

CAETS ENERGY REPORT 2022: TOWARDS LOW-GHG EMISSIONS FROM ENERGY USE IN SELECTED SECTORS — EXECUTIVE SUMMARY

- ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA
- CAETS (INTERNATIONAL COUNCIL OF ACADEMIES
OF ENGINEERING & TECHNOLOGICAL SCIENCES)



CAETS

International Council of
Academies of Engineering
& Technological Sciences

La Academia Nacional de Ingeniería es una de las 31 Academias que integran el Consejo Internacional de Academias de Ingeniería y Ciencias Tecnológicas (CAETS). Funcionan en el CAETS cinco comités técnicos: Comunicaciones; Energía; Educación; Diversidad e Inclusión y Desarrollo Sustentable, los cuales han producido importantes documentos e investigaciones

El Comité de Energía ha publicado recientemente el informe: “Hacia bajas emisiones de GEI a partir del uso de energía en sectores seleccionados”, en el que se exploran las tecnologías ya existentes en las que se puede actuar de inmediato para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Fueron seleccionados siete sectores claves: Alimentos y Agricultura, Edificios y Ciudades Inteligentes, Petróleo y Gas, Químicos, Cemento, Hierro y Acero, y Tecnologías de la Información y la Comunicación, los cuales representaron en el año 2019 el 73% de las emisiones de CO₂ de la industria y alrededor del 60% de las emisiones mundiales de metano.

El rápido despliegue de tecnologías ya existentes conduciría por sí solo a profundas reducciones de emisiones antes del año 2040, que es el marco de tiempo principal del informe. Sin embargo, incluso si se implementan rápidamente, estas tecnologías no son suficientes para alcanzar los objetivos de cero emisiones netas para mediados de siglo. Las emisiones de GEI siguen creciendo en muchos países y en todo el mundo. Por lo tanto, el informe también destaca las necesidades de investigación y desarrollo de tecnologías nuevas o mejoradas y demostraciones industriales para las tecnologías casi listas (RD&D).

El documento “CAETS Energy Report 2022: TOWARDS LOW-GHG EMISSIONS FROM ENERGY USE IN SELECTED SECTORS” y su resumen ejecutivo, se encuentran en la página de la Academia Nacional de Ingeniería, pudiendo acceder a ellos a través del link: <https://acading.org.ar/caets-energy-report-2022/>

A continuación, se presenta la traducción del Resumen Ejecutivo de dicho Informe:

INTRODUCCIÓN

El Comité de Energía del Consejo Internacional de Academias de Ingeniería y Ciencias Tecnológicas (CAETS) se ha encargado de revisar las tecnologías existentes que se pueden utilizar de inmediato para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en siete sectores clave: alimentación y agricultura, edificios y Ciudades Inteligentes, Petróleo y Gas, Química, Cemento, Siderurgia, Tecnologías de la Información y la Comunicación. Algunas de nuestras conclusiones podrían aplicarse también a otros sectores como el aluminio.

El despliegue de estas tecnologías conduciría a una profunda reducción de las emisiones antes de 2040, lo que explica por qué el marco de tiempo principal del informe es 2020-2040. Sin embargo, estas tecnologías no son suficientes para cumplir con los objetivos de cero emisiones netas para mediados de siglo. Por lo tanto, el informe también destaca las necesidades de investigación y desarrollo de tecnologías nuevas o mejoradas y demostraciones de tecnologías casi listas (RD&D).

Si bien existen muchas tecnologías rentables de mitigación de GEI, las emisiones de GEI siguen aumentando en muchos países y en todo el mundo. De hecho, quedan muchos obstáculos. El propósito de este informe no es analizarlos todos. Sin lugar a dudas, los temas sociales y económicos son críticos para la implementación global del Acuerdo de la COP21 de París y posteriores reuniones de la COP. Estos temas incluyen: los impactos del crecimiento de la población mundial, las mejoras en la calidad de vida en los países y regiones menos favorecidas, las decisiones tomadas por los líderes políticos e industriales, etc., y son aspectos importantes. Sin embargo, no están dentro del alcance de este informe que es técnico y tiene como objetivo destacar las tecnologías adecuadas para reducir las emisiones de GEI, sus ventajas y limitaciones, y describir las barreras técnicas, económicas y culturales que puedan existir. El Informe ofrece información, conclusiones

y recomendaciones que deberían ser útiles para los líderes de la industria, los gobiernos, las organizaciones profesionales (especialmente de ingeniería), organismos no gubernamentales y los ciudadanos. El informe pretende aportar claridad sobre los temas complejos de nuestro tema: qué es posible para los próximos 20 años, dónde están las dificultades en los diferentes sectores y cómo superarlas.

AUTORES Y METODOLOGÍA DE TRABAJO

Las Academias de Tecnología e Ingeniería miembros de CAETS tienen tres características principales: (1) sus miembros provienen de la mayoría de los sectores de actividad, principalmente de la industria y la academia; (2) son colectivamente independientes y neutrales, sin abogar a priori por ninguna tecnología o sector; (3) sus informes están basados en evidencia y son el resultado de intercambios basados en hechos y en su diversidad de experiencia. De hecho, CAETS, con sus diferentes Academias Miembro de varios países, refleja esta diversidad. Están permitiendo un enfoque internacional ilustrado por los numerosos estudios de casos y ejemplos reproducidos en este informe elaborado por más de 60 académicos y algunos expertos externos de más de 20 países.

