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura).

Las Directrices de 2006 tomaron como base el trabajo ya realizado y evolucionaron a partir de allí, gracias al aporte de más de 250 expertos de todo el mundo. Estas nuevas directrices incluyen nuevas fuentes y gases de efecto invernadero, así como el ajuste de los métodos publicados con anterioridad.

La actualización de las Directrices del IPCC de 2006 se ha estructurado de manera tal que cualquier país, independientemente de su experiencia o recursos, pueda producir estimaciones fiables de sus emisiones y absorciones de gases.

En particular, los valores por defecto de los diversos parámetros y factores de emisión necesarios son provistos para todos los sectores, de modo que un país debe suministrar únicamente los datos de la actividad nacional. El método también permite que los países que disponen de más información y recursos utilicen metodologías más detalladas y específicas, a la vez que conserva la compatibilidad,

comparabilidad y coherencia entre los diferentes países. Las directrices definen como buena práctica la elección de la metodología de cuantificación más apropiada según las circunstancias nacionales.

Estas metodologías se agrupan en 3 niveles:

Nivel 1: en este nivel, la estimación de emisiones para cada categoría de fuente y combustible requiere datos sobre la cantidad de combustible quemado en la categoría de fuente y un factor de emisión por defecto. Este último proviene de los valores por defecto proporcionados por la IPCC.

Nivel 2: la aplicación de este nivel requiere datos sobre la cantidad de combustible quemado en la categoría de fuente y un factor de emisión específico por país para la categoría de fuente y el combustible para cada gas. En este nivel se reemplazan los factores de emisión por defecto por factores de emisión específicos nacionales.

Nivel 3: este nivel considera que las emisiones dependen del tipo de combustible utilizado, la tecnología de combustión, las condiciones de operación, la tecnología de control, la calidad del mantenimiento y el tiempo de uso del equipo utilizado para quemar el combustible. Es decir, en este nivel se toma en cuenta la dependencia de las variables y parámetros tecnológicos.

¹⁰ Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC, Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero del 2006, 2006

2.1.4 Protocolo GHGP

El “Protocolo de Gases de Efecto Invernadero”¹¹ es el protocolo internacional más usado para los MRV, debido a que fue la primera iniciativa orientada a la contabilización de emisiones para entender, cuantificar y gestionar las emisiones de GEI.

El GHG Protocol ha sido desarrollado entre el WRI y el WBCSD, 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.

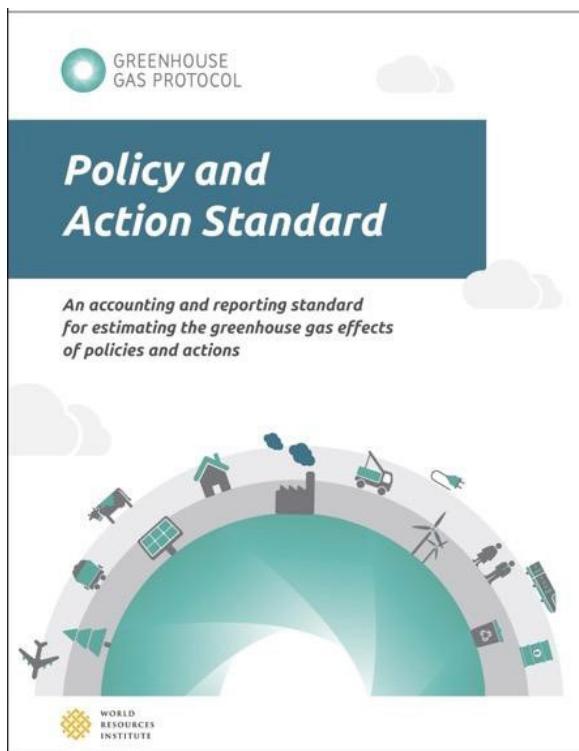
Estas herramientas permiten:

- Preparar inventarios de GEI, reduciendo los costos que significa dicho proceso. 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.

- Medir las emisiones de GEI directas e indirectas. Las emisiones indirectas se refieren a aquéllas por las que una empresa se responsabiliza a pesar que provienen de una fuente no localizada en el interior de sus establecimientos, tales como las emisiones relativas a los bienes adquiridos y los servicios, el transporte y la distribución, y uso de los productos vendidos.

- Utiliza una visión intersectorial.



¹¹ World Business Council for Sustainable Development, WBCSD / World Resources Institute, WRI, Protocolo de Gases Efecto Invernadero, 2001

2.2

Estrategia de la Industria del Cemento

2.2.1 Emisiones de CO₂ asociadas a la producción de cemento (Alcances 1, 2 y 3)

Conocer las emisiones totales de GEI en la industria del cemento se relaciona, casi exclusivamente, a sus emisiones de CO₂. Debido a esto, los protocolos asociados se focalizan en este tipo de emisiones, por lo que los términos CO₂ o CO₂eq pueden ser usados indistintamente.

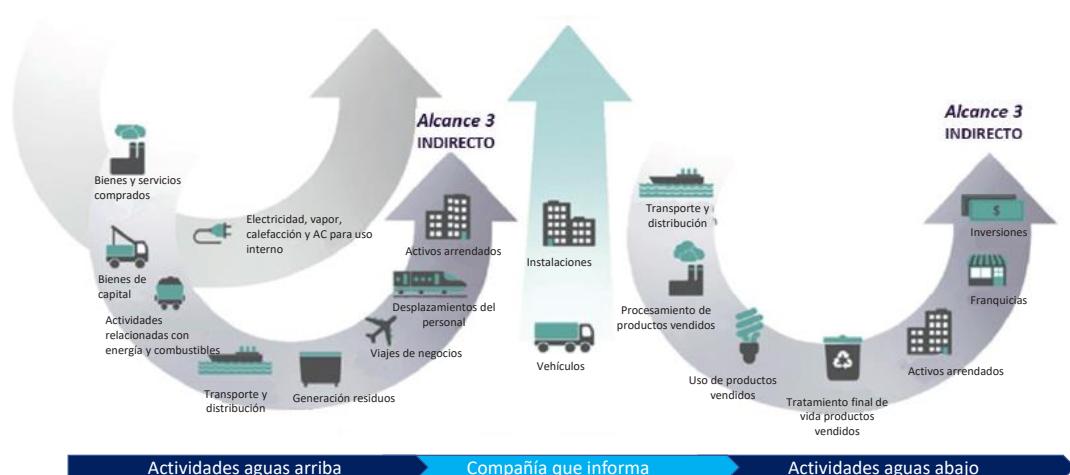
Para medir el CO₂ asociado al cemento se han determinado tres alcances: Alcance 1 (emisiones directas de la producción de cemento y de las actividades mineras bajo el control de la cementera),

Alcance 2 (consumo de energía eléctrica), y Alcance 3 (emisiones indirectas *upstream* y *downstream*, como son, por ejemplo: las actividades mineras de terceros, el clínker suministrado por terceros, transportes en la cadena de valor, distribución del producto, uso del producto, entre otras).

En la Figura 12 se muestra una descripción general de los alcances y emisiones de GEI en toda la cadena de valor.

Figura 12.

Alcances para la estimación de las emisiones
Fuente. WBCSD



2.2.2 Alcances 1 y 2 del sector cemento: Protocolo de energía y CO₂ para la producción de cemento

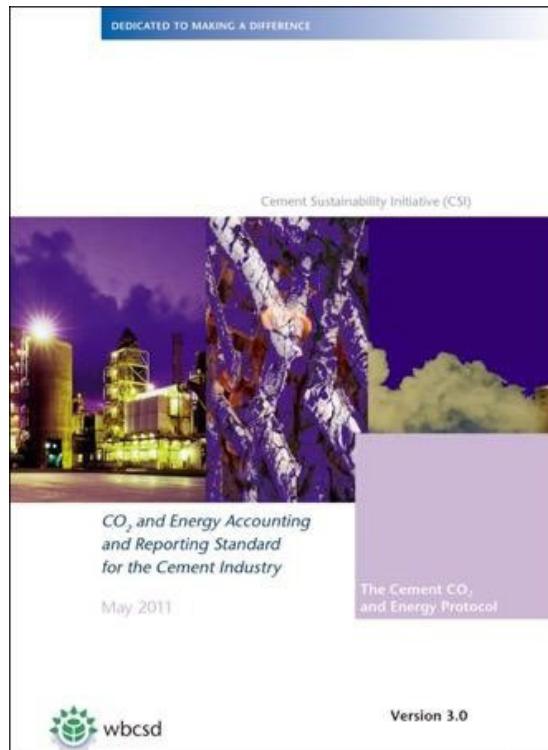
El actual *Protocolo de Energía y CO₂*¹² para la producción de cemento es una metodología para calcular y reportar emisiones de CO₂ propuesta el año 2001 por CSI y actualizado el año 2011 bajo su versión 3.0. Este protocolo incluye las necesidades específicas de la industria del cemento, lo que le permite ser la guía más importante para la medición y reporte de CO₂ en el sector cementero. Además, se alineó estrechamente con el Protocolo GHG desarrollado por el WBCSD y WRI.

Respecto a la medición y al reporte, el Protocolo CSI de Cemento de CO₂:

Es una herramienta flexible que satisface necesidades, tales como: administración interna del desempeño ambiental, reportes ambientales corporativos y públicos, reportes bajo esquemas de impuestos CO₂, reportes bajo esquemas de cumplimiento de CO₂ (acuerdos voluntarios o negociados, comercio de emisiones), benchmarking de la industria y análisis del ciclo de vida del producto.

Los métodos de cálculo utilizados en este protocolo son compatibles con las directrices del IPCC - 2006 y con el protocolo de WRI/WBCSD. Esto permite a las empresas cementeras informar sus emisiones de CO₂ a los gobiernos nacionales de acuerdo con los requisitos del IPCC.

Incluye todas las emisiones asociadas al Alcance 1 y Alcance 2 y consta de tres documentos: un documento de orientación (Guidance Document), una hoja de cálculo de Excel (Excel Spreadsheet) para ayudar a las compañías de cemento a preparar sus inventarios de CO₂, y un Manual de Internet, que suministra una guía paso a paso para el cumplimiento del Protocolo. Este manual puede encontrarse en la página web www.cement-co2-protocol.org.



Respecto a la verificación, el Protocolo CSI de Cemento de CO₂:

Este proceso, inicialmente llevado a cabo por CSI y en la actualidad gestionado por GCCA, trabaja en alianza con PwC de Francia en la consolidación, procesamiento de datos y emisión de reportes de las empresas cementeras que contribuyen con información a la base de datos GNR. Las empresas cementeras reportan información relativa a indicadores de emisión de CO₂ y eficiencia energética. Además, existe un protocolo para la verificación externa de la información de la planta, que es realizada por entidades evaluadoras externas debidamente calificadas.

¹² World Business Council for Sustainable Development, WBCSD, CO₂ and Energy Accounting and Reporting Standard for the Cement Industry, 2011

2.2.2 Alcances 1 y 2 del sector cemento: Protocolo de energía y CO₂ para la producción de cemento

La Guía de Contabilidad e Informes de GEI del Alcance 3 para la producción de cemento es un complemento del *Protocolo de Energía y CO₂ para la producción de cemento* (Alcance 1 y 2). Fue elaborada por CSI, en colaboración con el WBCSD, distintas empresas cementeras líderes, y organizaciones gremiales internacionales.

Las principales organizaciones que participaron en el proceso de elaboración y consulta de la Guía son:

- The European Cement Association (CEM BUREAU).
- Japan Cement Association (JCA).
- Federación Interamericana del Cemento (FICEM).
- Carbon Disclosure Project (CDP).
- World Resources Institute (WRI) - Equipo GHG.
- The Portland Cement Association (PCA).
- German Cement Association (VDZ).

Esta Guía se basa en la Norma de Contabilidad y Notificación de la Cadena de Valor Corporativa de Gas de Efecto Invernadero WBCSD - WRI (Alcance 3) (septiembre de 2011). Además, contempla las principales emisiones de GEI (con CO₂ y sin CO₂) de actividades *upstream* (aguas arriba) y *downstream* (aguas abajo) relacionadas con la producción de cemento. Permite comparar las emisiones de GEI de una compañía a lo largo del tiempo. Proporciona una metodología específica para el cálculo de las emisiones de Alcance 3, con el objetivo de informar estas emisiones para diversos fines.

Las emisiones de Alcance 3 contemplan emisiones indirectas no cubiertas por el Alcance 2, por ejemplo, la extracción y producción de materiales y combustibles comprados, como clínker; actividades

vinculadas al transporte que no son propiedad de la empresa cementera, o controlados por ella; actividades relacionadas con la electricidad, por ejemplo, pérdidas de transmisión y distribución; actividades subcontratadas; eliminación de residuos; etc.

Además, la contabilidad de Alcance 3 permite a las compañías cementeras:

- Desarrollar una huella asociada a la cadena de valor, proporcionando una estimación precisa del impacto total de las actividades de una empresa.
- Evaluar los puntos críticos de emisión.
- Identificar los riesgos de recursos y energía.
- Identificar los proveedores líderes de sostenibilidad.
- Identificar las oportunidades asociadas a la reducción de costos y la eficiencia energética.
- Involucrar a los proveedores y ayudarlos a implementar iniciativas de sostenibilidad.
- Reducir las emisiones asociadas a viajes de negocios y desplazamientos.

Para el caso de la producción de cemento, el Alcance 1 es, sin duda, el más relevante con respecto a las emisiones de CO₂, pero conocer las emisiones de CO₂ del Alcance 3 es necesario para determinar el CO₂ global en el ciclo de vida del cemento. Por ejemplo, de acuerdo con estadísticas de la firma Italcementi, estas emisiones representan un 17 % del total de las emisiones que surgen de toda la cadena de valor (Figura 14), mientras que el Alcance 1 concentra la mayor cantidad de emisiones (76%), y el Alcance 2 representa tan solo el 7% restante de emisiones.

Figura 13.

Emisiones en la producción de cemento según alcance (scope)

Fuente. Cement Sector Scope 3 GHG – Accounting and Reporting Guidance / WBCSD

En particular, la industria del cemento tiene sus principales emisiones en el Alcance 1, mientras que otros ciclos de vida concentran gran parte de sus emisiones en el Alcance 3. Por ello, la importancia dada por el WBCSD de implementar protocolos para determinar las emisiones en todos los Alcances.

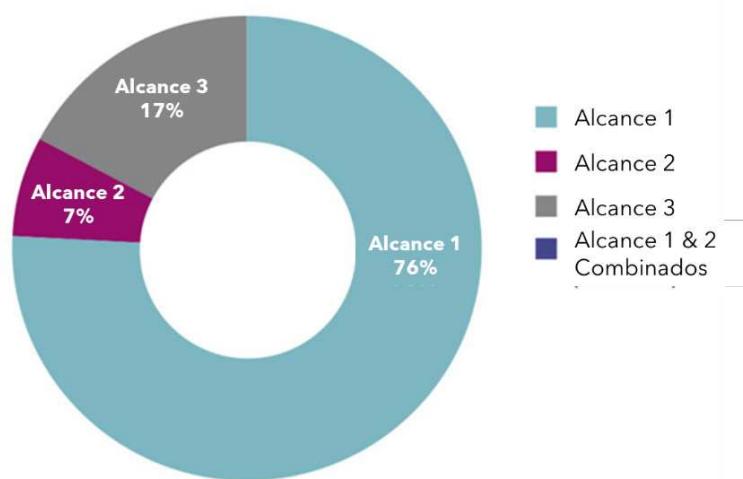
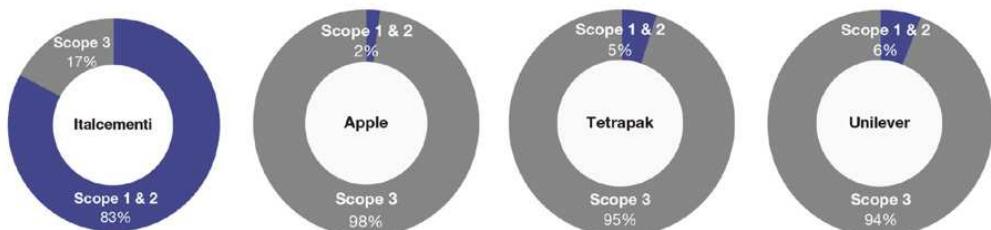


Figura 14.

Emisiones en diferentes industrias según alcance

Fuente. Cement Sector Scope 3 GHG – Accounting and Reporting Guidance/WBCSD



2.3 Medición, Reporte y Verificación sMRV FICEM

2.3.1 Origen y definición sMRV FICEM

De acuerdo con los requerimientos de la COP 21 de contar con MRV efectivos y confiables, FICEM asumió dicho desafío a través de la implementación de su sMRV FICEM, el cual cumple con las características del MRV de Medición de GEI (MRV 101), las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de GEI y el *Protocolo de Medición de Gases efectos Invernadero*.

Sobre esta base, el sMRV FICEM es un sistema desarrollado por FICEM y de su exclusiva propiedad, como parte de las herramientas que contiene su Hoja de Ruta, que permite importar datos desde el *FORMATO CSI CEMENT CO₂ AND ENERGY PROTOCOL VERSIÓN 3.1.*, consolidarlos en una base de datos relacional, incorporar datos de referencia, y entregar un resumen consolidado para su visualización y análisis mediante herramientas de visualización y descubrimiento de datos.

Los datos consolidados a nivel país y/o Macrozona comparan cada indicador con datos globales en las mismas unidades y con el mismo significado, lo cual permite tomar decisiones enfocadas en las medidas y acciones más eficientes desde el punto de vista técnico y ambiental.

FICEM, en concordancia con las directrices globales en la industria del cemento, determinó que las emisiones del sector cementero en los Alcances 1 y 2 representan cerca de un 83%, por lo que sMRV FICEM ha utilizado dicho criterio para la elaboración de la presente Hoja de Ruta de Perú.

Los principales procesos contenidos en la sMRV FICEM son los siguientes:

- Lectura de datos e Importación desde archivos CSI Protocol 3.1.
- Homologación de unidades y cálculo de indicadores desde datos importados.
- Agregación de indicadores de planta a niveles superiores; país, Macrozona y/o región.
- Vinculación de indicadores calculados con los datos de referencias internacionales (GNR, Banco Mundial, etc.).
- Generación de reportes ejecutivos por niveles de agregación y año de los indicadores clave de cada país y/o Macrozona.

2.3.2 Protocolo sMRV FICEM

El Protocolo de Procesamiento, Consolidación y Validación de Datos FICEM (Protocolo FICEM) contiene el procedimiento que permite tomar datos relevantes, asociados a las medidas de mitigación de las emisiones de GEI de las distintas compañías, especialmente los contenidos en la Planilla CSI Cement CO₂ and Energy Protocol Versión 3.1. (en adelante CSI protocol 3.1) proporcionados por las compañías participantes del proceso, validarlos a través de una entidad externa, consolidarlos, adicionar datos de referencia, tales como hojas de ruta, estándar CSI, etc.; y entregar resúmenes consolidados para su visualización y análisis mediante informes y/o reportes. Todo lo anterior, conciliando los principios de transparencia y confidencialidad.

La Entidad Externa de validación es un tercero de reconocido prestigio que entrega los siguientes servicios: a) recepción y agregación de información enviada por las compañías; b) validación de información utilizada; y c) emisión del Informe que valida que la emisión de los Reportes por parte de FICEM han cumplido con todas las etapas del Protocolo.

A continuación, se describen las etapas y procedimientos del Protocolo:

0. REUNIÓN DE APERTURA: Esta reunión tiene como fin, dar formalmente el inicio a las actividades del presente Protocolo, como fijar los alcances del proceso para las Compañías o País adherente y/o Macrozona, años que comprenderá la información, si se considerarán años no verificados, además de cualquier otro tema de carácter general que se considere necesario.

1. PREPARACIÓN Y ENVIO DE INFORMACION A LA ENTIDAD EXTERNA DE VERIFICACIÓN (EEV): cada compañía prepara los datos que desea analizar en el formato CSI protocol 3.1. y los remite a la EEV, vía correo electrónico que será determinado por la EEV para estos efectos, bajo los estándares de confidencialidad y seguridad necesarios para

dichos fines.

2. RECEPCIÓN, VALIDACIÓN Y ENVIO DE INFORMACIÓN POR LA EEV A FICEM (SEUDONOMIZACION): La EEV recibe la información indicada en el punto anterior, luego valida la presentación de dicha información, para luego entregárselos a FICEM. Además, seudonimiza aquellos datos o nombres propios que puedan permitir la identificación individual de una planta y Compañía.

3. AGREGACIÓN DE DATOS; GENERACIÓN DE REPORTES. Los datos recibidos por FICEM desde la EEV son cargados en el sMRV FICEM y obteniéndose una base de datos con información agregada de acuerdo a lo establecido en el punto 4.0.

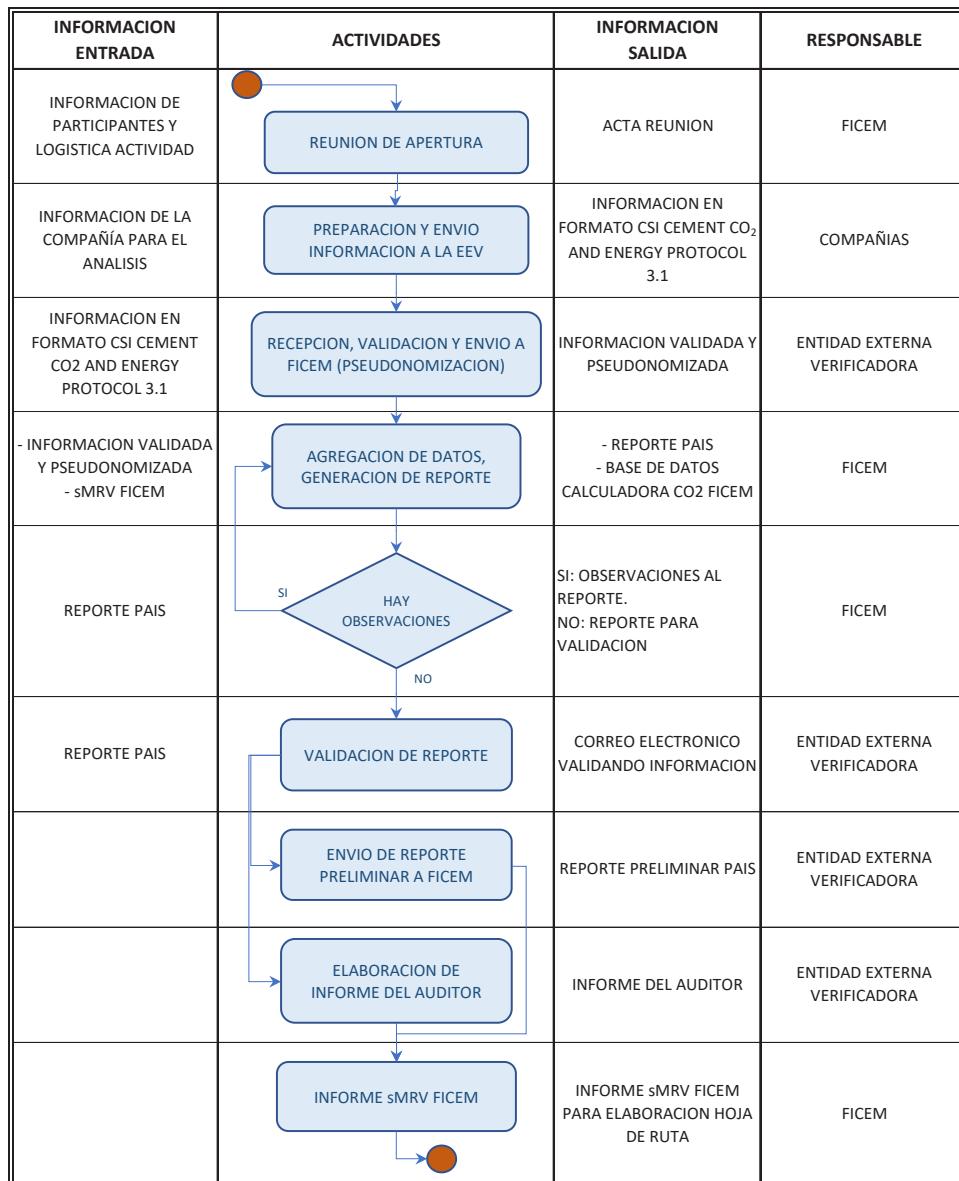
4. VALIDACION DE REPORTE. La EEV recibe la información ponderada por parte de FICEM y valida que ella sea consistente con aquella que fue entregada a FICEM de acuerdo al punto 4.2

5. ENVIO DE REPORTE PRELIMINAR A FICEM. La EEV envía de manera preliminar el reporte a FICEM, paralelamente a la redacción del informe por parte del auditor.

6. INFORME DEL AUDITOR. La EEV procederá a emitir el Informe del Auditor donde declaran que se han cumplido con las etapas de este Protocolo y que los números basales que se han utilizado son aquellos que la EEV ha recibido de las distintas compañías. Este informe será remitido en forma exclusiva a FICEM. El alcance de la participación de la EEV abarca solo hasta este punto.

7. INFORMES sMRV FICEM. Luego del punto anterior, FICEM pondrá a disposición del proceso de elaboración de Hoja de Ruta País y/o Macrozona, los informes que sean necesarios de acuerdo a los antecedentes generados por el presente Protocolo.

Figura 15.
Flujo de las etapas y procedimientos del sMRV FICEM



3

Hoja de Ruta FICEM



La Federación Interamericana del Cemento - FICEM en su objetivo de potenciar el desarrollo sostenible de la región, ha impulsado y desarrollado el proyecto Hoja de Ruta FICEM: “Hacia una economía baja en carbono”, que representa el compromiso de la industria cementera latinoamericana en la reducción de emisiones de CO₂.

15 representantes de la industria cementera de 23 países de Latinoamérica y el Caribe, se reunieron el 2 de febrero de 2017 en la ciudad de Miami, Estados

Unidos, y con el fin de ratificar su compromiso en la reducción de emisiones de CO₂ hacia una economía baja en carbono, aprobaron dicha Hoja de Ruta FICEM, la cual se detalla en el presente capítulo.

Adicionalmente, en esta reunión, se aprobó el inicio del proceso de elaboración de las Hojas de Ruta por País, considerada la Fase II del proyecto latinoamericano de Hoja de Ruta FICEM, lo cual se ve reflejado en el presente documento.



**Ratificación Compromiso Hoja de Ruta FICEM 2017
por la Industria del Cemento en Latinoamérica y El Caribe**

¹³ FICEM, Federación Interamericana del Cemento, Ricardo Pareja S., FICEM Hoja de Ruta CO₂, 2017

3.1 HR FICEM y sus objetivos

Objetivo 1

Aportar a los objetivos mundiales para el desarrollo sostenible ODS y COP21, los objetivos globales de la Iniciativa para la Sostenibilidad del Cemento (CSI) y los objetivos regionales para enfrentar el cambio climático.

Objetivo 2

Construir la línea base de emisiones de CO₂ en la industria regional, mediante la implementación de un sistema para la Medición, Reporte y Verificación FICEM (sMRV FICEM), usando la información reportada en el protocolo GNR.

Determinar el potencial de reducción de CO₂ por país, basado en la eficiencia energética e innovación para la producción de clíker y cemento en Latinoamérica.

Objetivo 3

Identificar las acciones para implementar el potencial de reducción de CO₂ en el ciclo de vida y posicionar al cemento como el material más resiliente para las necesidades de adaptación al cambio climático.

Objetivo 4

Estandarizar y facilitar la elaboración de las Hojas de Ruta por País, para lograr cumplir los requerimientos de Mitigación y Adaptación de acuerdo con las oportunidades y necesidades locales.

Objetivo 5

Posicionar a FICEM como referente de la industria para facilitar diálogos y negociaciones asociadas al cambio climático en nuestros países.

Es importante destacar que la Hoja de Ruta FICEM 2017 no se construyó en forma aislada. Por el contrario, con el propósito de trabajar de manera conjunta con la industria global del cemento, contó con el apoyo de CSI y está alineada con el plan estratégico del Low Carbon Technology Partnerships. Asimismo, en la creación de estos lineamientos para América Latina y El Caribe, se consideró las diferencias locales y regionales que dan cuenta de la heterogeneidad en los marcos regulatorios, gestión y manejo de residuos y una tradición estadística diversa en la recolección de datos, entre otros factores presentes en esta región.

3.2

HR FICEM y sus herramientas

Las herramientas del proyecto Hoja de Ruta FICEM son un conjunto de aplicaciones, procedimientos, investigaciones y referencias que tienen por objeto apoyar a la industria del cemento latinoamericana en sus esfuerzos para mitigar las emisiones de

CO₂ y posicionar al cemento y al concreto como los materiales de construcciones más resilientes para la adaptación al cambio climático. A continuación, se presenta el detalle de cada una de ellas



Herramienta 1

GNR como sistema de medición, reporte y verificación

GNR no sólo es útil para entender los potenciales de reducción de CO₂eq en la industria y los desempeños comparados de los ejes de reducción ya descritos en el apartado GNR de este informe. En la actualidad, GNR se posiciona como un MRV de alto desempeño, para los requerimientos de las autoridades locales y sus compromisos suscritos en la COP21.

En la búsqueda por materializar esta oportunidad, en FICEM se ha generado una alianza con PwC Latam para desarrollar el protocolo que, mediante el uso de los datos existentes en GNR, genere antecedentes que los gobiernos puedan utilizar para estimar las emisiones correctas y, además, proyectar el real potencial de reducción.

Los beneficios de esta estrategia es potenciar GNR como un mecanismo público - privado al convertirse en el MRV oficial para los gobiernos, lo que asegura cuantificar correctamente las oportunidades de reducción. Además, evita asumir nuevos costos en

las mediciones de CO₂eq en hornos en los cuales, sólo como referencia, medirlo en forma continua en chimenea, necesita de una inversión que puede alcanzar valores superiores a 100.000 USD. Pero además, esta medición en chimenea no valoriza los esfuerzos de reducción al incorporar, por ejemplo, biomasa y combustibles alternativos a la matriz energética, como tampoco considera otras fuentes de emisión en las plantas de cemento, como son las provenientes del uso de combustibles fuera de horno.

En la siguiente figura se puede apreciar los indicadores con los que cuenta la región, siendo la que posee la más baja intensidad de emisión en el mundo. Por lo anterior, queda de manifiesto la importancia que éstos sean los números oficiales, dado que de solicitar nuevas reducciones (sin considerar todos los elementos expuestos) estas nuevas exigencias serían muy difíciles de lograr, o implicarán un costo adicional que pondría en riesgo la competitividad de la industria regional.

Figura 16.

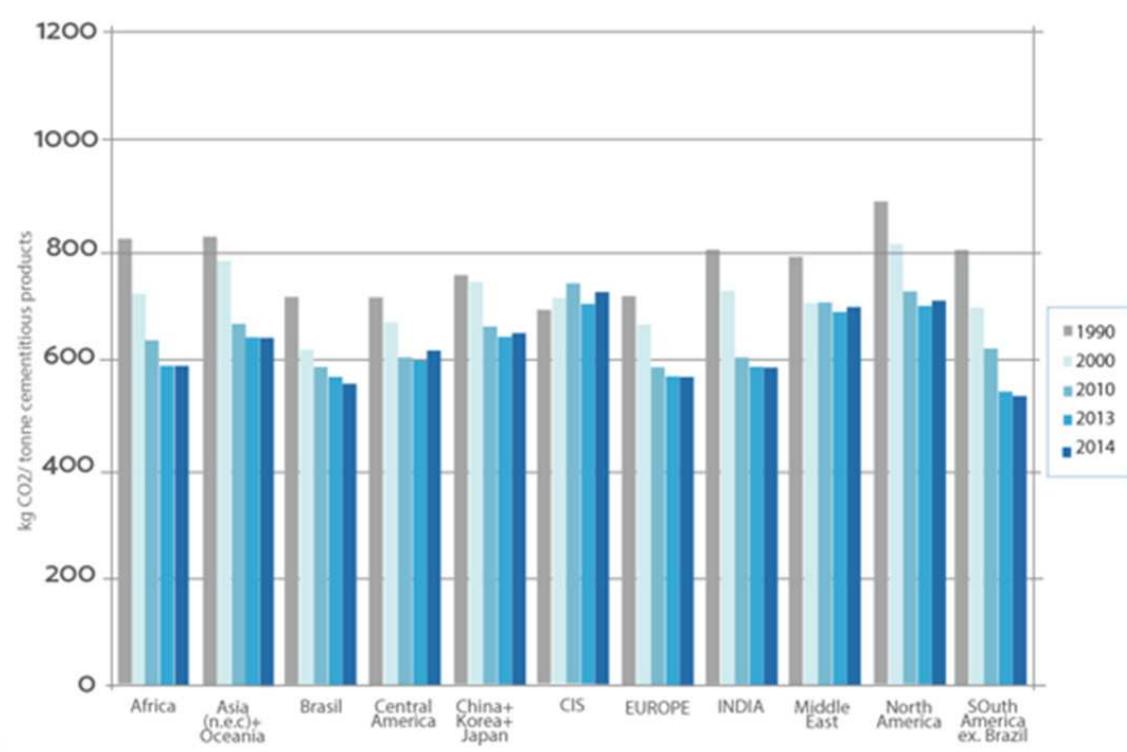
Ponderado de emisiones netas de CO₂ por región

Fuente. GNR 2014

Emisiones Netas de CO₂ – Promedio Ponderado

Excluyendo el CO₂ de la generación de energía in situ - productos cementosos grises y blancos (71 AGWct).

Todos los participantes geográficos de GNR (cobertura: 25% en 2010, 21% en 2013, 21% en 2014)



Hoja de Ruta CO₂



Herramienta 2

Levantamiento de indicadores de desempeño técnico y de gestión

De acuerdo con los criterios del Roadmap de CSI y el aprendizaje de las Hojas de Ruta implementadas en otras regiones del mundo, hemos decidido contar con diez indicadores, los que aseguren mejorar nuestro desempeño en la reducción de CO₂eq,

así como también mantener una gestión proactiva para cumplir nuestros objetivos. Estos son los indicadores que seguirá FICEM como proyecto regional y tendrán sus indicadores espejo en cada país que implemente su Hoja de Ruta Local.

- 1.**
Nivel de participación en GNR de la región.
- 2.**
Cantidad de toneladas de emisión de CO₂eq por tonelada de material cementante.
- 3.**
Aporte de la industria a las emisiones locales y globales de la Industria.
- 4.**
Potencial de reducción de CO₂eq de la Industria por país.
- 5.**
Porcentaje de uso de residuos como energía en el coprocesamiento.
- 6.**
Porcentaje de uso de residuos como materias primas alternativas.
- 7.**
Porcentaje del factor clínker/cemento.
- 8.**
Aporte a las emisiones de CO₂ asociadas al transporte en la producción de cemento.
- 9.**
Publicación de 7 papers FICEM.
- 10.**
Número de Alianzas: PWC – EIA – CSI – The Nature Conservancy – Gobiernos.



Herramienta 3

Calculadora FICEM y módulo potencial de reducción

Definición

La Calculadora FICEM es un conjunto de herramientas informáticas, procedimientos y protocolos operacionales desarrollados por FICEM, que cumple los requisitos de un sistema MRV y agrega capacidades de sistema experto

en la optimización multidimensional del proceso productivo del cemento. Por ejemplo, se pueden diferenciar las emisiones de CO₂ por tipo de origen (figura 17) o visualizar los principales indicadores técnicos relacionados a las emisiones de CO₂ (figura 18 y 19)

Figura 17.

CO₂ emitido por descarbonatación y energía
Fuente. Modelación de uso MRV FICEM



Figura 18.

Factor Clíker/Cemento y coprocesamiento
Fuente. Modelación de uso MRV FICEM

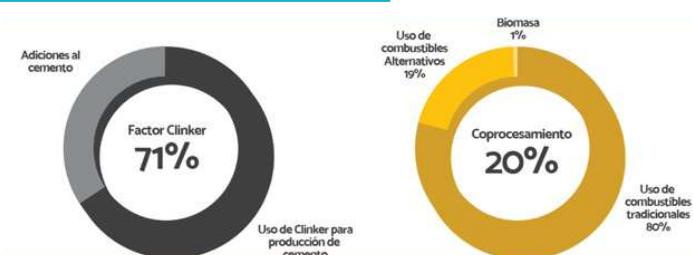
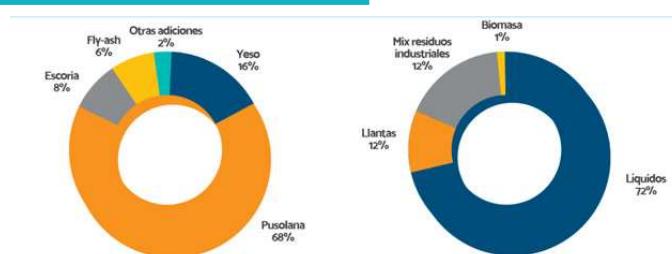


Figura 19.

Participación relativa de materias primas y combustibles alternativos
Fuente. Modelación de uso MRV FICEM



Módulos de la Calculadora FICEM

El sistema está construido bajo la premisa que es posible optimizar los procesos productivos para lograr una producción baja en carbono sin afectar la rentabilidad del negocio. Para ello se cuenta actualmente con tres módulos principales:

Módulo de Cálculo e Integración de Datos: Este módulo permite: leer datos desde archivos Excel del protocolo 3.1 de CSI para una planta de cemento; consolidar (agregar) datos de distintas plantas para uno o más años a nivel de compañía, país, macrozona o región; y generar Reportes Ejecutivos y datasets para su visualización y análisis.

Módulo de Benchmarking: El benchmarking consiste en tomar "comparadores" o benchmarks de aquellos productos, servicios y procesos de trabajo que pertenezcan a organizaciones que evidencien las mejores prácticas sobre el área de interés, con el propósito de identificar las mejores prácticas y su aplicación. Para esto la calculadora integra la información de la planta/país con información proveniente de distintas fuentes, tanto de valores numéricos e indicadores, con información histórica y proyecciones.

Módulo de Potencial de Reducción: Este módulo FICEM se ha basado en la última versión del

documento ECRA "Development of State of the Art-Techniques in Cement Manufacturing: Trying to Look Ahead, Revision 2017", desde donde se extrajo los indicadores para una planta de referencia. Dicho documento contiene, además, los resúmenes ejecutivos de una lista de 52 documentos técnicos (Technology Papers) que dan cuenta de las alternativas en distintos puntos del proceso de fabricación de cemento, que permiten reducciones en el consumo energético y la reducción asociada de emisiones de carbono directas e indirectas.

La Calculadora cuenta con un panel de control que permite ajustar la intensidad de aplicación para cada Technology Paper, para cada eje de reducción (Eficiencia Térmica, Eficiencia Eléctrica, Combustibles

Alternativos y Reducción de Contenido de clínker), configurando un escenario de reducción, obteniendo inmediatamente las reducciones esperadas en emisiones directas e indirectas, consumo eléctrico y consumo térmico.

Finalmente, este módulo consolida las reducciones parciales de cada eje en una reducción total, pudiéndose comparar este resultado con políticas públicas, como pueden ser las NDC, el efecto de impuestos verdes o transferencia de emisiones.

Figura 20.

Acciones dentro del proceso de Hoja de Ruta país donde interviene la calculadora





Herramienta 4

Investigación y desarrollo

Con el objetivo de facilitar y acelerar el conocimiento para el cumplimiento de los requerimientos de mitigación y adaptación, se ha definido que: eficiencia energética, coprocesamiento, factor clíker, captura de CO₂eq, vivienda y pavimento sostenible, infraestructura resiliente y diferencias geográficas regionales, son algunas de las temáticas que FICEM deberá desarrollar a través de sus papers, para un uso público y privado.

Esta investigación tiene como referencia la última publicación de los Papers Tecnológicos de la ECRA 2017.

El objetivo de FICEM es generar información con calidad científica, que respalte el potencial de reducción de CO₂ en la industria actual, y que, además, demuestre a las partes interesadas el potencial de reducción de CO₂ en el uso del cemento en vivienda e infraestructura resiliente.

Paper 1

Tecnología e Innovación de reducir CO₂ en la industria del cemento basado en los Papers ECRA 2017.

Se realizan las adecuaciones a la realidad de Latinoamérica para su implementación, además tendrá un módulo para una lectura íntegra de los distintos aportes de estas tecnologías bajas en carbono.

Paper 2

Uso de residuos para el coprocesamiento.

Se determinarán las oportunidades y barreras para valorizar residuos como uso de energía alternativa en el cemento y, además, se sensibilizará sobre los impactos sociales que estos residuos tienen en el ambiente.

Paper 3

Uso de residuos para el reemplazo de materias primas.

Este artículo avalará el alto potencial de reducción de este eje, y además, resulta ser una solución para residuos industriales, tales como: ceniza volante, escoria granulada de alto horno, entre otras. Se abordará también los marcos regulatorios que facilitan esta sinérgica solución.

Paper 4

Vivienda Sostenible en concreto.

Dado que una de las principales fuentes de emisión de CO₂ es el uso de energía para el acondicionamiento térmico en viviendas y edificios, en este documento se demostrarán los atributos del cemento y concreto en la aislación e inercia térmica, los que generan relevantes ahorros de energía y reducción en las emisiones de CO₂ asociadas. También se incorporan los atributos para la adaptación al cambio climático que el cemento y concreto generan, como materia líder en resiliencia.

Paper 5

Pavimentos Resilientes en Concreto.

En este documento se demuestran las reducciones de CO₂ de pavimentos en concreto vs. asfalto, debido al ahorro de combustibles en transporte, vida útil y menor efectos térmicos en ciudades.

Paper 6

Transportes Sostenibles de Materias Primas y Productos.

Consolidación de mejores prácticas logísticas en el transporte de: calizas, puzolanas, residuos y cemento, cuyos ahorros en combustibles, generan una reducción asociada en emisiones de CO₂ por uso de combustibles

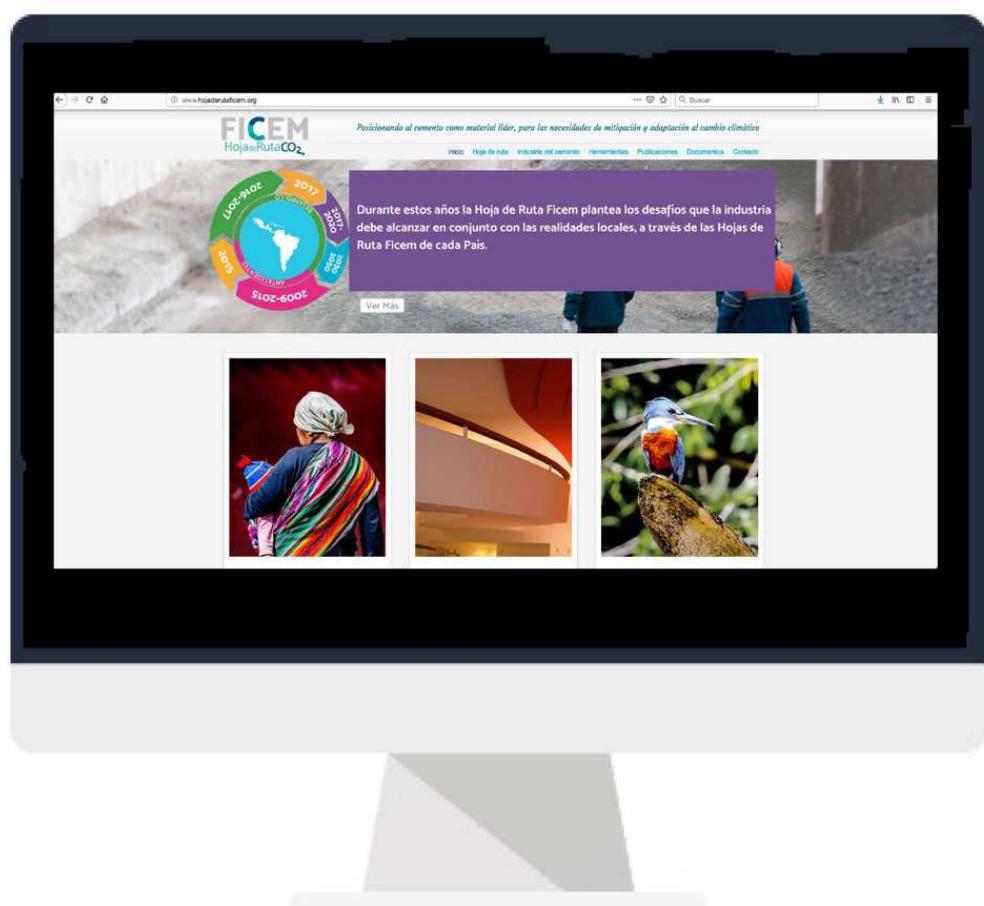


Herramienta 5

Centro de Información Virtual

Con el objetivo de contar con una fuente oficial donde se respalde toda la documentación utilizada para la elaboración de esta Hoja de Ruta, FICEM desarrolló el Centro de Información Virtual, una plataforma de información y de interacción, en la cual se encuentran, por ejemplo, las Hojas de Ruta de CSI, Europa, Egipto e India, como también

información relacionada a la COP 21, IPCC, CEPAL, entre otras. Una vez validada la Hoja de Ruta FICEM y sus versiones locales, los documentos estarán disponibles en esta plataforma. Esta plataforma también contará con canales de comunicación para resolver requerimientos más complejos de información de los usuarios.



3.3

Acuerdos y alianzas FICEM

Tal como lo plantea el objetivo 17 de los ODS (Revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible), es necesario fortalecer y revitalizar la acción colaborativa entre los distintos actores, mediante la construcción de alianzas, trabajo asociativo y cooperación mutua.

Para el objetivo de contar con un MRV que logre ayudar a los países a entender las fuentes y tendencias de emisiones, diseñar estrategias de mitigación, mejorar la credibilidad y tomar otras medidas de política pública, FICEM ha generado una alianza estratégica con la empresa PwC para la transparencia en la verificación de la información; ha impulsado la asociatividad mediante los acuerdos con las compañías, institutos y otras asociaciones gremiales de cemento para la elaboración de Hojas de Rutas locales; acompaña a la Industria Local en sus diálogos con los gobiernos respectivos, siendo esto una cooperación real para la Industria, la comunidad y la gobiernos en los esfuerzos por llevar a cabo acciones climáticas consistentes.

Para este desafío ha sido necesario contar con instrumentos comunes para una región diversa, por lo que, durante la discusión de los documentos legales, se incluyeron las visiones de los distintos actores, incorporando elementos valiosos que permitieron enriquecer los Acuerdos y el Protocolo FICEM. Tener instrumentos comunes da cuenta de un trabajo regional mancomunado, demostrando que existen criterios y preocupaciones compartidas. Tres son los documentos legales principales:

Protocolo sMRV FICEM

El cual detallamos en el Capítulo II, y que es el procedimiento mediante el cual los países y compañías entregan sus números a través de una entidad externa de validación (PwC), para que sean procesados y consolidados a través del denominado

sMRV FICEM y su calculadora, lo cual permite, como ya se ha señalado, contar con información consolidada, ponderada y reportes robustos para la toma de decisiones. Además, este documento es anexo y obligatorio, tanto para el Acuerdo para la Elaboración de Hoja de Ruta, como para el Acuerdo FICEM PwC.

Acuerdo para la Elaboración de HR

Es el celebrado entre FICEM y el país o compañía adherente. Este acuerdo fija todos los pasos para elaborar en forma colaborativa la Hoja de Ruta local, determinando las responsabilidades de las partes involucradas. Además, establece las reglas de confidencialidad que amparan y resguardan las informaciones de cada compañía. Del mismo modo, se establecen los límites de intercambio de información que sólo abarca aspectos medioambientales y técnicos.

El principal objetivo del Acuerdo es que FICEM, a través de los equipos que designe, prestará su apoyo en la elaboración de la Hoja de Ruta para el País Adherente. Este apoyo se expresa en dar soporte o prestar servicios complementarios al objetivo indicado, lo cual es cubierto por las acciones y actividades que se indican. La responsabilidad final en la elaboración de la Hoja de Ruta es del País Adherente.

El apoyo en la elaboración se hará en el marco de la denominada Hoja de Ruta FICEM aprobada en las Asambleas de Presidentes 2016 y 2017 de FICEM.

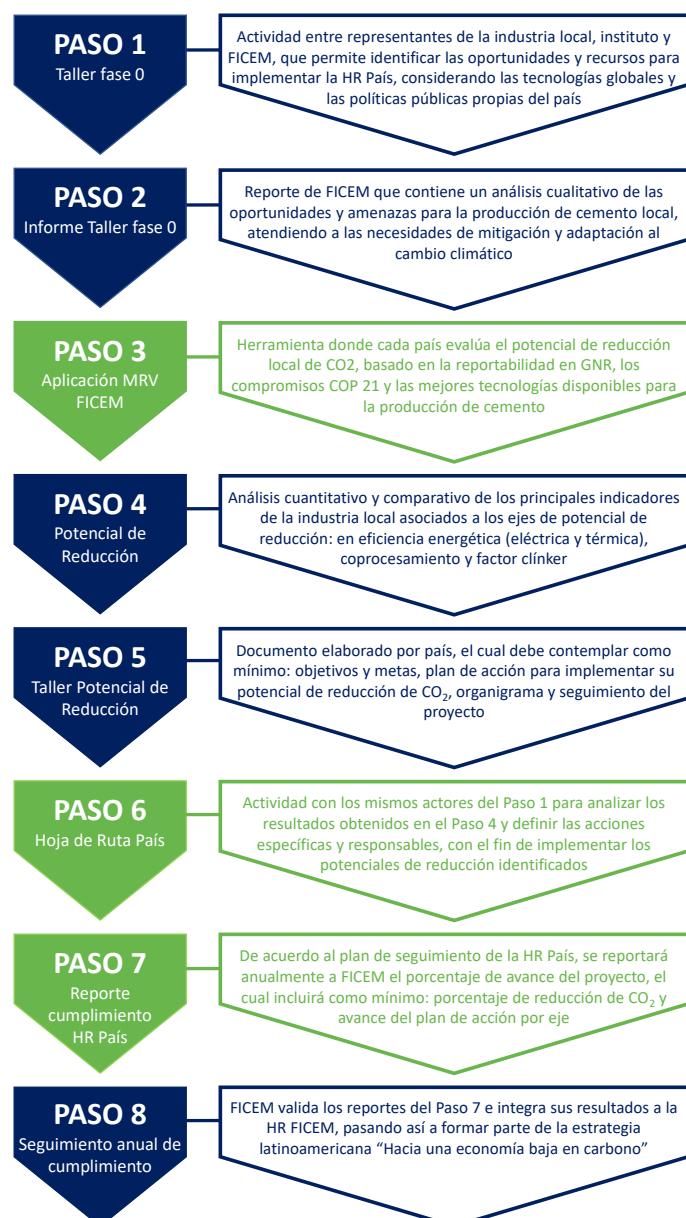
Acuerdo FICEM - PWC

Celebrado el 24 de abril del año 2018, es una alianza que acuerda la verificación externa del Protocolo del sMRV FICEM, donde se fija el procedimiento, confidencialidad y reserva de la información. Esta alianza es de suma importancia para la transparencia de este proceso.

3.4 Metodología HR

La Hoja de Ruta se implementa en un proceso de 6 pasos y, posteriormente, se definen las etapas de

seguimiento y mejora continua. A continuación el diagrama de referencia.



Paso 1

Realizar Taller Fase 0 por país

El Taller Fase 0 se lleva a cabo con la participación de los institutos, asociaciones e industrias del país, además de FICEM. La coordinación, agenda e invitaciones del taller se realiza por parte de los entes locales y FICEM es el responsable de liderar su implementación. La duración de esta actividad es de un día y medio. Además, este taller considera las políticas FICEM con respecto a actividades de la industria, siendo los temas tratados solo relacionados al proyecto hoja de ruta FICEM país. Participan en las actividades representantes de las áreas de medioambiente, operaciones y comunicaciones, como mínimo.

El objetivo de este taller es dar a conocer en detalle el proyecto de Hoja de Ruta FICEM, identificar los requerimientos locales en la materia como son: NDC, NAMA, MDL, entre otros. Además, se analiza la información disponible en lo que se refiere a la responsabilidad de GNR en el país, mediante el análisis de brecha entre las oportunidades y desafíos que la industria tiene con respecto a la mitigación y adaptación requerida por el país. En específico, se evalúa la oportunidad y alcance de implementar una Hoja de Ruta país, se definen los potenciales recursos, las metas y los objetivos de dicho proyecto. Esta información es evaluada por parte de la dirección local, con el fin de determinar si corresponde implementar la Hoja de Ruta, los plazos de implementación, los recursos requeridos y los entregables asociados.

Paso 2

Informe, evaluación Fase 0 FICEM/País

Este informe se elabora en conjunto con FICEM y la industria local. En él se plasman los antecedentes y conclusiones principales asociadas al Taller Fase 0. El contenido mínimo de este informe es el siguiente: reporte de indicadores relevantes para la toma de decisiones, estadísticas de reportabilidad GNR, indicadores de eficiencia energética, uso de residuos en la industria y factor clínker, indicadores de referencia asociados a otros proyectos de Hoja de Ruta, políticas públicas del país (ej.: metas de reducción de emisiones de CO₂eq, requerimientos de adaptación y mitigación) e impuestos verdes. También se incluye un análisis de brecha cualitativo entre los indicadores locales y las referencias internacionales, dentro de los cuales se destacan:

- Producción de cemento local, kilogramos de CO₂eq por tonelada de cemento producida.
- Aportes de la industria local a la producción mundial de cemento.
- Aportes de la industria local a las emisiones totales del país.
- Potencial cualitativo de uso de residuos y eficiencia energética.
- Publicaciones asociadas a mitigación y adaptación al cambio climático.
- Propuesta de pasos a seguir.
- Conclusiones y recomendaciones.

Paso 3

Aplicación de la sMRV FICEM por país

Posterior a la realización del Taller Fase 0, y previo a la realización del Taller de análisis del potencial de reducción de CO₂eq por país, la industria local reúne la información relativa a reportes remitidos a GNR, en forma desagregada y/o consolidada, para incorporar estos datos a la calculadora. Con estos antecedentes se corre el modelo, con lo cual se analizan los potenciales de reducción por cada uno de los ejes establecidos por CSI, se comparan los niveles de desempeño con las distintas hojas de ruta existentes, y se determinan las principales oportunidades de reducción. Lo indicado es la base para construir las estrategias para implementar el potencial de reducción de CO₂eq en la industria local. Además, la calculadora entrega información comparativa de las trayectorias de reducción definidas en las distintas estrategias de la industria del cemento, pudiendo visualizar así el desempeño actual del país y los desafíos futuros en la materia.

Dentro de los reportes que genera esta herramienta se puede considerar un reporte específico para las autoridades locales, el que puede llegar a cumplir los requisitos de un MRV. Además, esta calculadora cuenta con un módulo para aplicar los potenciales de reducción específicos de cada uno de los papers publicados por ECRA, con lo que se puede realizar, con respecto a los datos existentes, un análisis proyectado de las oportunidades, inversiones y costos para las reducciones posibles de CO₂eq por planta y por país

Paso 4

Informe de Potencial de reducción por país

Basado en el trabajo realizado entre la industria y FICEM, y en la aplicación de la calculadora FICEM en forma local, se elabora un informe del nivel de cumplimiento del país de las emisiones de la industria local vs CSI y las otras hojas de ruta existentes. Este informe cuenta con el reporte de emisiones específica asociada a uso de energía y descarbonatación de la caliza. Además, se realiza un análisis comparativo entre el potencial de reducción y las políticas públicas existentes.

Paso 5

Taller Potencial de reducción y Plan de Acción HR País

Al igual que el Taller Fase 0, este taller es coordinado por la industria local en conjunto con FICEM, y cumple con todas las políticas FICEM asociadas.

En este taller se revisan los resultados de haber implementado la calculadora FICEM en el país y se realizan los análisis por eje de los potenciales de reducción asociados. Esto significa evaluar las oportunidades de mejora en eficiencia energética, el uso de residuos como energía y materias primas, la reducción del factor clínker, y la captura y uso de CO₂, a fin de determinar los reales potenciales de reducción. Además, se proyecta la implementación de las oportunidades identificadas, con el objetivo de generar las posibles trayectorias de reducción de la industria.

También se considera, en este taller, los potenciales de reducción asociados al uso del cemento, como las reducciones que genera el cemento en vivienda, carreteras e infraestructura, enmarcando estas medidas en las necesidades de mitigación y adaptación nacionales. Basado en las oportunidades de reducción, se elabora un Plan de Acción que considere superar las barreras para la implementación de las reducciones determinadas; es decir, definir las oportunidades tecnológicas, legislación, disponibilidad de recursos, entre otras, las que podrán materializar las mejoras asociadas. Además, este plan determina los responsables de recursos y plazos en los que se aborden las acciones y tareas identificadas durante el taller, las que son la base estructural de la Hoja de Ruta del país.

Paso 6

Hoja de Ruta por País

Con los resultados en los talleres ya realizados se deberá elaborar, en formato FICEM, el plan de acción denominado Hoja de Ruta FICEM - País, el que considera las acciones locales para reportabilidad en GNR, potencial de reducción y oportunidades de mejora, indicadores relevantes, desarrollo de investigación asociada y estrategia para contribuir a las acciones de adaptación y mitigación del país. La hoja de ruta local cuenta con un organigrama en el que se identifique claramente: el Comité Ejecutivo Hoja de Ruta, el Líder del proyecto Hoja de Ruta, el comité técnico, el líder técnico de Hoja de Ruta, y el Rol de FICEM en la Hoja de Ruta del país.

Comité ejecutivo Hoja de Ruta: lo integrarán directores de institutos y/o asociaciones y altos ejecutivos de la industria que participan en el proyecto. Su función es aprobar la Hoja de Ruta y sus distintas etapas de avance, además de asegurar los recursos necesarios para su implementación. Este comité debe, como mínimo, sesionar una vez al año y/o cuando existan cambios significativos del proyecto. Líder del proyecto hoja de ruta: de existir instituto y/o asociación, este rol recae, de preferencia, en la alta dirección del Instituto y/o asociación del país, dado sus propias competencias.

Paso 7

Reporte de Cumplimiento HR

Es un reporte periódico del cumplimiento, seguimiento y avances de los distintos objetivos y metas establecidos en el Planes de Acción de las Hojas de Rutas, siendo responsabilidad del país, con el apoyo de FICEM. Este documento tiene los siguientes contenidos mínimos: a) seguimiento del cumplimiento país de los 10 indicadores relevantes de la Hoja de Ruta FICEM; b) grado de avance del Plan de Acción y sus actualizaciones; C) antecedentes que respalden los cumplimientos y la definición de nuevos compromisos que hayan cambiado el Plan de Acción o hayan modificado las metas establecidas. La periodicidad del reporte es anual (mínimo) y será entregado en julio de cada año, con los avances a la fecha indicada, para luego ser consolidado por FICEM para ser presentado a la Asamblea de Presidentes.

Paso 8

Seguimiento anual de cumplimiento HR FICEM

FICEM valida los reportes de cumplimiento del paso 7 e integra sus resultados a la HR FICEM, pasando así a formar parte de la estrategia latinoamericana “hacia una economía baja en carbono”.

4



Perú y el Cambio Climático

En el presente capítulo se revisan antecedentes generales de Perú como su contexto, su especial vulnerabilidad al cambio climático, además de sus compromisos internacionales en estas

materias. Todo esto, con el objetivo de conocer los antecedentes locales que dan el contexto y marco para las distintas decisiones y acciones que son el contenido del esta HR y su Plan de Acción.



Imagen del puente Montalvo de Moquegua colapsado ante la crecida del río del mismo nombre producto de las fuertes lluvias en el sur, las cuales también son un efecto del cambio climático. Foto: Gestión.pe.

4.1

Contexto

Perú es un país ubicado al oeste de América del Sur, con una superficie total de 1,285 millones kms², y una población superior a los 33 millones de habitantes. Su nombre oficial es República del Perú y su capital Lima. El océano Pacífico bordea su costa occidental y limita con Ecuador y Colombia al norte, Brasil al este, y Bolivia y Chile al sureste. Su territorio se compone de diversos paisajes: valles, mesetas y altas cumbres de los Andes se despliegan al oeste hacia la costa desértica y el este hacia la Amazonía. Es uno de los países con mayor diversidad biológica y mayores recursos minerales del mundo.

Geografía

El Perú es un país megadiverso, cuenta con 11 ecorregiones y 84 zonas de vida de las 117 que existen en el mundo. Posee una enorme multiplicidad de paisajes debido a sus condiciones geográficas, lo que a su vez le otorga una gran diversidad de recursos naturales. En su territorio se pueden identificar tres grandes regiones, que ha sido la forma tradicional de dividirlo según sus altitudes: Costa, Sierra y Selva.

Costa: Una estrecha franja de desiertos y valles fértiles bañados por el océano Pacífico caracterizan la costa peruana. Los valles fértiles surgen de los ríos que bajan de la Cordillera de los Andes.

Sierra: Es la región montañosa del Perú, la Cordillera de los Andes domina su paisaje y tiene a su vez varias ecorregiones en sus diferentes niveles de altitud. Los Andes del norte son más bajos y más húmedos que el promedio, los Andes del centro son los más altos y empinados, y es aquí donde se encuentra el pico más alto del país, el nevado Huascarán, con 6,768 msnm. Los Andes del sur también se le conoce como el altiplano.

Selva: Ubicada hacia el este, es una vasta región llana cubierta por vegetación en la cuenca del río Amazonas, que nace de la unión de los ríos Marañón y Ucayali. Es la región más extensa del territorio del Perú. Está formada por la selva alta o ceja de montaña que se caracteriza por sus bosques nubosos y la selva baja.

Economía

En 2020 la cifra del PIB fue de 198,7 MUS\$, con lo que Perú se posicionaba como la economía número 52 en el ranking de los 196 países de los que publican el PIB. El valor absoluto del PIB en Perú cayó 29 MUS\$ con respecto al año 2019.

El PIB per cápita en el mismo año 2020 fue de 6.089 US\$, 1.000 US\$ menor que en 2019, cuando fue de 7.088 US\$. Para ver la evolución del PIB per cápita resulta interesante mirar unos años atrás y comparar estos datos con los del año 2010 cuando el PIB per cápita en Perú era de 4.320 US\$.

Si se ordena a los países que publican en función de su PIB per cápita, Perú se encuentra en el puesto 92 de los 196 países de los que publican este dato¹⁴.

Después de una expansión robusta en la década previa, la economía peruana ingresó a una fase de mayor lentitud entre 2014 y 2019, en un contexto externo menos propicio. En el 2020, la crisis del COVID-19 tuvo un impacto importante en la economía, que dada la informalidad, el hacinamiento en los hogares y las brechas en cobertura y calidad de servicios básicos como agua y saneamiento, empeoraron significativamente la calidad de vida de las personas.

¹⁴ <http://www.datosmacro.com>

Sectores Productivos en el Perú (2021)

La economía peruana creció 11.83% en agosto del 2021 explicado por el comportamiento positivo de la mayoría de los sectores económicos, con excepción de Pesca, informó el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

En el periodo enero-agosto del 2021, la producción nacional aumentó en 18.59% y en el periodo anualizado setiembre 2020-agosto 2021 creció 10.46%.

En el mes base de comparación, agosto del 2020, estaba vigente la tercera fase de reactivación económica, en el que se mantenían suspendidas una serie de actividades y otras funcionaban con restricciones de acuerdo a la calificación del Estado de Emergencia Sanitaria .

Agropecuario

El sector Agropecuario en agosto creció 6.02% en comparación con similar mes del año anterior debido a los mayores volúmenes de producción del subsector Agrícola (8.76%). Entre los productos que destacan palta (39.6%), maíz amarillo duro (33.5%), espárrago (25.6%), cebada grano (22.8%), café (17.2%), papa (15.8%) y cacao (5.2%); que fueron favorecidos por temperaturas superiores a su nivel normal, que mejoraron la fructificación y desarrollo de estos cultivos. Igualmente, el subsector Pecuario creció en 2.50% por la mayor producción de ave (3.4%), porcino (3.2%), huevos (1.5%) y leche fresca (1.5%).

Pesca

En el mes de análisis, la producción del sector Pesca se redujo en 29.93% como resultado de la menor pesca de origen marítimo (-25.77%) ante el menor desembarque de especies para el consumo humano directo, con bajo nivel de extracción de especies para curado (-51.1%), congelado (-33.6%), enlatado (-25.3%) y para consumo en estado fresco (-15.1%). Por el contrario, el desembarque para consumo humano indirecto (harina y aceite de pescado) del recurso anchoveta ascendió a 2,531 toneladas que, frente a las 275 toneladas registradas el mismo mes del año anterior, se tradujo en un aumento de 819.69%. Por el bajo nivel de captura su aporte al resultado del sector fue de solo 0.5 puntos.

Por otro lado, la pesca de origen continental disminuyó en 45.20% por la menor captura de

recursos destinados a consumo en estado fresco y congelado.

Minería e Hidrocarburos

El sector Minería e Hidrocarburos se incrementó en 3.12% como resultado del desempeño positivo del subsector Minero Metálico en 5.08% por mayores volúmenes de producción de estaño (22.9%), plata (22.7%), oro (13.8%), hierro (13.4%), plomo (6.2%), cobre (4%) y molibdeno (3.2%); atenuado por la caída de zinc (3.5%). En cambio, el subsector Hidrocarburos se redujo en 8.35% explicado por el menor nivel de extracción de gas natural (-34.4%) y de líquidos de gas natural (-5%); mientras que, aumentó la extracción de petróleo crudo (20.8%).

Manufactura

El sector Manufactura aumentó en 11.55% sustentado en el resultado positivo de sus dos componentes: subsector No Primario (15.03%) y el subsector Primario (0.24%). El incremento del subsector No Primario estuvo determinado por la mayor producción de la industria de bienes de consumo (10.36%), bienes de intermedios (18.83%) y bienes de capital (2.19%). Igualmente, el subsector Primario aumentó por la mayor fabricación de productos de la refinación de petróleo (27.8%), elaboración y conservación de carne (2.5%) y la elaboración de azúcar (1.1%); por el contrario, disminuyeron las ramas de elaboración y conservación de pescado (-21.2%), así como de fabricación de productos primarios de metales preciosos (-3.4%).

Electricidad, Gas y Agua

En agosto del 2021, el sector Electricidad, Gas y Agua aumentó en 5.93% debido a la mayor producción del subsector Electricidad (6.76%), del subsector Distribución de Gas (3.42%) y el subsector Agua (0.75%). El crecimiento en el subsector Electricidad fue determinado por la mayor generación de electricidad de origen termoeléctrico (13.7%) y de energía renovable (1%); el resultado del subsector Agua se explicó por la mayor generación de las empresas Sedapar (4.4%), Sedalib (3.6%) y Sedapal (0.3%), entre las principales. Asimismo, el subsector Gas creció por la mayor demanda de las empresas (23.7%) y de los establecimientos de distribución de Gas Natural Vehicular (4.2%) que fue contrarrestado por la menor demanda de las Generadoras Eléctricas (-0.04%).

Construcción

En el mes de estudio, la producción del sector Construcción aumentó en 25.53% respecto al mes de agosto del año pasado, mes en que estaba vigente la tercera fase de la reactivación económica.

El resultado del sector se reflejó en el mayor consumo interno de cemento (15.42%) ante la continuidad en la ejecución de obras privadas. También, se incrementó la inversión pública en

construcción (93.89%), por el avance de obras en los tres ámbitos de gobierno: nacional (225.28%), local (99.53%) y regional (15.11%).

Con respecto al sector cemento y su principal materia prima, la caliza, la siguiente tabla muestra su variación a través de los años 2018 y 2019, con respecto a la producción de otros minerales metálicos y no metálicos.

Tabla 3.

Producción Minera Metálica y No Metálica en el Perú años 2018 – 2019, TM.

Fuente: Aporte de la Minería Peruana al Desarrollo Nacional, H. Luna, 2020

PRODUCTO	PRODUCCIÓN NO METÁLICA Y CARBONERÍA			
	2018	2019	VAR. %	2019 (%)
NO METÁLICO	62,255,873	46,945,318	-24.6%	100%
CALIZA/DOLOMITA	30,515,555	16,385,556	-46.3%	34.9%
FOSFATOS	10,308,276	11,091,502	7.6%	23.6%
HORMIGÓN	8,463,956	6,262,348	-26.0%	13.3%
CALCITA	2,157,358	2,036,524	-5.6%	4.3%
ARENA (GRUESA/FINA)	1,618,979	1,922,162	18.7%	4.1%
CONCHUELAS	1,400,341	1,628,285	16.3%	3.5%
PIEDRA (CONSTRUCCIÓN)	1,591,116	1,618,663	1.7%	3.4%
ARCILLAS	1,139,282	1,377,765	20.9%	2.9%
PUZOLANA	1,186,500	1,321,617	11.4%	2.8%
SAL	1,509,564	1,266,347	-16.1%	2.7%
ANDALUCITA	751,070	750,620	-0.1%	1.6%
SÍLICE	435,255	401,785	-7.7%	0.9%
YESO	458,479	254,382	-44.5%	0.5%
TRAVERTINO	144,454	113,568	-21.4%	0.2%
BORATOS/ULEXITA	100,552	111,108	10.5%	0.2%
DIATOMITAS	96,532	91,103	-5.6%	0.2%
BENTONITA	2,383	46,887	0.0%	0.1%
ANDESITA	22,013	46,760	112.4%	0.1%
ARENISCA/CUARCITA	67,758	43,853	-35.3%	0.1%
DOLOMITA	8,469	35,845	323.2%	0.1%
PIZARRA	23,731	31,459	32.6%	0.1%
FELDESPATOS	31,588	29,134	-7.8%	0.1%
PIROFILITA	26,675	25,039	-6.1%	0.1%
TALCO	20,634	18,935	-8.2%	0.0%
BARITINA	15,621	16,373	4.8%	0.0%
CAOLÍN	16,004	9,208	-42.5%	0.0%
GRANITO	-	3,650	0.0%	0.0%
PIEDRA LAJA	2,187	3,240	48.2%	0.0%
GRANODIORITA ORNAMEN	412	394	-4.4%	0.0%
SILICATOS	7,113	350	-95.1%	0.0%
MARMOL	223	310	39.0%	0.0%
SULFATOS	296	256	-13.4%	0.0%
ONIX	402	238	-40.8%	0.0%
MICA	183	52	-71.7%	0.0%
ASBESTO	132,913	-	0%	0.0%
CARBONÍFERA (TM)	218,787	181,023	-17.3%	100.0%
CARBÓN ANTRACITA	106,427	111,614	4.9%	61.7%
CARBÓN BITUMINOSO	112,227	69,395	-38.2%	38.3%
CARBÓN GRAFITO	133	13	-90.3%	0.0%

La tabla siguiente muestra la variación entre los años 2018 y 2019 en las exportaciones nacionales por sectores, destacándose la minería metálica.

Tabla 4.

Exportaciones Nacionales según Sector Económico años 2018 – 2019, TM.

Fuente. Aporte de la Minería Peruana al Desarrollo Nacional, H. Luna, 2020

Descripción	Enero-Diciembre			
	2018	2019	VAR. %	PART. %
I. Productos tradicionales	35,638	33,751	-5.3%	70.8%
a) Minero metálicos	28,899	28,074	-2.9%	58.9%
Cobre	14,939	13,893	-7.0%	29.1%
Estaño	352	371	5.5%	0.8%
Hierro	484	979	102.1%	2.1%
Oro	8,259	8,482	2.7%	17.8%
Plata refinada	123	76	-38.4%	0.2%
Plomo	1,545	1,530	-1.0%	3.2%
Zinc	2,574	2,103	-18.3%	4.4%
Molibdeno	612	638	4.2%	1.3%
Otros	11	2	-80.2%	0.0%
b) Petróleo y gas natural	4,039	2,974	-26.4%	6.2%
c) Pesqueros	1,938	1,929	-0.5%	4.0%
d) Agrícolas	762	774	1.5%	1.6%
II. Productos no tradicionales	13,240	13,783	4.1%	28.9%
a) Agropecuarios	5,913	6,341	7.2%	13.3%
b) Pesqueros	1,329	1,564	17.7%	3.3%
c) Textiles	1,402	1,354	-3.4%	2.8%
d) Maderas y papeles	339	321	-5.3%	0.7%
e) Químicos	1,562	1,600	2.4%	3.4%
f) Minerales no metálicos	629	604	-4.0%	1.3%
g) Sidero - metalúrgicos y joyería	1,325	1,310	-1.1%	2.7%
h) Metal - mecánicos	591	558	-5.5%	1.2%
i) Resto	150	131	-12.8%	0.3%
III. Otros	189	154	-18.5%	0.3%
TOTAL	49,067	47,688	-2.8%	100.0%

Subsector eléctrico y producción de energía

Para el subsector eléctrico, la producción total de energía eléctrica a nivel nacional registrada para el mes de diciembre 2021, incluyendo a los Sistemas Aislados y SEIN, fue de 4.984 GW.h, y significó un incremento de 1,9% respecto del mismo mes del año anterior. Del total registrado, el 96% (4.800 GW.h) se comercializó al mercado eléctrico y 183 GW.h (4%) se generó para uso propio.

En diciembre, las unidades generadoras del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional – SEIN, produjeron 4.801 GW.h, vale decir 1,8% más de lo generado en igual mes de 2020.

Respecto a los indicadores por fuente de generación, las centrales hidroeléctricas generaron 3.051 GW.h, es decir 7% más que la producción de diciembre 2020; y las unidades térmicas, en este mes registraron 6% menos que diciembre de 2020, que equivale a 1.715 GW.h..

En cuanto a las unidades renovables eólicas, en

diciembre generaron 144 GWh, es decir 3% menos que en igual mes de 2020; y las centrales solares registraron 74 GWh, valor similar al generado en el homólogo mes del año pasado.

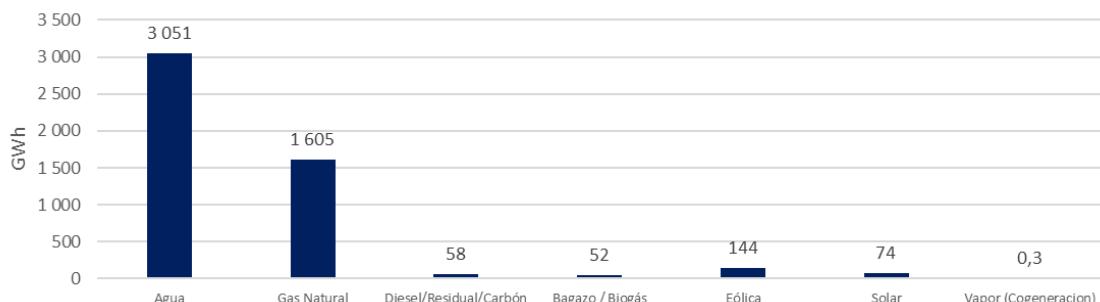
Con relación a los recursos energéticos utilizados para la generación del mes de diciembre, las unidades que utilizaron agua, incrementaron su producción, respecto a 2020, en 7%, produciendo 3.051 GW.h. Las unidades térmicas a gas natural produjeron 1.605 GW.h, y presentó una reducción de 3 % respecto al valor registrado en igual mes de 2020.

En cuanto a la generación con recursos no convencionales (solar, eólico, bagazo y biogás), fue de 2.691 GW.h, valor 3% inferior a la cifra de diciembre de 2020. Esta cantidad de energía representa el 5,4% de la producción nacional en el periodo analizado.

Figura 21.

Producción energía eléctrica nacional según recurso energético utilizado
mes de diciembre 2021

Fuente. Principales indicadores del sector eléctrico a nivel nacional, Min. Energía y Minas,
Perú. Enero 2022



Infraestructura

Un aspecto importante para destacar en esta materia corresponde a la infraestructura de las viviendas en el Perú. En este sentido, el BID informa que al año 2012 el 46% de los hogares presentan déficit cualitativo en las viviendas del sector urbano, ya sea, en materiales, hacinamiento, infraestructura, o bien, falta de tenencia segura (Paper Rol del cemento en la construcción de ciudades sostenibles y resilientes, FICEM, 2020).

Al igual que el resto de la región, en Perú se presenta altos niveles de desigualdad y vulnerabilidad, los que van en contra del desarrollo y son una importante barrera para la erradicación de la pobreza. Reflejo de esta situación es el alto déficit habitacional, sobre el 30 % presentan déficit cualitativo y cerca del 6% cuantitativo; es así como el problema no es la falta de vivienda sino la calidad y resiliencia de estas.

Desde el punto de vista de los materiales de construcción, el 12% de las viviendas presentan materiales de baja calidad, donde el 6% son pisos

de tierra, 3 % techos deficientes y 2% paredes deficientes.

En el caso de la infraestructura vial, en Perú , el sistema vial está estructurado en tres niveles: la Red Vial Nacional (27,109 km), competencia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC); la Red Vial Departamental (27,505 km), responsabilidad de los Gobiernos regionales, y la Red Vial Vecinal (113,857 km), competencia de los Gobiernos municipales. De acuerdo con el Reporte de Competitividad Global 2019 del Foro Económico Mundial, el Perú ocupó el puesto 88 de las 141 economías evaluadas en el pilar Infraestructura. Además, en el subpilar Infraestructura de transporte, Perú se ubica en el puesto 97 gracias a las mejoras en los indicadores de eficiencia en servicios portuarios (92) y conectividad de envíos (39). No obstante, los indicadores de conectividad de vías (102) y calidad de infraestructura en carreteras (110) reflejan la alarmante situación del país en términos de infraestructura vial.

4.2

Perú y el Cambio Climático

Vulnerabilidad al Cambio Climático

Debido a la posición geográfica, Perú se caracteriza por ser un país con alta variabilidad climática reflejada en períodos de lluvia y períodos secos que se alternan. Esta variabilidad está influenciada por la zona de confluencia intertropical, por la Oscilación del Sur (El Niño/La Niña), por la Cordillera de los Andes y por una biodiversidad ecosistémica particular y heterogénea. Esta variabilidad climática ha experimentado en los últimos años el aumento de la frecuencia, intensidad y duración de eventos climáticos extremos.

Según la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático (2015 - MINAM), Perú es un país altamente vulnerable debido a factores estructurales exacerbados por la pobreza e inequidad, que se suman a la condición de vulnerabilidad existente en ecosistemas de importancia global como la Amazonía y los Andes, los cuales presentan siete de las nueve características reconocidas por la CMNUCC:

- Zonas costeras bajas;
- Zonas áridas y semiáridas;
- Zonas expuestas a inundaciones, sequías y desertificación;

- Ecosistemas montañosos frágiles;
- Zonas propensas a desastres;
- Zonas con alta contaminación atmosférica urbana;
- Economías dependientes en gran medida de los ingresos generados por la producción y uso de combustibles fósiles

Lo anterior se manifiesta a través del retroceso de los glaciares, el proceso de deterioro del ecosistema amazónico, el incremento del nivel y la temperatura del mar, y la presencia de lluvias y sequías en algunas zonas.

Con base en “fenómenos climáticos extremos” como El Niño, el Índice de Riesgo Climático Global 2019, de la organización alemana Germanwatch, ubicó al Perú como el quinto país más vulnerable durante el 2017. No obstante, el mismo estudio precisó que sus resultados solo se enfocaron en el nivel de exposición climática del país y que no espera que se le reconozca como un “sistema de clasificación completo” respecto al tema.

¹⁴ <http://www.datosmacro.com>

Emisiones de CO₂

Según el INGEI 2016, el total de emisiones netas de GEI del país fueron de 205 Mt de dióxido de carbono equivalente (GgCO₂eq). Tal como se muestra en la gráfica, la principal fuente de emisiones de GEI a nivel nacional es el sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (ASOUT), con 134 MtCO₂eq, que representa el 65.71% del INGEI 2016. Dentro de este sector, la principal fuente de emisión es la subcategoría Tierras de cultivo con 51 MtCO₂eq.

El segundo sector con mayores emisiones de GEI reportada es Energía, con 58 MtCO₂eq, que

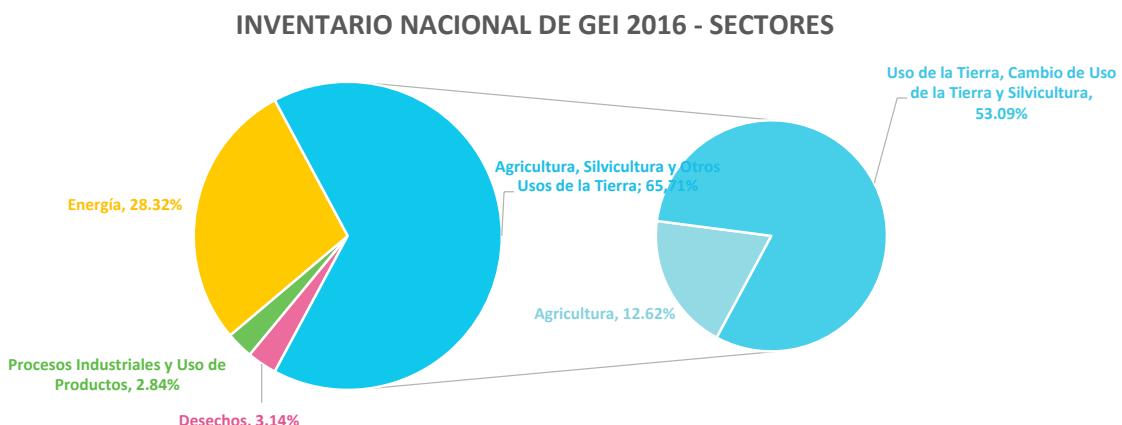
representa el 28.32% del INGEI 2016. Dentro de este sector, destaca la fuente de emisión generada por la subcategoría Transporte, con 21 MtCO₂eq. Los dos sectores descritos previamente representan alrededor del 94.03% del total de las emisiones de GEI en el Perú, para el año 2016.

El tercer y cuarto sector que contribuyen a las emisiones de GEI son los sectores de Desechos con 6 MtCO₂eq (3.14%) y Procesos Industriales y Uso de Productos con 5 MtCO₂eq (2.84%), respectivamente.

Figura 22.

Inventario Nacional de GEI 2016 según Sectores

Fuente. INGEI, MINAM, 2016



Resultados Sector Energía–Combustión estacionaria y Emisiones Fugitivas

En el año 2016, las emisiones de GEI del sector fueron de 37,09 MtCO₂eq, representando el 18.07% del total de emisiones a nivel nacional. La principal fuente de emisión por la quema de combustibles es la subcategoría industria de la energía con 15,9 MtCO₂eq representando el 42.99% de las emisiones de este sector, seguido de la subcategoría industrias de la manufactura y construcción con 8,43 MtCO₂eq representando el 22.74%. El resto de las subcategorías de quema de combustibles representan el 14.69%. Las emisiones fugitivas provenientes por la fabricación de combustibles fueron de 7,25 MtCO₂eq representando el 19.57% de las emisiones del sector.

Resultados Sector Procesos Industriales y Uso de Productos (PIUP)

En el año 2016, las emisiones de GEI del sector PIUP fueron de 5,82 MtCO₂eq, representando el 2.84% del total de emisiones a nivel nacional. La categoría Industria de los Minerales es la de mayor participación con 5,05 MtCO₂eq que representa el 86.81% de las emisiones del sector, dentro de esta categoría destaca la Producción de Cemento con 4,22 MtCO₂eq que representa el 83.57% de las emisiones de esta categoría y el 72.54% de las emisiones del sector. La categoría referida a la Industria Química participa con 0,13 MtCO₂eq y representa el 2.26%. Y, por último, la categoría referida a Industria de los Metales con 0,63 MtCO₂eq que representa el 10.94% de las emisiones del sector.

Resultados Sector Uso de la Tierra, Cambio Uso de Tierra y Silvicultura (UTCUTS)

En el año 2016, las emisiones de GEI del sector fueron de 109 MtCO₂eq, representando el 53.09% del total de emisiones a nivel nacional. La principal fuente de emisión fue la subcategoría de Tierras de cultivos, con 51,45 MtCO₂eq, que representa el 47.21% del total de emisiones del sector. La segunda fuente de emisión más importante es la subcategoría de Pastizales, con 41,3 MtCO₂eq, que representa el 37.90% del total de emisiones del sector. En tercer orden se encuentra las emisiones de la subcategoría Tierras forestales, con 9,79 MtCO₂eq, que representan el 8.99% de los resultados del sector. Las demás subcategorías en conjunto representan el 5.90% de las emisiones del sector.

Resultados Sector Residuos

En el año 2016, las emisiones de GEI del sector fueron de 6,43 MtCO₂eq, representando el 3.14% de las emisiones a nivel nacional. La principal fuente de emisión es la categoría Eliminación de desechos sólidos (4A) con 3, 97 MtCO₂eq, representando el 61.82% de las emisiones de este sector. La segunda subcategoría con mayor emisión de GEI reportada es el Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (4D1) con 1,67 MtCO₂eq, representando el 26.06%. El resto de las subcategorías en su conjunto contribuyen con el 12.12%

4.3

Políticas Climáticas

El Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) publicó en junio de 2018 “Guía de buenas prácticas para la adaptación de las carreteras al clima CAF 2018”¹⁸, el cual señala:

“La adaptación de las carreteras a la variabilidad y cambio climáticos tiene como objetivo prever los efectos adversos del clima y tomar las medidas adecuadas para evitar o minimizar los daños que puedan causar, con el fin de reducir costos futuros y maximizar la rentabilidad de las inversiones. Estas medidas de adaptación deben enfocarse tanto a corto como a medio y largo plazo, y complementarse con herramientas de gestión ambiental, de planificación y de gestión de riesgo de desastres.”

Por otra parte, y de acuerdo a las falencias respecto de la calidad de la vivienda en el Perú, el sustituir los pisos de tierra por concreto tendría un alto impacto y cambiaría la vida de miles de personas en el país, quienes actualmente habitan en viviendas con pisos de tierra.

La industria del cemento y concreto a través de FICEM, ha lanzado el programa Pisos S3 que busca mejorar la salud y el bienestar de las familias más

vulnerables en condición de pobreza. El objetivo es crear pisos más Saludables, Seguros y Sostenibles (S3) a través de la sustitución de pisos de tierra por pisos de concreto. El programa piloto fue desarrollado en el 2021 en Guatemala, beneficiando a 32 familias y dando como resultado la firma de la alianza entre FICEM-Hábitat para la humanidad para expandir el programa a otros países de la región. Además, en este documento se muestran los distintos niveles de avance en el establecimiento de políticas climáticas en América Latina y El Caribe.

En la Tabla 5 se puede apreciar que Perú, en el momento de la publicación del documento contaba con un Proyecto de Ley. Actualmente corresponde a la Ley Marco sobre Cambio Climático (Ley No. 30754 del 18 de abril de 2018); Estrategia y/o Política, la cual corresponde al NDC y a la Política Nacional del Ambiente al 2030; Plan de Acción, el cual corresponde al Plan de Acción en Género y Cambio Climático y la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático; y finalmente, el Decreto Supremo que declara de interés nacional la emergencia climática, Decreto Supremo N° 003-2022-MINA.

¹⁸ Banco de Desarrollo de América Latina, CAF, “Guía de buenas prácticas para la adaptación de las carreteras al clima CAF”, 2018.

Tabla 5.

Instrumentos de gestión de cambio climático en países de América Latina y El Caribe
 Fuente. Guía de buenas prácticas para la adaptación de las carreteras al clima CAF - 2018

Instrumentos de gestión cambio climático	Legislación	Estrategia y/o Política	Plan de Acción	Acciones de adaptación de carreteras
ARGENTINA		SI		
BARBADOS		SI		
BOLIVIA	SI	SI	SI	
BRASIL	SI	SI	SI	SI
COLOMBIA	SI	SI	SI	SI
COSTA RICA		SI	SI	
CHILE		SI	SI	SI
ECUADOR	SI	SI	SI	
EL SALVADOR		SI	SI	SI
GUTEMALA	SI	SI	SI	SI
HONDURAS	SI	SI		
JAMAICA		SI		SI
MEXICO	SI	SI	SI	SI
NICARAGUA		SI		SI
PANAMA	SI	SI		
PARAGUAY		SI	SI	SI
PERU	SI	SI	SI	SI
REPUBLICA DOMINICANA		SI	SI	
TRINIDAD Y TOBAGO		SI		
URUGUAY		SI	SI	
VENEZUELA		SI		

Fuente: "Guía de buenas prácticas para la adaptación de las carreteras al clima" CAF. Junio 2018

Contribuciones Nacionalmente Determinadas Perú (2020)

Publicada en Diciembre del año 2018 y actualizada en Diciembre del 2020.

El compromiso del Perú en materia de mitigación de gases de efecto invernadero, corresponden a:

- Las emisiones netas de GEI no excedan las 208,8 MtCO₂eq en el año 2030 (meta no condicionada). Adicionalmente, las emisiones de gases de efecto invernadero podrían alcanzar un nivel máximo de 179,0 MtCO₂eq en función a la disponibilidad de financiamiento externo internacional y a la existencia de condiciones favorables (meta condicionada).

- Con el objetivo de reflejar el aumento de la ambición con respecto a las NDC del año 2015, es importante resaltar que estos valores absolutos corresponden a reducciones de emisiones de GEI respecto al escenario BaU presentado de la siguiente manera: i) 30% para la meta no condicionada; y, ii) 10% adicional para la meta condicionada. Sumando ambas metas, no condicionada y condicionada, se alcanzaría una reducción total del 40%. El escenario BaU utilizado para determinar la meta en las NDC presentadas en el año 2015 muestra un valor de emisiones de GEI de 298,3 Mt-CO₂eq en el año 2030.

Mitigación de gases de efecto invernadero

- La aplicación de las NDC corresponde al periodo comprendido entre el 1 de enero de 2021 y el 31 de diciembre de 2030. Su Alcance es Nacional.

- GEI considerados: Dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

- Sectores: Se consideran los sectores de emisiones incluidos en el INGEI (Inventario Nacional GEI): i) Energía; ii) Procesos Industriales y Uso de Productos (PIUP); iii) Desechos; iv) Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS); y, v) Agricultura. Cabe mencionar que todos los sectores considerados en las NDC 2015 se mantienen para este periodo de actualización.

Adaptación al cambio climático

Áreas temáticas priorizadas: Se establecen objetivos y medidas de adaptación en cinco áreas temáticas priorizadas: i) Agricultura; ii) Bosques; iii) Pesca y acuicultura; iv) Salud; y, v) Agua; que incluyen, además, la incorporación de enfoques transversales. Adicionalmente, se consideran dos nuevas áreas temáticas con respecto nuestras NDC presentadas en el año 2015, que contribuirán a la meta del país: i) Turismo y ii) Transporte.

Han sido definidas 62 medidas de mitigación. Las medidas están distribuidas entre los sectores de emisiones de la siguiente forma: Energía-Combustión estacionaria, 24 medidas (39%); Energía-Combustión móvil, 14 medidas (22%); Procesos Industriales y Uso de Productos, 2 medidas (3%); Agricultura, 6 medidas (10%); USCUS, 8 medidas (13%).

Tabla 6.

NDC por países

Fuente. Elaboración propia en base a INDC y NDC por países (NDC's Actualizadas 2020)

INDC o NDC País	Reducción Voluntaria (%)	Reducción Condicionada (%)	Total Reducciones (%)
Argentina (1)	NA	NA	19
Chile	46	NA	46
Colombia (2)	20	10	51
Costa Rica	44	NP	44
Guatemala	11,2	11,4	22,6
Honduras	NP	15	15
México	22	14	36
Panamá	NP	NP	NP
Perú	30	10	40
República Dominicana	7	20	27

NP: No presenta esta reducción

(1) Argentina se compromete a una meta absoluta e incondicional

(2) Colombia establece su compromiso de mitigación, en términos de las emisiones absolutas máximas del país en el año 2030

Ley N° 30 754 - Ley Marco Sobre Cambio Climático

- Tiene por objeto establecer los principios, enfoques y disposiciones generales para coordinar, articular, diseñar, ejecutar, reportar, monitorear, evaluar y difundir las políticas públicas para la gestión integral, participativa y transparente de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, a fin de reducir la vulnerabilidad del país al cambio climático, aprovechar las oportunidades del crecimiento bajo en carbono y cumplir con los compromisos internacionales asumidos por el Estado ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, con enfoque intergeneracional.
- Se rige bajo los principios de la Ley 28611, Ley General del Ambiente; la Ley 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental; la Política Nacional del Ambiente; la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático; y los principios de: integración, transversalidad, subsidiariedad, rendición de cuentas, transparencia, participación, gobernanza climática y prevención.
- El Ministerio del Ambiente es la autoridad nacional en materia de cambio climático y la autoridad técnico-normativa a nivel nacional en dicha materia en el marco de sus competencias.
- Los ministerios, los gobiernos regionales y gobiernos locales se constituyen en autoridades competentes en materia de cambio climático.
- La Comisión Nacional sobre el Cambio Climático, presidida por el Ministerio del Ambiente, es el espacio permanente a través del cual el sector público y la sociedad civil realizan el seguimiento del cumplimiento de las políticas públicas en materia de cambio climático.
- **Instrumentos de gestión integral para el cambio climático. Son instrumentos de gestión climática:**
 - Estrategias Nacional y Regional de Cambio Climático. Deben contar con un plan de acción para su implementación.
 - Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional. comprenden metas para la mitigación y adaptación al cambio climático, procurando el aumento progresivo de las metas propuestas, en concordancia con la estrategia nacional y las estrategias regionales de cambio climático.

Otros instrumentos de gestión relacionados al cambio climático.

Estos instrumentos son vinculantes y de cumplimiento obligatorio para las autoridades competentes, debiendo ser considerados en sus presupuestos institucionales.

Este cuerpo legal comprende las siguientes medidas de mitigación y adaptación al cambio climático:

- las que tienen por finalidad garantizar un territorio resiliente y sostenible, priorizando el uso eficiente del agua en las actividades industriales y mineras; el ordenamiento territorial y ambiental; el desarrollo de ciudades sostenibles; y la prevención y gestión de riesgos climáticos; entre otras.
- programas, proyectos y actividades orientadas a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la captura de carbono, y el incremento de sumideros, priorizando la protección, conservación y manejo sostenible de los bosques; la forestación y reforestación; el control del uso y cambio de uso de suelo; el transporte sostenible; la gestión de residuos sólidos; el control de las emisiones gaseosas y efluentes; el cambio progresivo de los modelos de consumo y de la matriz energética a energías renovables y limpias; y la eficiencia energética en los diversos sectores productivos y extractivos; entre otras.
- Reducción de emisiones de deforestación y degradación de los bosques.

Estrategia Nacional ante el Cambio Climático

La Estrategia Nacional ante el Cambio Climático (ENCC) refleja el compromiso del Estado peruano de actuar frente al cambio climático (CC) de manera integrada, transversal y multisectorial, cumpliendo con los compromisos internacionales asumidos por el Perú ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), y teniendo en cuenta de manera especial los esfuerzos de previsión y acción para adaptar los sistemas productivos, los servicios sociales y la población, ante los efectos del CC.

El Perú se caracteriza por ser un país con ecosistemas particularmente vulnerables al cambio climático, pues presenta siete de las nueve características reconocidas por la CMNUCC:

- (i) zonas costeras bajas
- (ii) zonas áridas y semiáridas
- (iii) zonas expuestas a inundaciones, sequías y desertificación
- (iv) ecosistemas montañosos frágiles
- (v) zonas propensas a desastres
- (vi) zonas con alta contaminación atmosférica urbana
- (vii) Economías dependientes en gran medida de los ingresos generados por la producción y uso de combustibles fósiles.

El Perú se ha propuesto contribuir al esfuerzo global de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Si bien las emisiones nacionales sólo significan un porcentaje menor del total mundial, debemos evitar que a futuro nuestra economía y forma de uso de nuestros recursos hagan aún más compleja la tarea de combatir el cambio climático, sumándose a la tendencia de los países y economías emergentes, que puede llevar al mundo a un calentamiento global que pone en riesgo la supervivencia humana.

Los inventarios nacionales elaborados hasta la fecha indican una tendencia al aumento de las emisiones de GEI.

La Política Ambiental Aprobada por el estado Promueve la incorporación Del cambio climático como un elemento condicionante cuya especial consideración es fundamental para el desarrollo sostenible.

La adaptación al cambio climático se viene incorporando gradualmente en otras Políticas de Estado. Esta consideración determina que los sectores y los diferentes niveles de gobierno asuman la obligación de formular e implementar políticas, estrategias y planes de acción dirigidos a la gestión efectiva ante el cambio climático.

Plan de Acción en Género y Cambio Climático

El PAGCC-Perú responde a la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático, documento orientador de todas las políticas y actividades relacionadas con el cambio climático que se desarrollan en el Perú. También se sustenta en el Plan Nacional de Igualdad de Género, que en su objetivo estratégico 8, establece que las políticas públicas deben valorar el aporte de las mujeres en el manejo sostenible de los recursos naturales.

El Plan de Acción en Género y Cambio Climático del Perú (PAGCC-Perú) es un instrumento de gestión pública que busca guiar las acciones de las distintas entidades del Estado peruano para lograr -en el marco de sus competencias vinculadas con la gestión de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la adaptación al cambio climático- la disminución de las desigualdades de género en el país.

El PAGCC-Perú vincula la política nacional y los acuerdos internacionales en materia de género y cambio climático.

El desarrollo del PAGCC-Perú ha sido motivado por el creciente reconocimiento internacional de que el cambio climático tiene impactos diferenciados en hombres y mujeres, y que sus efectos tienden a acentuar la desigualdad social y especialmente la de género.

El IPCC reconoce que si bien el cambio climático impacta en las personas de todo el mundo, lo hace de manera diferenciada entre regiones, grupos socioeconómicos y por género; y que "las desigualdades, pobreza, discriminación de género

y la falta de instituciones aumenta la vulnerabilidad ante los peligros climáticos".

El objetivo del PAGCC-Perú: El Estado peruano, en sus tres niveles de gobierno, incorpora el enfoque de género en sus políticas e instrumentos de gestión que hacen frente a los efectos adversos, aprovechan las oportunidades del cambio climático y contribuyen a reducir las emisiones de GEI.

Objetivos específicos:

Gestión de la información

OE.1.1 > Promover la producción, el acceso y el uso de información diferenciada sobre los impactos del cambio climático en mujeres y hombres.

Fortalecimiento de capacidades

OE.2.1 > Fortalecer las capacidades de las/os funcionarias/os públicos para incorporar el enfoque de género en las políticas e instrumentos de gestión.

OE.2.2 > Promover la igualdad en el acceso de mujeres y hombres con espacios de diálogo, capacitación y toma de decisiones.

Políticas e instrumentos de gestión

OE.3.1 > Incorporar el enfoque de género en las políticas e instrumentos de gestión relacionados al cambio climático.

Medidas de adaptación y mitigación

OE.4.1 > Incorporar el enfoque de género en el diseño e implementación de los proyectos y programas de adaptación y gestión de emisiones de GEI.

DS 003-2022 Declara de interés nacional la emergencia climática

Mediante este cuerpo legal, se Declara de interés nacional la emergencia climática nacional, a fin de ejecutar con carácter de urgencia medidas para implementar la acción climática de acuerdo con lo establecido en las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional al año 2030, contribuyendo con el objetivo global de limitar el incremento de

la temperatura y alineado con el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, reactivación económica, reducción de las brechas socioeconómicas y la reducción de los riesgos y la vulnerabilidad ante los efectos adversos del cambio climático.

En este marco, se deben realizar acciones prioritarias para la consecución de este objetivo, entre otras: aprobar la actualización de la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático con visión al 2050; diseñar el proceso de recepción, administración, y distribución de beneficios, provenientes de diversas fuentes, nacionales y/o internacionales, que permita implementar las fases para la Reducción de Emisiones derivadas de la Deforestación y Degradación de los bosques (REDD+); proponer las medidas de mitigación y adaptación que permitan implementar las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional de reducción del 40% de emisiones de gases de efecto invernadero y la resiliencia ante los efectos adversos del cambio climático, respectivamente, a fin de contribuir a la reactivación de la economía, reducir las brechas socioeconómicas y la pobreza; evaluar los instrumentos apropiados para la

determinación del precio del carbono y, en función a ésta, identificar las acciones requeridas para su aplicación progresiva conforme a las circunstancias nacionales; garantizar el aprovechamiento de recursos energéticos renovables no convencionales en la matriz de generación eléctrica, en condiciones competitivas y eficientes, aumentando progresivamente los requerimientos nuevos con energías renovables no convencionales, de acuerdo con la oferta y la demanda del mercado eléctrico, con proyección de llegar al 20% de su participación al 2030; priorizar medidas con el fin de cumplir los objetivos establecidos en la política energética nacional, a través de: la promoción de programas y políticas sobre el uso eficiente de la energía en los sectores público, productivo, servicios, residencial y transporte; diseño de programas de promoción para el desarrollo de tecnologías, uso y producción de hidrógeno verde.

Medidas de Mitigación Apropiadas para cada país (NAMA)

NAMA de cemento, reportada a la CMNUCC, aporta a tres medidas, de las cuales dos se encuentran en el sector de emisiones de Energía y una en el sector de procesos industriales.

- Uso de combustibles derivados de residuos como sustituto de combustibles fósiles en los hornos de producción de clíker → Coprocesamiento → Potencial de mitigación de GEI Acumulado al 2030: 1,03 (M t CO₂e)

- Mejora de la eficiencia energética en los procesos de producción de cemento para reducir el consumo de energía eléctrica → EE en la industria de cemento → Potencial de mitigación de GEI Acumulado al 2030: 0,65 (M t CO₂e)

- Sustitución de clíker para disminuir la relación clíker/cemento produciendo cementos adicionados para el año 2020, y de 68% para el año 2030 → Reducción del factor clíker → 5,25 (M t CO₂e)

La adecuada fijación de estrategias de desarrollo, en armonía con las estrategias nacionales, para enfrentar el cambio climático, es clave para la industria cementera peruana.

La importancia equilibrada que ha otorgado Perú a las medidas de mitigación y adaptación implica establecer el discurso y las prioridades coincidentes con estas estrategias, como sería, por ejemplo, trabajar en temas tales como: Implementación y profundización de los ejes de reducción de emisiones, como también la inversión en I+D para tales fines, además de abordar temas como: Pavimentos Resilientes, Vivienda Social e Infraestructura en general, dadas las características y ventajas del cemento como uno de los materiales de construcciones más resilientes al cambio climático.

5

Elaboración Hoja de Ruta Perú - Ficem



5. Elaboración Hoja de Ruta Perú - FICEM

En este capítulo se presentan los resultados de la realización de los Pasos 1 al 5 para la elaboración HR Perú, de acuerdo con lo descrito en el Capítulo 3.

En los Talleres Fase 0 y Taller de Potencial de Reducción participaron representantes de las 3 empresas productoras de cemento de Perú participantes en el proyecto: Cementos Pacasmayo, UNACEM y Cementos YURA, junto con FICEM.

De acuerdo con los criterios de la Hoja de Ruta FICEM, se seleccionó como año base el 2010, pero incorporando la data generada en los años 2014, 2016 y 2019, a fin de visualizar el comportamiento durante estos años en relación a las emisiones de CO₂ generadas por la industria cementera local. Se tuvo como referencia otras Hojas de Ruta de la industria y la data utilizada en la elaboración de los papers de la ECRA. Los reportes generados se ejecutaron de acuerdo con el Protocolo sMRV FICEM y la empresa a cargo de la verificación independiente es PwC.

Con la información generada por sMRV y la aplicación de la Calculadora FICEM, se determinaron los potenciales teóricos de reducción de CO₂, además de los análisis comparativos internacionales, información relevante para definir las acciones futuras de la industria, tanto en Adaptación como Mitigación a los efectos del cambio climático.

Es importante destacar la participación de la industria local en el Taller de Potencial de Reducción, en el cual se logró determinar con mayor precisión las brechas y oportunidades para alcanzar los potenciales de reducción identificados en los pasos 1 al 4 de este proceso.

Además, resaltamos la importancia que Perú y sus autoridades le otorgan a la necesidad de adaptación del país a los efectos del cambio climático, en el cual el cemento cumple un rol estratégico, dada su alta resiliencia como material de construcción y sus potenciales de reducción de CO₂ en forma directa e indirecta.

5.1

Adaptación al Cambio Climático y la Industria del Cemento

Tal como se analizó en los Talleres Fase 0 y Potencial de Reducción, Perú es vulnerable a eventos climáticos tales como: el fenómeno El Niño y el fenómeno La Niña; la disminución en las coberturas de los glaciares; procesos de pérdida y degradación de bosques; entre otros, los cuales han sido responsables de grandes pérdidas humanas y materiales. En esta línea, los esfuerzos de Perú se materializan en sus políticas climáticas que se dirigen hacia la mitigación y adaptación para hacer frente a estos eventos climáticos. Lo anterior se refleja, en particular con relación a la adaptación al cambio climático, en su actualización del NDC 2020, señalando:

“El Estado Peruano se compromete a contribuir a la meta global de adaptación mediante la reducción de los daños, las posibles alteraciones y las consecuentes pérdidas actuales y futuras, generadas por los peligros asociados al cambio climático sobre las poblaciones y sus medios de vida; sobre las cuencas, los ecosistemas y los territorios; y sobre la infraestructura, los bienes y los servicios del país. A su vez, contempla aprovechar las oportunidades que ofrece el cambio climático para el desarrollo sostenible y climáticamente responsable.”

Desde el punto de vista de los compromisos internacionales, el Perú ha sido impulsor y pionero en la incorporación del componente de adaptación al cambio climático como parte de las contribuciones nacionales desde la COP 20, realizada en Lima, Perú. En ese sentido, el país está comprometido a contribuir con la meta global de adaptación al cambio climático establecida en el Artículo 7 del Acuerdo de París, que consiste en

aumentar la capacidad de adaptación, fortalecer la resiliencia y reducir la vulnerabilidad al cambio climático con miras a contribuir al desarrollo sostenible y lograr una respuesta de adaptación adecuada en el contexto del objetivo referente a limitar el incremento de la temperatura que se menciona en el Artículo 2 del mismo Acuerdo. Adicionalmente, en los párrafos 10 y 11 del Artículo 7, se recomienda que cada una de las Partes debería presentar y actualizar una comunicación sobre la adaptación al cambio climático hídrico. Además de su resistencia y durabilidad, el cemento cuenta con características de impermeabilidad y conducción, requisitos necesarios para este tipo de infraestructura. Nuevas necesidades asociadas a lluvias intensas han demostrado la versatilidad de la construcción en cemento, con la aparición de los pavimentos permeables, los que no solo aseguran una rápida evacuación de aguas lluvias, sino que además generan recargas hídricas en acuíferos subterráneos.

En conclusión, la industria cementera de Perú deberá posicionarse en todas las instancias nacionales el aporte del cemento a la adaptación al cambio climático, especialmente en materias de vivienda, pavimentos e infraestructura en general.

Para lo anterior, la industria contará con los papers que FICEM está elaborando: Vivienda Sostenible en concreto y Pavimentos Resilientes. Lo anterior implica elaborar planes que contengan acciones en los ámbitos de comunicaciones, investigación y desarrollo, como en el relacionamiento con las autoridades técnicas del país, para mejorar y fortalecer los códigos, normas o buenas prácticas en materia de construcción.

5.2

Mitigación de GEI y la Industria del Cemento

En materia de mitigación, el Estado Peruano se compromete a que sus emisiones netas de gases de efecto invernadero no excedan las 208,8 MtCO₂eq en el año 2030 (meta no condicionada). Adicionalmente, el Estado Peruano considera que las emisiones de gases de efecto invernadero podrían alcanzar un nivel máximo de 179,0 MtCO₂eq2 en función a la disponibilidad.

El Perú formula la actualización de sus NDC para la mitigación de GEI considerando metas absolutas que deben tener un impacto en el conjunto de nuestra economía.

Estos esfuerzos reflejan, de esta manera, el compromiso ambicioso adquirido por el Estado Peruano y manifiestan de forma clara y consistente su visión de descarbonización en el largo plazo.

Para ello, nuestras contribuciones nacionales plantean una meta no condicionada de limitar nuestras emisiones de GEI a un nivel máximo 208,8 MtCO₂eq.

Adicionalmente, incorpora un componente condicionado a la disponibilidad de financiamiento internacional, a través del cual se plantea limitar nuestras emisiones hasta un nivel de 179,0 MtCO₂eq

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la ejecución de los pasos 3, 4 y 5, dentro de los que se destacan la línea base emisiones, reducciones alcanzadas y potencial de reducción al 2030, ejes de reducciones y tecnologías asociadas. Los antecedentes utilizados para realizar este ejercicio son los resultados obtenidos en el Reporte 2015, validado por PwC (Anexo 1), y la información disponible en la Calculadora FICEM.

5.2.1 Producción de cemento y emisiones de CO₂

Producción de Cemento

De acuerdo con los sMRV, la producción de cemento de las empresas participantes en esta Hoja de Ruta, para el año 2010 fue de 8.204.834 toneladas, al 2014 se elevó a 10.601.548 toneladas, lo que corresponde a un 22% de aumento (2,4 Mt); para el año 2016 se produjo una leve baja (5%), alcanzando a 10.084.934 toneladas de producción (0,5 Mt diferencia), y el año 2019 aumentó un 4%, alcanzando las 10.473.723 toneladas (0,4 Mt diferencia).

La siguiente gráfica muestra los principales indicadores de producción para los años 2010, 2014, 2016 y 2019.

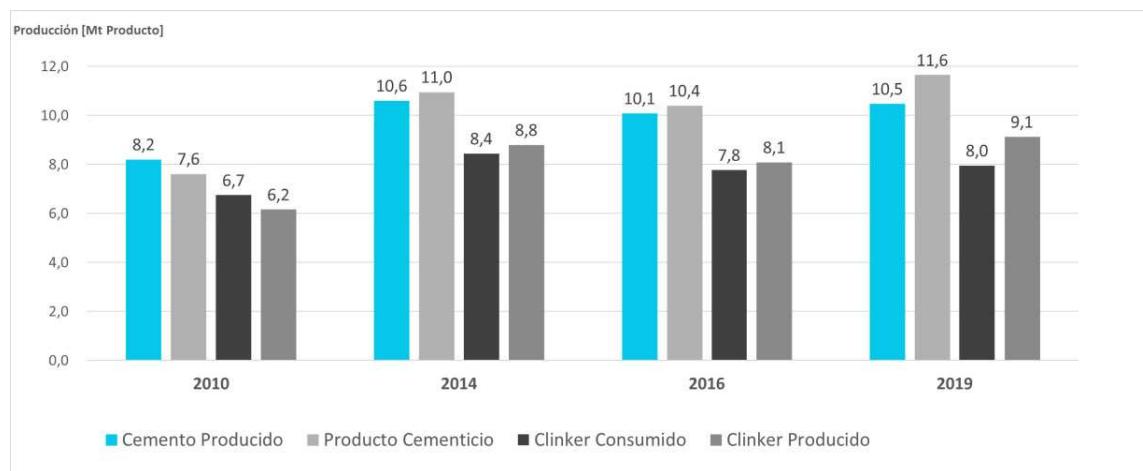
En cuanto a la cantidad de clínker producido, entre los años 2010 a 2014, existe un 29% de aumento (2,6 Mt), entre el 2016 y 2014, un 9% de disminución (0,7 Mt) y entre el 2019 y 2016, un 11% de aumento (1 Mt).

Se puede apreciar que existe mayor clínker producido que consumido en los años 2014 (354.291 toneladas de clínker de diferencia), 2016 (313.409 t) y 2019 (1.170.782 t). Esto puede ser producto de inventarios y/o ventas de clínker a empresas que no participaron en este Reporte (dentro o fuera de Perú).

También podemos apreciar que existen diferencias de cemento producidas por sobre el clínker consumido (2010 > 1.462.060 t; 2014 > 2.158.774 t; 2016 > 2.312.349 t; 2019 > 2.518.995 t). Esto se produce por las adiciones agregadas al cemento.

Figura 23.

Principales Indicadores de producción años 2010, 2014, 2016 y 2019 en millones de toneladas por año



5.2.2 Emisiones de CO₂: Producto cementicio, Clínker y Cemento

Conocer las emisiones de CO₂ en sus distintos alcances y orígenes es fundamental para determinar las trayectorias pasadas y futuras de estas emisiones. Contar con la información desagregada facilita analizar las tecnologías disponibles, costos e inversiones, para definir de mejor manera los potenciales de reducción existentes.

A continuación, se analizan las emisiones para la producción de producto cementicio, clínker y cemento, considerando el Alcance 1 (emisiones directas) y Alcance 2 (generación eléctrica externa), tal como lo define el WBCSD.

Además, con respecto al Alcance 1, este se analiza con base en las tres categorías de emisiones que establece el Protocolo CSI 3.1, las cuales son:

Emisiones Directas: son las emisiones provenientes de fuentes propias o controladas por la compañía. Las emisiones directas de CO₂ de la combustión de biomasa no se incluirán en el alcance 1, pero se reportarán separadamente, por ejemplo como una nota¹⁹.

Emisiones Brutas: son el total de emisiones directas de CO₂ de una planta o compañía, incluyendo el CO₂ de la parte fósil de los residuos usados como combustible, pero excluyendo biomasa y la emisión por generación eléctrica on-site.

Emisiones Netas: Emisiones brutas menos todo el CO₂ de la combustión de combustibles alternativos derivados de residuos.



¹⁹ WBCSD, CO₂ and Energy Accounting and Reporting Standard for the Cement Industry, Version 3.0, 2011

CO₂ en la producción de producto cementicio años 2010, 2014 y 2019

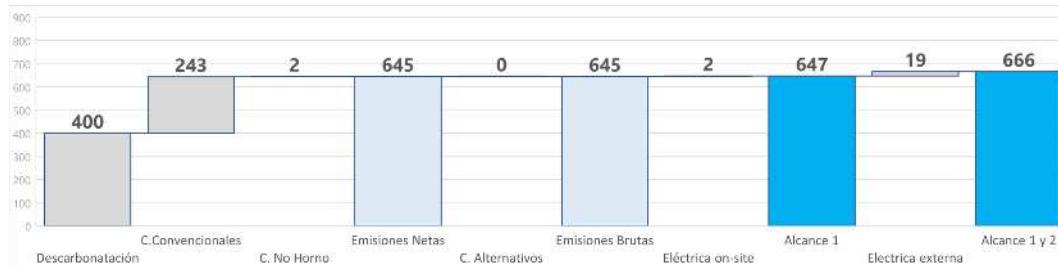
El producto cementicio corresponde a la producción total de clínker, más la producción de los componentes minerales del cemento producido y sustitutos del cemento.

En la siguiente figura se observan las intensidades de emisión de CO₂ desagregadas para la

producción de producto cementicio para los años 2010, 2014 y 2019. Cabe destacar que el indicador de emisiones de CO₂ cementicio son una de las principales referencias de las trayectorias definidas en Roadmap CSI 2018 y los Papers ECRA 2017.

Figura 24.

2010 Emisiones CO₂ cementicio (kg CO₂/t cementicio) Perú – Alcances 1 y 2

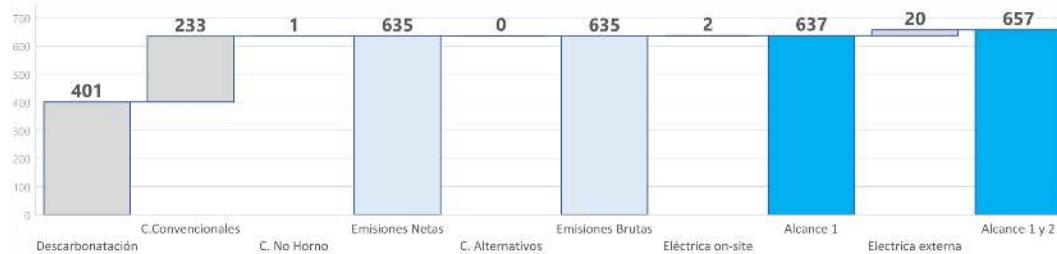


Nota: Las emisiones derivadas de biomasa alcanzaron a 1kg CO₂/t cementicio y no se incluyen en la figura 25.

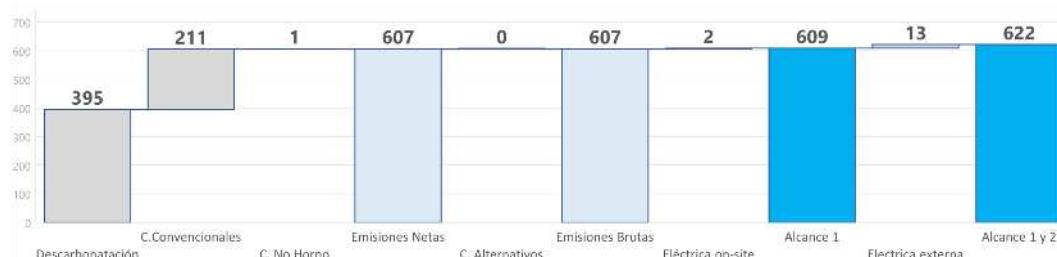
Tabla 7.

Emisiones de CO₂ Cementicio Alcances 1, 2 y Biomasa (no contabilizada)

	kg CO ₂ /t cementicio	Toneladas	Participación
Alcance 1	647	4.925.914	97 %
Alcance 2	19	144.768	3 %
Biomasa	1	7.619	0,15 %

Figura 25.2014 Emisiones CO₂ cementicio (kg CO₂/t cementicio) Perú – Alcances 1 y 2**Tabla 8.**Emisiones de CO₂ Cementicio Alcances 1, 2 y Biomasa (no contabilizada)

	kg CO ₂ /t cementicio	Toneladas	Participación
Alcance 1	637	6.978.869	97 %
Alcance 2	20	219.117	3 %
Biomasa	1	10.956	0,15 %

Figura 26.2019 Emisiones CO₂ cementicio (kg CO₂/t cementicio) Perú – Alcances 1 y 2**Tabla 9.**Emisiones de CO₂ Cementicio Alcances 1, 2 y Biomasa (no contabilizada)

	kg CO ₂ /t cementicio	Toneladas	Participación
Alcance 1	609	7.090.339	97 %
Alcance 2	13	151.379	3 %
Biomasa	1	11.645	0,16 %

CO₂ en la Producción de Clínker años 2010, 2014 y 2019

En la siguiente figura se observan las emisiones desagregadas de la producción de clínker. El clínker

corresponde a la producción total de clínker en hornos propios, independiente del uso o destino.

Figura 27.

2010 Emisiones CO₂ Clínker (kg CO₂/t clínker) Perú – Alcances 1 y 2

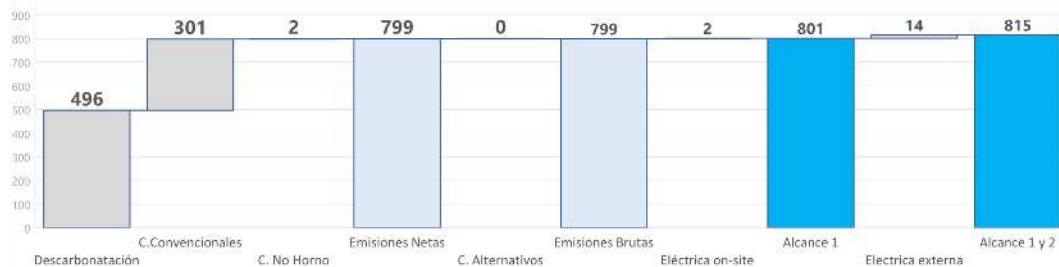
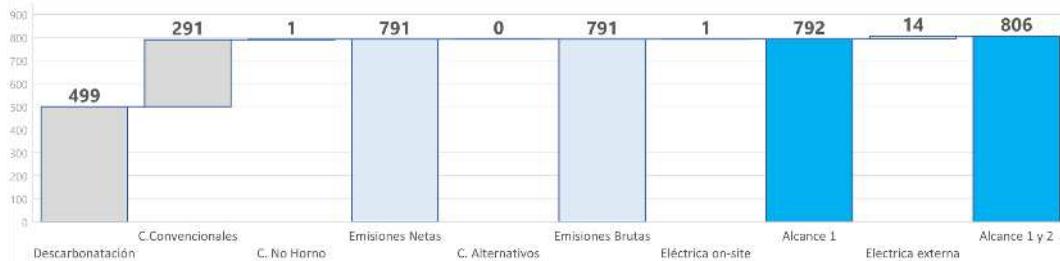


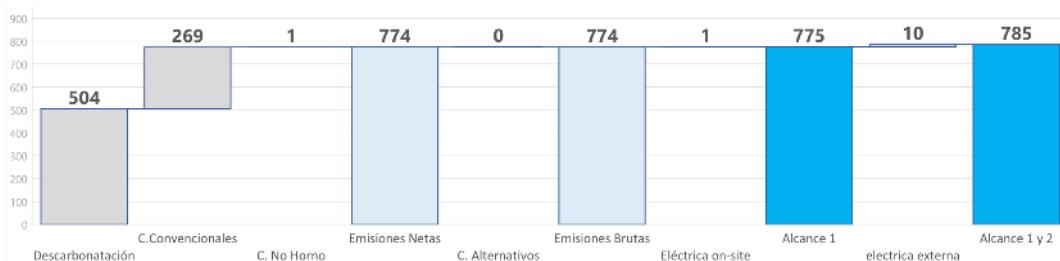
Tabla 10.

Emisiones de CO₂ en toneladas Alcances 1, 2 y Biomasa (no contabilizada)

	kg CO ₂ /t clinker	Toneladas	Participación
Alcance 1	801	4.930.763	98 %
Alcance 2	14	84.355	2 %
Biomasa	0	0	0 %

Figura 28.2014 Emisiones CO₂ Clínker (kg CO₂/t clínker) Perú – Alcances 1 y 2**Tabla 11.**Emisiones de CO₂ en toneladas Alcances 1, 2 y Biomasa (no contabilizada)

	kg CO ₂ /t clinker	Toneladas	Participación
Alcance 1	792	6.969.035	98 %
Alcance 2	14	124.918	2 %
Biomasa	0	0	0 %

Figura 29.2019 Emisiones CO₂ Clínker (kg CO₂/t clínker) Perú – Alcances 1 y 2**Tabla 12.**Emisiones de CO₂ en toneladas Alcances 1, 2 y Biomasa (no contabilizada)

	kg CO ₂ /t clinker	Toneladas	Participación
Alcance 1	775	7.073.183	99 %
Alcance 2	10	91.255	1 %
Biomasa	0	0	0 %

CO₂ en la Producción del Cemento años 2010, 2014 y 2019

Este indicador fue desarrollado por el sMRV FICEM y busca representar la huella de CO₂ del producto. En su Alcance 3, este indicador considera el aporte adicional de las emisiones de CO₂ del clínker externo, en la medida en que el clínker consumido sea mayor que el clínker producido.

En la siguiente figura se muestran las distintas categorías de intensidad de emisiones de CO₂ en la producción de cemento, agrupadas por tipos (netas, brutas y directas) y por alcances 1, 2 y 3 de acuerdo con el sMRV FICEM.

Figura 30.

2010 Emisiones CO₂ cemento (kg CO₂/t cemento) Perú – Alcances 1, 2 y 3

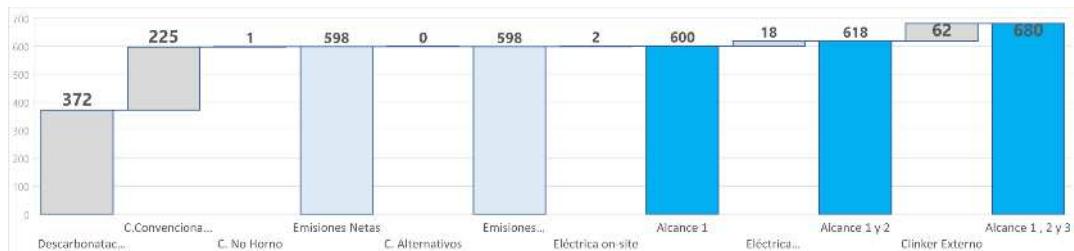
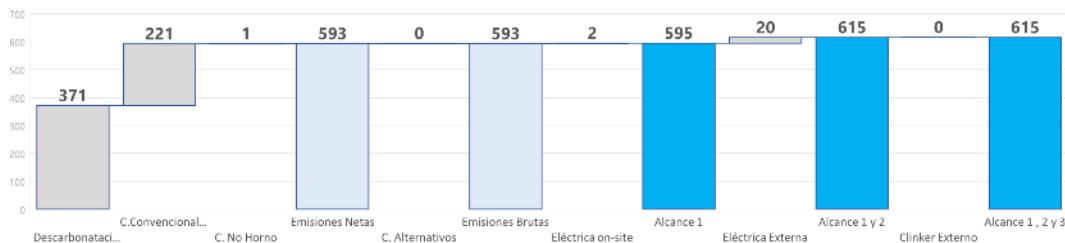


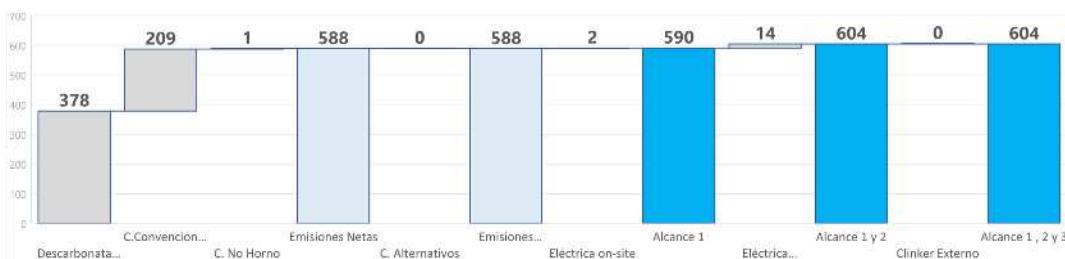
Tabla 13.

Emisiones de CO₂ en Toneladas Alcances 1, 2 y Biomasa (no contabilizada)

	kg CO ₂ /t cemento	Toneladas	Participación
Alcance 1	600	4.926.182	88 %
Alcance 2	18	147.687	3 %
Biomasa	1	8.205	0,15 %

Figura 31.2014 Emisiones CO₂ cemento (kg CO₂/t cemento) Perú – Alcances 1, 2 y 3**Tabla 14.**Emisiones de CO₂ en Toneladas Alcances 1, 2 y Biomasa (no contabilizada)

	kg CO ₂ /t cemento	Toneladas	Participación
Alcance 1	595	6.307.921	97 %
Alcance 2	20	212.031	3 %
Biomasa	1	10.602	0,16 %

Figura 32.2019 Emisiones CO₂ cemento (kg CO₂/t cemento) Perú – Alcances 1, 2 y 3**Tabla 15.**Emisiones de CO₂ en Toneladas Alcances 1, 2 y Biomasa (no contabilizada)

	kg CO ₂ /t cemento	Toneladas	Participación
Alcance 1	590	6.179.497	98 %
Alcance 2	14	146.632	3 %
Biomasa	1	10.474	0,17 %

Comparación Emisiones CO₂ en la Producción del Cementicio años 2010, 2014, 2016 y 2019

Al comparar las emisiones de CO₂ en la producción de cementicio, se puede observar que su evolución ha ido disminuyendo de manera estable a través de los años (2010 a 2014 > 1,3%; 2014 a 2016 > 2,5%; 2016 a 2019 > 2,8%). Y el total de disminución en el período ha alcanzado un 6,5%.

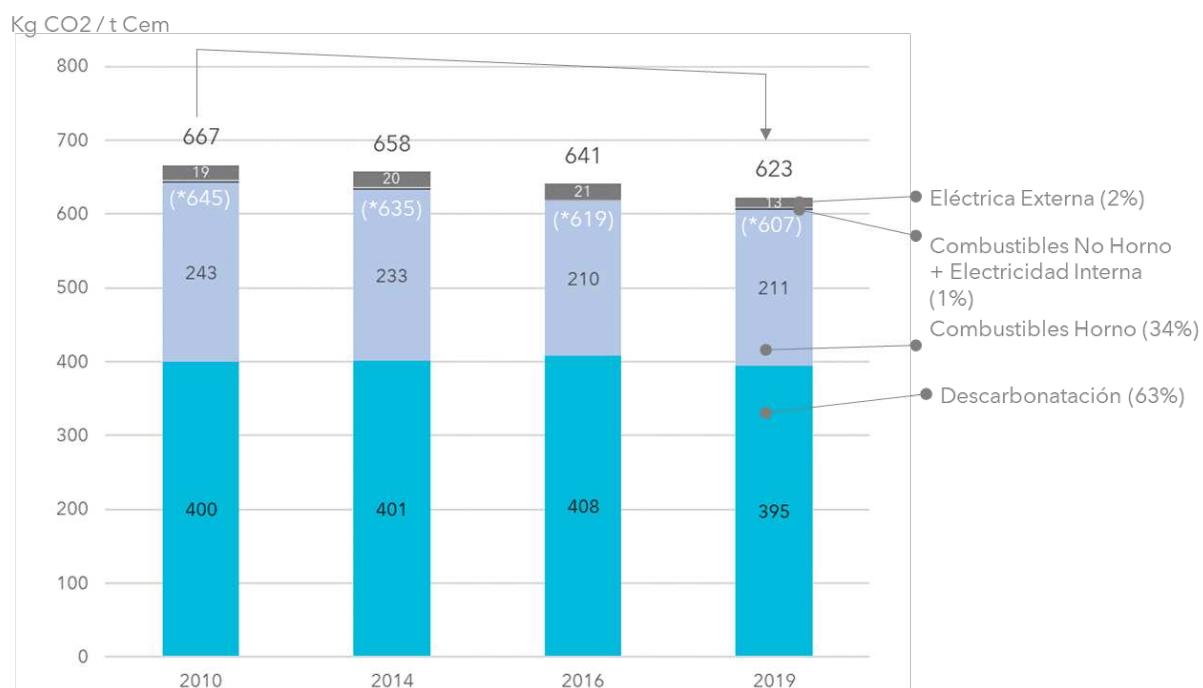
Analizando las cifras (Fig. 22), se puede observar que el aporte de la descarbonatación se ha mantenido constante (2010 > 60%; 2014 > 61%; 2016 > 63%; 2019 > 63%) en el total de emisiones

en los cuatro años en estudio. Luego, el aporte de los combustibles convencionales horno se ha mantenido de la misma manera que en el caso anterior (2010 > 36%; 2014 > 35%; 2016 > 32%; 2019 > 34%).

Los combustibles fuera de horno, generación on-site y electricidad externa aportan en porcentajes menores a las emisiones de CO₂ en la producción de cementicio.

* Emisiones Alcance 1 Gross y Net (Descarbonatación + Combustibles Tradicionales y Alternativos Horno y No Horno)

Figura 33.
Emisiones CO₂ Producción Cementicio



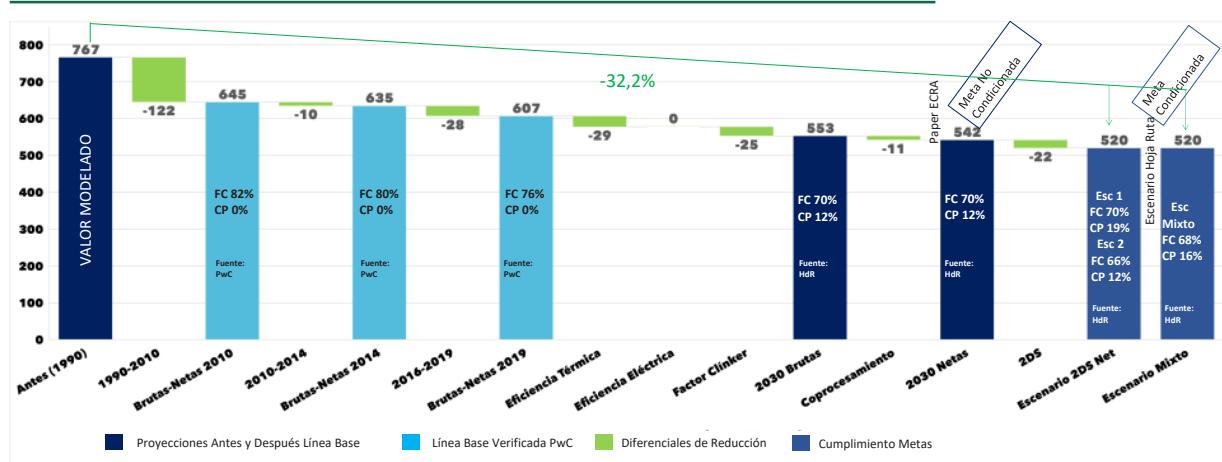
5.2.3 Reducción de emisiones y Potencial de Reducción por ejes

Como resultado del Taller de Potencial de Reducción en Perú y la aplicación de la herramienta Calculadora FICEM (el módulo de los papers de la ECRA 2017 específicamente), se estimaron las reducciones de emisiones de CO₂ ya efectuadas por la industria del cemento peruana hasta el año base 2010 desde el año teórico 1990 y el Potencial de Reducción al año 2030.

Para este análisis se utilizó como indicadores base las emisiones netas de CO₂ años 2010 para la producción de producto cementicio Alcance 1 para la modelación de las tecnologías ya aplicadas y el año base 2019 para las proyecciones al año 2030. El valor del indicador local de intensidad de emisión neta año 2010 es de 645 kg CO₂/t cementicio y 607 kg CO₂/t cementicio año 2019.

Figura 34.

Reducciones al 2010, 2014, 2019 y Potencial de Reducción al 2030 (kg CO₂/t cementicio)



De acuerdo con la figura anterior, se puede apreciar que al 2030 la producción de cemento en Perú deberá alcanzar un 32,2% de reducciones en intensidad de emisiones con respecto al año 1990 para cumplir con el Escenario 2DS Neto.

Considerando las reducciones de emisiones implementadas al 2019, y evaluando la factibilidad técnica y económica de la implementación de nuevas tecnologías, se determinó por parte de la propia Industria, un potencial de reducción adicional al 2030 de 59 kg CO₂/t cementicio, lo que representa un 9,7% de reducción, con relación al 2019. Y se alcanzaría una intensidad de emisión de 548 Kg CO₂ / t cem; excediendo 28 Kg CO₂ / t cem la meta 2DS.

Los aportes al potencial de reducción por eje al año 2030 son: Eficiencia Térmica con una contribución del 52%, seguido del eje Coprocesamiento (22%) Factor Clíker con una contribución del 22%, y Eficiencia Eléctrica con una contribución del 3,5% (Figura 26).

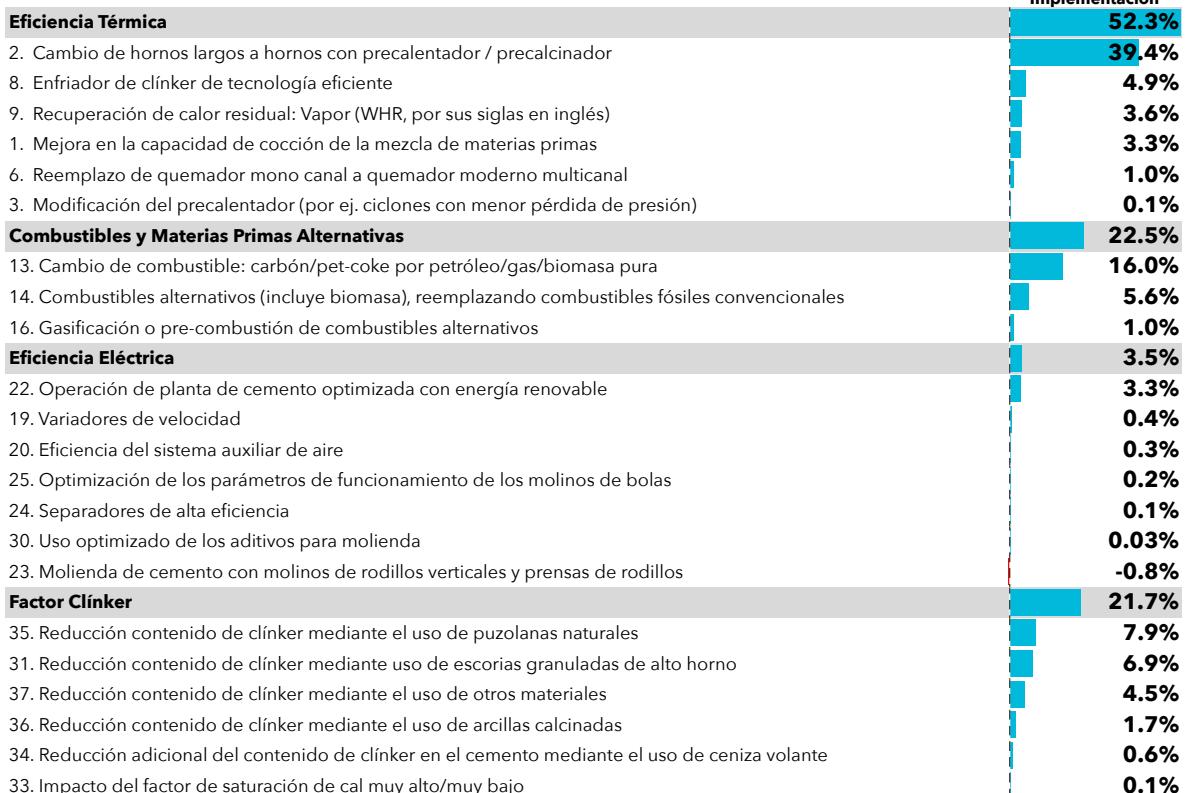
Respecto a los papers ECRA que contribuyen a las reducciones indicadas: (1) en el eje Eficiencia Térmica destaca el cambio de hornos largos a hornos con precalentador/precalcínado, (2) en el eje Coprocesamiento destaca el uso de combustibles alternativos (biomasa), petróleo o gas en reemplazo de combustibles fósiles convencionales, y (3) en el eje Factor Clíker destaca la participación de adiciones como las arcillas calcinadas y otras materias primas.

Figura 35.

Porcentaje implementación de cada paper aplicado desde el año base 2015 hasta el año 2030

Aplicación de Tecnologías para reducir CO₂ PAPERS-ECRA 2017

Total Reducciones Proyectadas año 2030



Reducciones alcanzadas al 2010 por ejes para emisiones brutas-netas

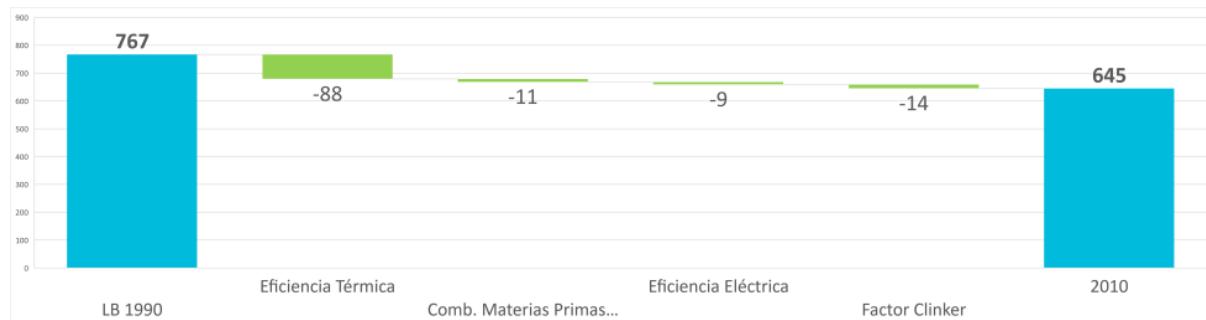
Considerando los criterios indicados, se modelaron las reducciones alcanzadas al año base 2010 en los siguientes ejes: Eficiencia Térmica, Eficiencia Eléctrica, Combustibles y Materias Primas Alternativas y Factor Clínker. En el siguiente gráfico se muestran las reducciones alcanzadas para cada

uno de estos ejes y su aporte al indicador emisiones brutas-netas.

Es importante reconocer el aporte que ha representado cada eje de reducción, lo que permite además focalizar los esfuerzos en materia de reducción de emisiones.

Figura 36.

Reducciones alcanzadas al 2010 por eje (kg CO₂/t cementicio) – Emisiones Brutas-Netas



La Figura 36 indica las reducciones de emisiones para la producción de producto cementicio por eje. De acuerdo con ésta, el 72% de las reducciones se concentran en el eje Eficiencia Térmica, el 11% corresponde al Factor Clínker/cemento, un 9% corresponde al eje Combustibles y Materias Primas Alternativas, particularmente lo relacionado con el reemplazo de combustible convencional por gas natural, y 7% corresponde al eje Eficiencia Eléctrica.

De acuerdo con la aplicación de la Calculadora FICEM, las principales tecnologías que contribuyen a esta reducción son resultado de: el cambio de hornos largos a hornos con precalentador/ precalcínado, reemplazo de quemador monocanal a quemador moderno multicanal, la optimización en el control y automatización de plantas, operación de planta de cemento optimizada con energía renovable, separadores de alta eficiencia y optimización de los parámetros de funcionamiento de los molinos de bolas.

Figura 37.

Potencial de reducción obtenida por cada paper aplicado entre los años 2010-2019

Aplicación de Tecnologías para reducir CO₂ PAPERS-ECRA 2017

Total Reducciones año 2010 al 2019

Eficiencia Térmica

	Porcentaje Implementación
2. Cambio de hornos largos a hornos con precalentador / precalcinador	70.5%
8. Enfriador de clíker de tecnología eficiente	60.7%
6. Reemplazo de quemador mono canal a quemador moderno multicanal	7.3%
5. Aumento de la capacidad del horno	1.6%
	1.0%

Combustibles y Materias Primas Alternativas

13. Cambio de combustible: carbón/pet-coke por petróleo/gas/biomasa pura	5.6%
--	-------------

Eficiencia Eléctrica

22. Operación de planta de cemento optimizada con energía renovable	5.3%
18. Optimización en el control y automatización de plantas	4.4%
19. Variadores de velocidad	1.0%
24. Separadores de alta eficiencia	0.8%
25. Optimización de los parámetros de funcionamiento de los molinos de bolas	0.4%
30. Uso optimizado de los aditivos para molienda	0.3%
23. Molienda de cemento con molinos de rodillos verticales y prensas de rodillos	-1.5%

Factor Clíker

35. Reducción contenido de clíker mediante el uso de puzolanas naturales	13.3%
37. Reducción contenido de clíker mediante el uso de otros materiales	5.7%
31. Reducción contenido de clíker mediante uso de escorias granuladas de alto horno	4.4%

Tecnologías sin aporte en la industria del cemento en Perú.

Aplicación de Tecnologías para reducir CO₂ PAPERS-ECRA 2017

Eficiencia Térmica

- 4. Etapas de ciclones con precalentadores adicionales
- 7. Tecnología de enriquecimiento de oxígeno
- 10. Recuperación de calor residual: Ciclo Orgánico Rankine (ORC, siglas inglés)
- 11. Recuperación de calor residual: Ciclo Kalina

Combustibles y Materias Primas Alternativas

- 12. Materias primas alternativas descarbonatadas para la producción de clíker
- 15. Pretratamiento de combustibles alternativos (molienda y secado)
- 17. Carbonización hidrotérmica (HTC) y Torrefacción

Eficiencia Eléctrica

- 21. Gestión de energía
- 26. Molienda separada de los componentes de la materia prima
- 27. Tecnología avanzada de molienda
- 28. Molienda y mezcla separados por finura
- 29. Aumentar rendimiento cemento por optimización distribución tamaño partícula

Factor Clíker

- 32. Cementos y concretos de alto desempeño que reducen el CO₂

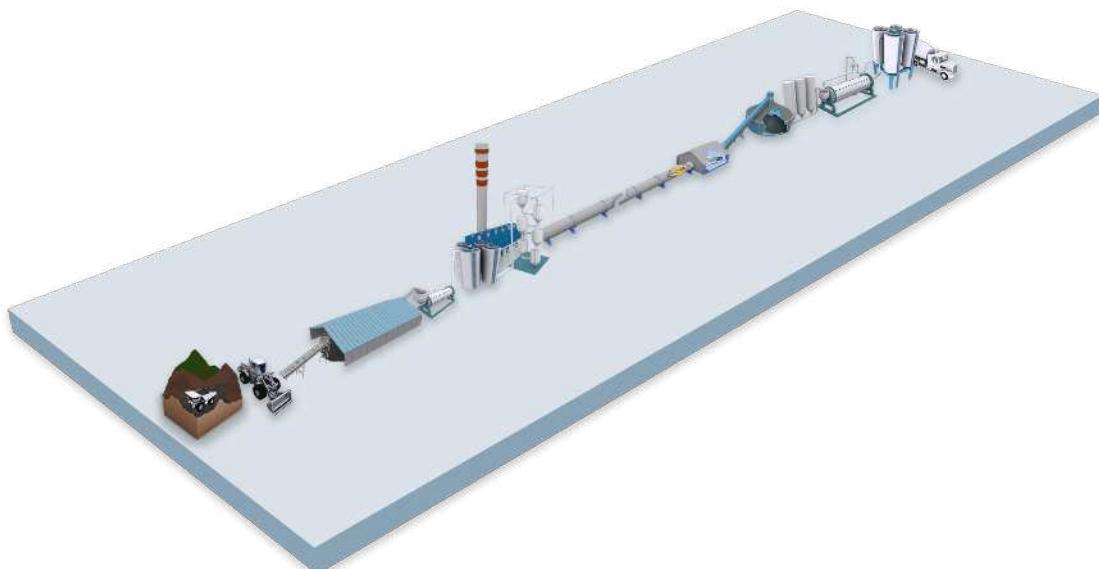
5.3

Análisis comparativo de los principales ejes HR

De acuerdo con lo establecido en la Hoja de Ruta FICEM, los principales indicadores que se utilizaron para determinar la trayectoria de las emisiones de CO₂ en la producción de cemento son: la intensidad de emisión de CO₂ en la producción de producto cementicio, el Factor Clínker, los Combustibles Alternativos, la Eficiencia Térmica y la Eficiencia Eléctrica. Estos indicadores son adicionales a los

de producción de clínker, producto cementicio y cemento, ya revisados previamente. Los ejes de captura y uso de CO₂ (CCU y CCS), no se consideraron en este documento por no existir estadísticas a nivel industrial en la región. A continuación, se realizan los análisis comparativos a partir de la información disponible en GNR y del Roadmap CSI 2018.

Figura 39.
Diagrama esquemático del proceso de fabricación de cemento



Comparativo Emisiones Netas por unidad de producto cementicio Perú versus GNR

Este indicador es considerado el más importante para comparar los factores de emisión de CO₂ para una planta de cemento, en él se representan las principales emisiones directas, en el cual no se consideran las emisiones derivadas de la generación eléctrica on-site ni de las emisiones de biomasa proveniente de los combustibles alternativos.

Este indicador se representa en kilogramos de CO₂ emitidos versus las toneladas de producto cementicio producido. En el caso de Perú, este indicador oscila entre los 607 kg CO₂/t cementicio año 2019 y los 645 kg CO₂/t cementicio año 2010.

De acuerdo con la figura, podemos mencionar que: Perú se encuentra en una situación intermedia con sus 607 kg /CO₂ t cementicio para el año 2019 comparado con la estadística GNR para el mismo año.

Este indicador es un 14% mayor que el país de más baja emisión (Argentina) y un 19% menor que el país de máxima emisión (Estados Unidos).

El promedio mundial reportado en GNR alcanzó los 635 kg/CO₂ t cementicio, y Perú se encuentra un 4% bajo este promedio.

Si bien Perú se encuentra en una buena posición en relación con las emisiones globales, el Roadmap CSI 2018 establece que la producción de cemento mundial deberá tener un promedio de 520 kg/CO₂ t cementicio al 2030, y de 370 kg/CO₂ t cementicio al 2050, constituyendo un gran desafío de mediano y largo plazo para la industria peruana. Por ejemplo, alcanzar los 520 kg/CO₂ t cementicio al 2030 implica una reducción de un 14% con respecto a los valores 2019

Emisiones Netas Cementitious

País / Región	Kg CO ₂ /t cementitious	Origen Data
Austria	419	GNR 2019
Alemania	472	GNR 2019
Polonia	490	GNR 2019
Argentina 2015	516	HdR FICEM
Brasil	536	HdR Independ.
India	560	GNR 2019
Francia	565	GNR 2019
Latinoamérica	574	GNR 2019
Reino Unido	579	GNR 2019
Chile 2018	585	HdR FICEM
Colombia 2015	600	HdR FICEM
Central America	604	GNR 2019
Perú 2019	607	HdR FICEM
Mundo	608	GNR 2019
R. Dominicana 2015	609	HdR FICEM
Macrozona FICEM	612	HdR FICEM
México 2016	617	HdR FICEM
Perú 2016	619	HdR FICEM
Perú 2014	635	HdR FICEM
Asia (n.e.c.)/Oceania	638	GNR 2019
Perú 2010	645	HdR FICEM
España	646	GNR 2019
China/Korea/Japan	657	GNR 2019

Los 607 Kg/CO₂ t cementicio de Emisiones Netas por unidad de producto cementicio de Perú se encuentran por debajo de la media mundial reportada en GNR (635 Kg/CO₂ t cementicio) para el año 2019.

Al 2030, este indicador está 87 Kg/CO₂ t cementicio por sobre las metas del Technology Roadmap CSI (520 Kg/CO₂ t cementicio de intensidad de emisión) En esta línea, es importante seguir investigando nuevas tecnologías para la mitigación de emisiones.

Comparativo Factor Clínker/Cemento Perú versus GNR

Factor Clínker / Cemento

País/Región	% clínker	Origen Data
Colombia 2015	68%	HdR FICEM
India	68%	GNR 2019
Brasil	68%	HdR Indep.
Argentina 2015	68%	HdR FICEM
Percentil 10 GNR	69%	GNR 2019
Austria	70%	GNR 2019
Chile 2018	70%	HdR FICEM
Perú 2030 NC	70%	HdR FICEM
Integradas	71%	GNR 2019
Latinoamérica	71%	GNR 2019
Alemania	72%	GNR 2019
Macrozona FICEM	72%	GNR 2019
Central America	72%	GNR 2019
R. Dominicana 2015	73%	HdR FICEM
Mexico 2016	73%	HdR FICEM
Moliendas	73%	GNR 2019
Sudamérica ex. Brazil	74%	GNR 2019
Polonia	74%	GNR 2019
Africa	75%	GNR 2019
Planta Referencia GNR	75%	GNR 2019
Peru 2019	76%	HdR FICEM
Mundo	76%	GNR 2019
China/Korea/Japan	77%	GNR 2019
Francia	77%	GNR 2019
Europe	77%	GNR 2019
Perú 2016	77%	HdR FICEM
Asia (n.e.c.)/Oceania	79%	GNR 2019
Perú 2014	80%	HdR FICEM
España	81%	GNR 2019
Tailandia	82%	GNR 2019
Perú 2010	82%	HdR FICEM
Egipto	84%	GNR 2019
Middle East	86%	GNR 2019
Reino Unido	88%	GNR 2019
North America	88%	GNR 2019
Percentil 90 GNR	89%	GNR 2019
Estados Unidos	89%	GNR 2019

El Factor Clínker/Cemento se define como la razón entre la cantidad total de clínker consumido al año para producir cemento, independiente del origen del clínker, y la cantidad total de cemento producido al año.

De acuerdo con el Reporte, el Factor Clínker de Perú oscila entre los 76% año 2019 y los 82% año 2010. Observándose una constante mejora a través de los años.

En la siguiente figura se compara el Factor Clínker de Perú con países y regiones reportados en GNR.

El promedio de Perú (76%) se encuentra en línea con el promedio GNR (76%) para el año 2019.

En relación con las mejores plantas reportadas en GNR (percentil 10) de este indicador, Perú está a 7 puntos porcentuales, lo que demuestra los esfuerzos realizados por Perú en este eje de reducción.

Además, es importante destacar que este eje es responsable de casi el 37% de las reducciones totales proyectadas por CSI al año 2050, en donde cada punto de reducción equivale, aproximadamente, a una tonelada evitada de CO₂. Este indicador no solo debe ser considerado en la producción de cemento, sino que también es relevante un análisis “aguas abajo” del uso del producto. Por ejemplo, si comparamos este indicador para Perú con Estados Unidos, se observa un evidente mejor desempeño. Sin embargo, al analizar este último mercado, el alto porcentaje de clínker en el cemento se relaciona a la fabricación del cemento Portland, y la posterior dosificación de adiciones en la producción de concreto, por lo cual el efecto de reducción de CO₂ se alcanza en otro punto del ciclo de vida del cemento. Es importante considerar esta experiencia dado que, a futuro, y debido a la demanda de cemento de alto desempeño, este tipo de condición también podría replicarse en Perú.

Perú 2030 NC = Factor Clíker Meta No Condicionada

Tal como se ha documentado en las Hojas de Ruta de CSI, Brasil e India, es importante tener en consideración que reducir este indicador implica estrategias complejas para la industria. Las principales barreras son: mantener la calidad del producto, la disponibilidad de materias primas alternativas, los marcos regulatorios y la aceptación del mercado de estas mejoras tecnológicas.

En resumen, el 76% alcanzado en Perú ha significado importantes disminuciones de CO₂. Las

metas fijadas por la industria global del cemento al año 2030 y 2050 (64% y 60% respectivamente), plantean un desafío aún mayor en materias de tecnología e innovación para la industria peruana. Sin embargo, en Perú existe un déficit de infraestructura y requerimientos de construcción resiliente, lo que complejiza aún más estas proyecciones.

Estos antecedentes fueron considerados para la aplicación de los papers en el Taller de Potencial de Reducción.

El Factor Clínker de Perú es del 76%, porcentaje que se encuentra en línea con la Planta de Referencia de GNR (76%) para el año 2019.

De acuerdo con la estimación de Potencial de Reducción al año 2030, la industria de Perú deberá seguir aumentando el nivel de adiciones en el cemento. Lo anterior se transforma en el mayor desafío para mejorar este indicador, además de la disponibilidad de materia prima alternativa y materiales cementicios, por la geografía del país, y se relaciona con los futuros requerimientos de calidad para el cemento.

En este sentido, se torna necesario evaluar las tecnologías determinadas por ECRA, las cuales pueden enfrentar las nuevas demandas de calidad sin incrementar significativamente la participación de clínker, por ejemplo, por medio de moliendas separadas de los componentes, o la producción de arcilla calcinada como adición al cemento.

Comparativo Coprocesamiento Perú versus GNR

El Coprocesamiento se define como la razón entre la cantidad total de energía térmica asociada a combustibles alternativos y biomasa utilizada al año, y la cantidad total de energía térmica utilizada al año considerando solo las plantas integradas.

En Perú, el Factor de Coprocesamiento es de un 0% para todos los años en estudio, es decir, aún no se ha aplicado esta tecnología, transformándose en una buena oportunidad de mejora en este sentido.

En la siguiente figura se compara el porcentaje de coprocesamiento de Perú con países y regiones reportados en GNR.

La media mundial reportada por GNR se encuentra en el 16%.

Medio Oriente e India no superan el 4%, y Sudamérica tiene un porcentaje de Coprocesamiento de 8%. Los países de mejor desempeño superan ampliamente el 40%, destacándose Austria y Alemania con indicadores de 76% y 66% respectivamente.

Por todo lo anterior, existe un importante potencial de reducción para Perú en este eje de reducción. Además, este eje no sólo aporta a la reducción de CO₂, sino que también es una alternativa segura a la eliminación final de residuos mediante su valorización energética. Por ello, todas las Hojas de Ruta de la Industria del Cemento consideran este eje como prioritario dado su doble beneficio ambiental. Se debe considerar que lograr estos niveles de coprocesamiento no solo depende de la industria. La experiencia internacional ha demostrado que la disponibilidad presente y futura de los residuos,

los marcos regulatorios y los costos logísticos asociados, influyen en los distintos alcances que pueda tener el nivel de coprocesamiento.

Coprocesamiento



Perú 2030 NC = Factor Clinker Meta No Condicionada

En resumen, el eje de Coprocesamiento, dado la nula aplicación en Perú, representa una gran oportunidad. De acuerdo con los modelos desarrollados en la calculadora FICEM, solo incorporando el 10% de residuos sólidos urbanos que se encuentran a una distancia máxima de 100 Km de las plantas para América Latina y El Caribe, el coprocesamiento alcanzaría un 21% y para el caso de las llantas fuera de uso, si se incorporara solo la mitad de estas llantas a nivel nacional el coprocesamiento alcanzaría un 7%.

Este potencial de coprocesamiento de un 28% (RSU a 100 Km y 50% de Llantas fuera de uso) podría ser aún mayor si se incorpora un porcentaje superior al 50% de llantas o se aumenta la la distancia de recolección a más de 100 Km.

Aún no se ha aplicado el Coprocesamiento en Perú, lo que provoca que la brecha sea importante al compararlo con las metas del Technology Roadmap CSI 2030 y 2050 (17,5% y 30% respectivamente), pero por otro lado, otorga un gran potencial de mejora en este eje. Importante es recalcar que la dificultad es mayor en comenzar a aplicar esta tecnología (desde el 0%), que en aumentar el % de aplicación, cuanmdo ya se ha comenzado a utilizar el coprocesamiento en la industria.

Es importante destacar los logros alcanzados por Alemania y Austria, que, de acuerdo con estudios realizados por FICEM, están relacionados con políticas públicas que han incentivado la valorización de residuos y desestimulado los rellenos sanitarios.

La importancia de este eje no solo radica en el alto potencial de reducción de CO₂ disponible, sino que también en la eliminación segura de residuos.

Pese a estos logros, la industria del cemento debe seguir promoviendo la aprobación de marcos normativos que apoyen el coprocesamiento como un mecanismo esencial para impulsar la economía circular, además de evaluar la disponibilidad futura de residuos y la consideración de los costos logísticos asociados.

Comparativo Consumo Térmico Perú versus GNR

El Consumo Térmico se define como la razón entre el consumo térmico total en horno de todas las plantas integradas de un país o Macrozona, y la cantidad total de clínker producido. El Consumo Térmico promedio de Perú oscila entre los 3137 MJ/t Clíker para el año 2016 y 3545 MJ/t Clíker

Eficiencia Térmica		
País/Región	MJ / t clíker	Origen Data
Percentil 10 GNR	2939	GNR 2019
India	3098	GNR 2019
Perú 2016	3137	HdR FICEM
China / Korea/Japan	3275	GNR 2019
Integradas	3330	GNR 2019
Tailandia	3348	GNR 2019
Asia (n.e.c.)/Oceanía	3362	GNR 2019
Peru 2019	3398	HdR FICEM
Perú 2014	3403	HdR FICEM
Medio East	3407	GNR 2019
R. Dominicana 2015	3440	HdR FICEM
Mundo	3489	GNR 2019
Planta Referencia GNR	3510	GNR 2019
Macrozona FICEM	3515	GNR 2019
Sudamérica ex. Brasil	3523	GNR 2019
España	3531	GNR 2019
Brasil	3538	HdR Independ.
Perú 2010	3545	HdR FICEM
Latinoamérica	3589	GNR 2019
Argentina 2015	3622	HdR FICEM
África	3673	GNR 2019
Polonia	3680	GNR 2019
Central América	3695	GNR 2019
Mexico 2016	3709	HdR FICEM
Europa	3717	GNR 2019
Reino Unido	3815	GNR 2019
Alemania	3817	GNR 2019
North América	3856	GNR 2019
Egipto	3865	GNR 2019
Austria	3882	GNR 2019
Estados Unidos	3884	GNR 2019
Colombia 2015	3885	HdR FICEM
Chile 2018	3887	HdR FICEM
Percentil 90 GNR	3891	GNR 2019
Francia	3905	GNR 2019

para el año 2010, indicador aplicable sólo a las Plantas Integradas.

En la siguiente figura se compara el consumo térmico de Perú con países y regiones reportados en GNR.

Perú tiene un Consumo Térmico superior (3398 MJ/t Clíker) al promedio global de las plantas GNR (3489 MJ/t) para el año 2019. En el caso del promedio de Latinoamérica GNR (3589 MJ/t), Perú se encuentra por debajo de este valor para el año en comparación.

De acuerdo con el Reporte Perú 2019, existe una gran heterogeneidad en el desempeño de las plantas. Por un lado, la planta con mejor desempeño alcanza los 3076 MJ/t clíker, valor cercano al percentil 10 de GNR, lo que indica un excelente indicador de eficiencia energética. Y, por otro lado, la planta con peor desempeño alcanza los 5231 MJ/t clíker, valor por debajo del percentil 90 de GNR (3.891 MJ/t clíker).

Con respecto a las tecnologías de referencia para este eje, los papers de la ECRA establece que procesos secos, precalcinador, precalentador de ciclones de múltiples etapas y quemadores multicanal, aseguran los mejores niveles de rendimiento energético disponibles (3.0-3.4 GJ/t clíker). Además, estos papers indican que estas modernizaciones ocurren por condiciones de mercado y/u obsolescencia de equipos, tal como lo señala también la Hoja de Ruta de CSI.

En relación con lo anterior, se puede proyectar que al 2030 existirá un mejoramiento de este indicador debido al proceso de modernización de las plantas de cemento en Perú.

Se debe tener en cuenta que la implementación de otros ejes de reducción, como coprocesamiento, pueden aumentar el consumo de energía térmica. Por ejemplo, un mayor uso de combustibles alternativos (del 6% al 30% a nivel mundial para 2050 en el 2DS), con un contenido calórico generalmente más bajo, resulta en un aumento de la demanda de

energía térmica específica de Clíker (un adicional de 0.11 GJ / t a nivel mundial para el 2050).

Las inversiones asociadas no se justifican exclusivamente para reducir CO₂, debido al alto nivel de inversiones y al bajo impacto en la disminución de emisiones de CO₂.

El Consumo Térmico de Perú 2019 (3398 MJ/t Clíker) se encuentra por encima de la Planta de Referencia de GNR. Cabe destacar que el Percentil 10 de GNR es de 2939 MJ/t.

Este nivel de consumo térmico se encuentra por sobre las metas del Technology Roadmap CSI 2030 y 2050 (3300 y 3100 MJ/t clinker, respectivamente).

Este eje es clave en los potenciales al año 2030, como resultado de la modernización de hornos, reaprovechamiento de gases energéticamente en otros procesos (secado) y el uso de materias primas descarbonatadas.

Comparativo Consumo Eléctrico Perú versus GNR

El Consumo Eléctrico se define como la suma del consumo eléctrico de la producción de la parte de clíker que se utiliza para producir cemento, y el consumo eléctrico en usos no clíker, todo dividido por la producción de cemento de la planta.

El Consumo Eléctrico de Perú para plantas integradas fluctúa entre los 106 KWh/t cemento año 2016 y los 115 KWh/t cemento en el año 2019.

En la siguiente figura se compara el consumo eléctrico de Perú con países y regiones reportados en GNR para el año 2019.

De acuerdo con la figura, podemos mencionar que: Perú 2019 tiene un Consumo Eléctrico (115 KWh/t cemento) que se encuentra sobre el promedio de la planta de referencia de GNR Latinoamérica (106 KWh/t cemento).

CSI estima que las reducciones de emisiones de CO₂ en el eje Consumo Eléctrico pueden ser del orden del 3%. En esta línea, Perú, al contar con un indicador mayor al de la Planta de Referencia GNR, debiese contar con un potencial de reducción de CO₂ de mayor magnitud. La incidencia de este eje es marginal en comparación con el Coprocesamiento y el Factor Clíker.

Se debe tener presente que la implementación de otros ejes de reducción puede aumentar el consumo de energía eléctrica en el futuro. La captura de CO₂, por ejemplo, de las plantas de cemento en el 2DS a nivel mundial da como resultado 15 - 19 kWh /t de cemento adicionales.

Con respecto al suministro de energía eléctrica, el caso de Perú es atípico en comparación con las referencias internacionales, ya que su matriz eléctrica tiene un muy bajo nivel de emisión (157 Kg CO₂/MWh).

Lo anterior es una ventaja frente a otros casos con una matriz de mayores emisiones. Como lo señala el Roadmap de CSI 2018, se recomienda impulsar el uso de energía eléctrica generada por fuentes renovables en la Plantas, especialmente, en las unidades de molienda que son las más adecuadas para usar energía renovable, debido a la flexibilidad en las horas de operación durante el día.

En resumen, los 115 KWh/t cemento alcanzados en Perú y el bajo factor de emisión de CO₂ del promedio de energía consumida (157 kg CO₂/MWh), proyectan un menor potencial de reducción de CO₂ en este eje.

Eficiencia Eléctrica



Perú posee un Consumo Eléctrico (115 kWh/t cemento) que se encuentra sobre la planta de referencia de GNR (104 kWh/t cemento) para el año 2019, y el promedio de Latinoamérica (106 kWh/t cemento).

De acuerdo CSI, este eje no tiene aportes relevantes a las reducciones de CO₂ al año 2030. No obstante, es importante recalcar el bajo consumo de energía eléctrica proveniente de fuentes de bajo nivel de emisiones de CO₂.

En resumen,

Con relación a los principales puntos analizados en el presente capítulo, podemos indicar que:

La industria del cemento deberá seguir posicionando al cemento como el material de construcción con mayor resiliencia para la necesaria adaptación a los efectos del cambio climático que se requiere en Perú, dado que la Adaptación ha sido considerada como prioritaria en todas las políticas climáticas de este país.

Ejemplo de lo anterior son las necesidades de vivienda e infraestructura vial de Perú, desafíos en los cuales la Industria del Cemento puede contribuir con su experiencia y conocimiento en los códigos y diseños de construcción sostenible.

Destacamos la significativa reducción alcanzada en la intensidad de emisiones de CO₂ en la producción de cemento en Perú al año 2019, que es del orden del 21% con relación al año 1990. Y del 6.5% entre los años 2010 y 2019. Lo anterior, fue logrado, principalmente, por las acciones efectuadas en los ejes Eficiencia Térmica y Factor Clínker.

El Potencial de Reducción al año 2030 se proyecta en un 13% respecto al año 2019. Este Potencial se encuentra enfocado principalmente en los ejes Eficiencia Térmica, Factor Clínker y Combustibles Alternativos.

La industria del cemento deberá impulsar el Coprocesamiento y el uso de biomasa, por ser uno de sus principales ejes disponibles para seguir

reduciendo emisiones de CO₂.

Además, el Coprocesamiento genera el doble beneficio ambiental de la reducción de CO₂ y el aprovechamiento seguro de residuos. Por ello, la industria del cemento debe apoyar la aprobación de marcos normativos que fomenten el coprocesamiento como un mecanismo esencial para el desarrollo de la economía circular.

Otra de las ventajas de la construcción en cemento es el aporte a las reducciones de GEI indirectas debido a la durabilidad (por ejemplo, carreteras) y eficiencia térmica (por ejemplo, viviendas), que, además, contribuyen a mejorar la calidad de vida.

Se debe considerar la interacción entre los ejes en la reducción de emisiones de CO₂, en donde no siempre existe adicionalidad. Por ejemplo, (1) incorporar el coprocesamiento puede significar pérdidas en la eficiencia térmica; y (2) aumentar el uso de adiciones, tales como escoria, pueden implicar un mayor consumo eléctrico.

Todos estos análisis se basan en la aplicación del sMRV y Calculadora FICEM que aportan a la confiabilidad y representatividad de la información.

Es importante destacar que en el proceso de la elaboración de esta Hoja de Ruta ha existido un diálogo permanente con las autoridades con competencia ambiental, lo que ha contribuido a que el sector cemento sea evaluado de acuerdo con sus reales potenciales de mitigación de GEI.

6



Acciones y Compromisos Hoja de Ruta

6. Acciones y Compromisos Hoja de Ruta

Compromiso 1:

Implementar las acciones necesarias para alcanzar un nivel de emisiones netas de 520 Kg CO₂ por tonelada de cementicio al año 2030.

Compromiso 2:

Promover los marcos regulatorios que permitan alcanzar, como mínimo, el 12% de Coprocesamiento comprometido por la industria al año 2030.

Compromiso 3:

Incentivar la aceptación del mercado, para seguir reduciendo el contenido de clíker en el cemento para llegar al 70% comprometido por la industria al año 2030, considerando la línea de base del 76% al año 2019.

Compromiso 4:

Implementar los estudios y medidas habilitantes necesarias para que el Coprocesamiento y/o el Factor Clíker aporten al logro de las metas climáticas de Perú.

Compromiso 5:

Apojar y desarrollar otros ejes, como la eficiencia energética térmica y eléctrica; metanización de residuos o soluciones basadas en la naturaleza que mitiguen, eviten o capturen CO₂ (bofedales), etc.

Compromiso 6:

Desarrollar y mantener un sistema y una base de datos de monitoreo, reporte y verificación del sector del cemento (MRV) compatible con el estándar IPCC-2006.

Compromiso 7:

Realizar una gestión eficiente como Industria en los siguientes ejes:

Implementación de tecnología y equipos para la utilización y abastecimiento de combustibles alternativos.

Apoyo a la investigación a nivel global de tecnologías costo/eficientes para la captura, uso y almacenamiento de CO₂.

Compromiso 8:

Elaborar un Plan de Comunicaciones para las partes interesadas, que resalte la importancia del sector cemento para el desarrollo del país en los próximos años como, por ejemplo, su aporte para cubrir la brecha de infraestructura y vivienda.

Asimismo, este Plan de Comunicaciones debe reafirmar que la Hoja de Ruta de la Industria del Cemento de Perú, está basada en el contexto nacional y de cada empresa de cemento peruana, y enfocada en el cumplimiento progresivo de los objetivos planteados.

Compromiso 9:

Esta Hoja de Ruta refuerza el compromiso de la industria del cemento del Perú de seguir aportando a la sostenibilidad y resiliencia necesaria que demanda el país, para enfrentar riesgos tales como terremotos, sequías e inundaciones a través de infraestructura sanitaria y energética, carreteras, vivienda, entre otras.

Compromiso 10:

Realizar los estudios necesarios que permitan cambiar los pisos de tierra de viviendas por pisos de concreto, estimando los beneficios directos en la población, como en mitigación de CO₂, en eficiencia

térmica y de materiales. Además, decolaborar en la búsqueda de financiamiento local e internacional para este proyecto.

Compromiso 11:

ASOCEM conformará en conjunto con la industria del cemento en Perú, una instancia que realice el seguimiento a las acciones y metas descritas en esta Hoja de Ruta.

Estos son nuestros compromisos, alcanzarlos dependerá de marcos regulatorios adecuados, de la promoción por parte del Estado de compras de productos con menor huella ambiental; y fundamentalmente a través del trabajo colaborativo entre la industria, el gobierno y la sociedad.

7

Bibliografía



Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional del Perú - Reporte de Actualización Periodo 2021 – 2030

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, CMNUCC, Acuerdo de París, 2015

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, CMNUCC, 1992

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, CMNUCC, Manual, 2006

CO₂ and Energy Accounting and Reporting Standard for the Cement Industry, 2011, World Business Council for Sustainable Development, WBCSD, 2011.

Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero del 2006, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC, 2006

FICEM Hoja de Ruta CO₂, 2017: Hacia una Economía baja en Carbono, Federación Interamericana del Cemento, 2017.

The GCCA 2050 Cement and Concrete Industry Roadmap for Net Zero Concrete, GCCA, 2021

Getting the Numbers Right, The Cement Sustainability Initiative, CSI, Cement Industry Energy and CO₂ Performance: ver [¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#), 2020

Guía de buenas prácticas para la adaptación de las carreteras al clima CAF, Banco de Desarrollo de América Latina, CAF, 2018

Ley Marco sobre Cambio Climático, N° 30754, MINAM, 2018

“Low Carbon Technology Partnerships initiative - Cement”, Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible, WBCSD, 2015

<http://docs.wbcsd.org/2015/11/LCTPi-Cement-Report.pdf>

MRV 101: Understanding Measurement, Reporting, and Verification of Climate Change Mitigation, World Resources Institute, WRI, 2016

Papers Tecnológicos, Academia Europea para Investigación del Cemento, ECRA 2017

Estrategia Nacional ante el Cambio Climático, MINAM, 2015

DS 003-2022 Decreto Supremo que Declara de Interés Nacional la Emergencia Climática, MINAM, 2022

Protocolo de Gases Efecto Invernadero, World Business Council for Sustainable Development, WBCSD / World Resources Institute, WRI, 2001

Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC, 2013

Technology Roadmap de CSI: Transición a una Industria del cemento baja en carbono, Iniciativa para la Sustentabilidad del Cemento, CSI, 2018

8

Anexos



Anexo 1



INFORME DE LOS PROFESIONALES INDEPENDIENTES

Santiago, 4 de mayo de 2022

Señora María José García Jaramillo
Directora Ejecutiva
Federación Interamericana del Cemento (FICEM)

Hemos revisado el “Reporte País Perú 2010-2014-2019”, proporcionado por FICEM con fecha 07 de abril del 2022 que consolida la información sobre niveles base y proyecciones de los procesos industriales, materias primas e insumos utilizados para la producción de clinker y cemento, así como las emisiones estimadas de CO₂ reportadas por distintas compañías cementeras de Perú. La Administración de FICEM es responsable de la preparación y presentación del “Reporte País Perú 2010-2014-2019”, de acuerdo a los criterios establecidos en el “Protocolo de Procesamiento, Consolidación y Validación de Datos FICEM”. Nuestra responsabilidad consiste en expresar una conclusión sobre la correcta utilización de los números basales que PwC ha recibido de las distintas compañías y la aplicación adecuada del Protocolo en la elaboración del “Reporte País Perú 2010-2014-2019” a base de nuestra revisión.

Nuestra revisión fue efectuada de acuerdo con estándares de atestiguación establecidos por las Normas de Atestiguación emitidas por el Colegio de Contadores de Chile A.G. Tales normas requieren que planifiquemos y realicemos la revisión con el objeto de lograr una seguridad limitada respecto de si cualquier modificación significativa debiera realizarse al “Reporte País Perú 2010-2014-2019” para que éste esté de acuerdo con los criterios establecidos en el Protocolo de Procesamiento, Consolidación y Validación de Datos FICEM mencionados en el párrafo precedente y la información recibida por PwC de las distintas compañías. Una revisión tiene un alcance substancialmente menor al de un examen, cuyo objetivo es lograr un razonable grado de seguridad si el “Reporte País Perú 2010-2014-2019” está de acuerdo con los criterios establecidos en el “Protocolo de Procesamiento, Consolidación y Validación de Datos FICEM”, en todos sus aspectos significativos, para así poder expresar una opinión. En consecuencia, no expresamos tal tipo de opinión. Consideramos que nuestra revisión nos proporciona una base razonable para nuestra conclusión.



Santiago, 4 de mayo de 2022
Federación Interamericana del Cemento (FICEM)
2

Como parte de nuestra revisión realizamos, entre otros procedimientos, la constatación que los datos utilizados en el "Reporte País Perú 2010-2014-2019" son consistentes con la información reportada por:

- Pacasmayo: Planta Pacasmayo, Piura y Selva.
- Unacem: Planta Atocongo y Condorcocha.
- Yura: Planta Yura.

En la ejecución de nuestra revisión, hemos cumplido con la independencia y otros requerimientos éticos expuestos en el Código de Conducta Profesional.

A base de nuestra revisión, no tenemos conocimiento de cualquier modificación significativa que debiera realizarse al "Reporte País Perú 2010-2014-2019", proporcionado por FICEM con fecha 07 de abril del 2022, para que éste esté de acuerdo con los criterios establecidos en el "Protocolo de Procesamiento, Consolidación y Validación de Datos FICEM" y la información recibida por PwC de las distintas compañías.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Riederer Herrera".

A handwritten signature in blue ink that reads "PricewaterhouseCoopers".

Firmado digitalmente por Gonzalo Alejandro Riederer Herrera RUT: 13.757.157-9. El certificado correspondiente puede visualizarse en la versión electrónica de este documento.

Reporte Año 2010



Reporte País

País	Perú
Año datos	2010
Reporte:	sMRV FICEM 010 PE 2010
Fecha reporte	jueves, 7 de abril de 2022

I. Producción

Cemento

1. Cemento Producido	8.204.834	ton cemento/año
2. Cementitious Producido	7.619.356	ton cementitious/año

Clinker

1. Producido	6.157.296	ton Clinker/año
2. Comprado	590.651	ton Clinker/año
3. Vendido	0	ton Clinker/año
4. Transferido	0	ton Clinker/año
5. Variación de stock	5.173	ton Clinker/año
6. Consumido	6.742.774	ton Clinker/año

III. Indicadores Técnicos

	Promedio ponderado	Mínimo	Máximo	
1. Factor Clinker	82%	65%	93%	%
2. Consumo Térmico Plantas Integradas	3.545	2.952	5.350	MJ/ton Clinker
3. Coprocesamiento	0,0%	0,0%	0,0%	%
Factor Emisión Promedio Combustibles	85	74	98	Kg CO2/GJ
4. Consumo Eléctrico (todas las plantas)	110			
Plantas Integradas	110	80	151	KWh/ton cemento
Moliendas	0	0	0	
Factor Emisión Red Eléctrica	186	0	267	Kg CO2/MWh

Informe

sMRV FICEM | 010 | PE | 2010

Generado con

Calculadora CO2 FICEM de acuerdo al "Protocolo de procesamiento, agregación y validación de datos FICEM" disponible en www.ficem.org



MINISTERIO
DE ENERGÍA Y
MINERÍA

Página 1 de 2

Reporte País

País:	Perú
Año datos:	2010
Reporte:	sMRV FICEM 010 PE 2010
Fecha reporte:	jueves, 7 de abril de 2022

II. Emisión Específica CO₂

Alcance 1		KgCO ₂ /ton clinker	Kg CO ₂ /ton cementitious	KgCO ₂ /ton cemento
D	B	1. Descarbonatación	496	400
R	R	2. Combustibles convencionales	301	243
E	E	hornos		225
C	A	3. Combustibles fuera de horno	1,8	1,5
T	S	4. Combustibles alternativos horno	0	0
A		5. Combustible gen. elec. on-site	2	2
S		6. Combustible Biomasa [CO ₂ neutral]	0	1
		Netas	798	645
		Brutas	798	645
		Absolutas directas	800	647
		Alcance 2 Electricidad Externa	13,7	18
		Alcance 3 Clinker Externo	NA	62
		Factor emisión: 663 KgCO ₂ /ton clinker		
		Alcance 1 + Alcance 2 + Alcance 3	813	667
				600

Informe: sMRV FICEM | 010 | PE | 2010
 Generado con: Calculadora CO₂ FICEM de acuerdo al "Protocolo de procesamiento, agregación y validación de datos FICEM" disponible en www.ficem.org



Página 2 de 2

Reporte Año 2014



Reporte País

País	Perú
Año datos:	2014
Reporte:	sMRV FICEM 011 PE 2014
Fecha reporte	jueves, 7 de abril de 2022

I. Producción

Cemento

1. Cemento Producido	10.601.548	ton cemento/año.
2. Cementitious Producido	10.955.838	ton cementitious/año

Clinker

1. Producido	8.797.065	ton Clinker/año
2. Comprado	531.717	ton Clinker/año
3. Vendido	423.832	ton Clinker/año
4. Transferido	-737	ton Clinker/año
5. Variación de stock	461.437	ton Clinker/año
6. Consumido	8.442.774	ton Clinker/año

III. Indicadores Técnicos

	Promedio ponderado	Mínimo	Máximo	%
1. Factor Clinker	80%	64%	91%	%
2. Consumo Térmico Plantas Integradas	3.403	3.065	5.601	MJ/ton Clinker
3. Coprocesamiento	0,0%	0,0%	0,2%	%
Factor Emisión Promedio Combustibles	85	73	98	Kg CO2/GJ
4. Consumo Eléctrico (todas las plantas)	109			
Plantas Integradas	109	89	153	KWh/ton cemento
Moliendas	0	0	0	
Factor Emisión Red Eléctrica	213	207	230	Kg CO2/MWh

Informe

sMRV FICEM | 011 | PE | 2014

Generado con

Calculadora CO2 FICEM de acuerdo al "Protocolo de procesamiento, agregación y validación de datos FICEM" disponible en www.ficem.org



MINISTERIO
DE ENERGÍA Y MINERÍA

Página 1 de 2

Reporte País

País	Perú
Año datos	2014
Reporte:	sMRV FICEM 011 PE 2014
Fecha reporte	jueves, 7 de abril de 2022

II. Emisión Específica CO₂

Alcance 1	KgCO ₂ /ton clinker	Kg CO ₂ /ton cementitious	KgCO ₂ /ton cemento	
Dí B R E T R U A S E C A T A S	1. Descarbonatación 2. Combustibles convencionales hornos 3. Combustibles fuera de horno 4. Combustibles alternativos hornos 5. Combustible gen. elec. on-site.	499 291 1,2 0 1	401 233 1,0 0 2	371 221 1,0 0 2
	6. Combustible Biomasa [CO ₂ neutral]	0	1	1
	Netas	791	635	593
	Brutas	791	635	594
	Absolutas directas	792	637	595
Alcance 2	Electricidad Externa	14,2	20	20
Alcance 3	Clinker Externo	NA	NA	0
Factor emisión: 863 KgCO ₂ /ton clinker				
Alcance 1 + Alcance 2 + Alcance 3	806	657	615	

Informe

sMRV FICEM | 011 | PE | 2014

Generado con

Calculadora CO₂ FICEM de acuerdo al "Protocolo de procesamiento, agregación y validación de datos FICEM" disponible en www.ficem.org



MINISTERIO
DEL MEDIO
AMBIENTAL

Página 2 de 2

Reporte Año 2019



Reporte País

País	Perú
Año datos	2019
Reporte:	sMRV FICEM 012 PE 2019
Fecha reporte	jueves, 7 de abril de 2022

I. Producción

Cemento

1. Cemento Producido	10.473.723	ton cemento/año
2. Cementitious Producido	11.644.505	ton cementitious/año

Clinker

1. Producido	9.125.510	ton Clinker/año
2. Comprado	0	ton Clinker/año
3. Vendido	711.312	ton Clinker/año
4. Transferido	-315	ton Clinker/año
5. Variación de stock	459.154	ton Clinker/año
6. Consumido	7.954.728	ton Clinker/año

III. Indicadores Técnicos

	Promedio ponderado	Mínimo	Máximo	%
1. Factor Clinker	76%	57%	89%	%
2. Consumo Térmico Plantas Integradas	3.398	3.076	5.231	MJ/ton Clinker
3. Coprocesamiento	0,0%	0,0%	0,1%	%
Factor Emisión Promedio Combustibles	79	60	88	Kg CO2/GJ
4. Consumo Eléctrico (todas las plantas)	115			
Plantas Integradas	115	88	169	KWh/ton cemento
Moliendas	0	0	0	
Factor Emisión Red Eléctrica	157	151	169	Kg CO2/MWh

Informe:

sMRV FICEM | 012 | PE | 2019

Generado con:

Calculadora CO2 FICEM de acuerdo al "Protocolo de procesamiento, agregación y validación de datos FICEM" disponible en www.ficem.org



MINISTERIO

DE

Energía

y

Mining

Ministerio

de

Energía

Reporte País

País:	Perú
Año datos:	2019
Reporte:	sMRV FICEM 012 PE 2019
Fecha reporte	jueves, 7 de abril de 2022

II. Emisión Específica CO₂

Alcance 1		KgCO ₂ /ton clinker	Kg CO ₂ /ton cemento Portland	KgCO ₂ /ton cemento
D	B	1. Descarbonatación	504	395
R	U	2. Combustibles convencionales horno	269	211
E	T	3. Combustibles fuera de horno	1,1	0,9
C	A	4. Combustibles alternativos horno	0	0
T	S	5. Combustible gen. elec. on-site	1	2
A.	S.	6. Combustible Biomasa [CO ₂ neutral]	0	1
		Netas	775	607
		Brutas	775	607
		Absolutas directas	776	609
Alcance 2		Electricidad Externa	10,0	14
Alcance 3		Clinker Externo	NA	0
Factor emisión: 863 KgCO ₂ /ton clinker				
Alcance 1 + Alcance 2 + Alcance 3		786	623	604

Informe

sMRV FICEM | 012 | PE | 2019

Generado con

Calculadora CO₂ FICEM de acuerdo al "Protocolo de procesamiento, agregación y validación de datos FICEM" disponible en www.ficem.org



2022



HACIA UNA ECONOMÍA RESILIENTE Y BAJA EN CARBONO

HOJA DE RUTA INDUSTRIA DEL CEMENTO PERÚ