Dado el tiempo (15 meses) y los recursos disponibles para la elaboración de este informe, hemos buscado sectores con niveles de emisión sustanciales y donde la diversidad de nuestros miembros activos podría hacer la mayor contribución. En 2019, los siete sectores seleccionados representaron el 73% de las emisiones de CO₂ de la industria (ver Capítulo 0, Fig. 0.2.) y alrededor del 60% de las emisiones de metano a nivel mundial. No seleccionamos la generación de electricidad ya que este tema fue ampliamente cubierto por informes anteriores, ni el sector del transporte que podría ser objeto de un estudio futuro por sí solo.

En este informe, cada uno de los sectores mencionados es objeto de un capítulo preparado por un subgrupo de trabajo y discu-

tido por el Comité en su conjunto. Cada capítulo fue analizado por revisores externos e internos. Los capítulos no pretenden ser exhaustivos, pero presentan los elementos principales, vistos por los participantes, y se acompañan de ejemplos tomados de diferentes países. Durante nuestras reuniones, realizadas de forma remota a través de teleconferencias, surgieron mensajes clave y recomendaciones de nuestras discusiones, a menudo animadas. ¡No son necesariamente originales o nuevos, pero deberían, sin embargo, ser muy útiles para poder implementarlos!

CAPÍTULO 0: ESCENARIO

Este capítulo contiene propuestas que son ampliamente aplicables a todos los sectores. Presenta el papel central de la electricidad baja en carbono para lograr reducciones de emisiones en los sectores considerados. La electricidad y el calor se definen como bajos en carbono si se producen con un contenido medio de CO₂ inferior a 50 g por kWh durante el ciclo de vida de la instalación. Por lo tanto, la electricidad baja en carbono se produce principalmente mediante energía hidráulica, solar, eólica y nuclear.

Como muestran los diferentes capítulos del informe, la reducción de las emisiones de GEI, especialmente de CO₂, se consigue en muchos casos mediante la electrificación de la totalidad o parte de la energía utilizada, ya sea para calentar y cocinar el hogar o para procesos industriales. El nivel de dicha reducción depende del mix eléctrico, lo que demuestra la importancia de descarbonizar la producción de electricidad. Dicho enfoque no debe pasar por alto el calor con bajas emisiones de carbono, incluido el uso térmico directo de la radiación solar, ni las redes de calor que utilizan fuentes con bajas emisiones de carbono (por ejemplo, residuos, biomasa) o el calor residual de la industria. Finalmente, se muestra que algunos procesos industriales no pueden electrificarse completamente, como la producción de cemento. El uso de hidrógeno, si se produce con electricidad baja

en carbono, puede ser parte de la solución, pero debe producirse a un costo asequible.

Otro enfoque es capturar el CO₂ que se produce en los sitios industriales y usarlo o almacenarlo bajo tierra (Carbon Capture Utilization and Storage, CCUS). Algunos proyectos industriales piloto ya están en funcionamiento. El sistema utilizado para la captura debe adaptarse al proceso industrial en cuestión, como la quema de carbón para producir electricidad o el hierro, el calentamiento de los materiales necesarios para preparar el cemento. Muchos proyectos y programas piloto están actualmente en funcionamiento y son planificados en todo el mundo. Las soluciones para el uso de CO₂ parecen ser muy limitadas, mientras que para el almacenamiento ya son técnicamente significativas. Los costos adicionales y los aspectos sociales son preocupaciones reales, pero el uso de captura y almacenamiento de carbono (CCS) sin duda será necesario para alcanzar el "net-zero" a mediados de siglo.

Las mejoras en la eficiencia energética consisten en utilizar menos energía para calentar, mover, deformar, romper, transformar, etc. Esto casi siempre es beneficioso, aunque los efectos de rebote global pueden reducir o anular la reducción de GEI lograda. Sin embargo, mejorar la eficiencia de un sistema que usa combustibles fósiles puede ser más costoso y generar mayores emisiones que reemplazar el sistema por otro que use electricidad baja en carbono. En otras palabras, anteponer la eficiencia energética no es sinónimo de anteponer las bajas emisiones: este es uno de los mensajes clave de este capítulo inicial, ilustrando la importancia de utilizar los indicadores correctos al definir las políticas energéticas.

Otro mensaje clave de este capítulo introductorio es la necesidad de que se promulguen políticas integrales y coherentes con mayor rapidez y que se implementen a menor costo. Los ejemplos incluyen promover la sustitución de calderas de gas por bombas de calor eléctricas en los hogares. Las bombas de calor deben estar disponibles donde se necesiten, en cantidades suficientes y a cos-

tos aceptables, los instaladores deben estar calificados y ampliamente disponibles, y un modelo económico (que incluiría costos de adquisición, costos de operación, posibles ayudas a la inversión, etc.) vinculado a las tarifas de la electricidad propuestas. Se deben adaptar las normas de construcción y se deben desarrollar campañas de información pública apropiadas. Para una política de nueva vivienda, también es necesario prever la formación de arquitectos, ingenieros, proyectistas y promotores inmobiliarios. Dichos programas globales, que involucran a millones de actores y partes interesadas, requieren políticas claras, comprensibles y estables para una implementación generalizada.

Esto destaca el problema de reducir rápidamente las emisiones mientras los plazos difieren, ya que la vida útil de los diferentes sistemas tecnológicos varía significativamente. Por ejemplo, el plazo habitual para cambiar un móvil es de unos 2 a 3 años, mientras que podría ser de 15 años para una caldera, de 30 a 100 años o más para un edificio y de 20 a 50 años para muchas fábricas. La evaluación integral del ciclo de vida (LCA) ayuda a evaluar preguntas tales como si extender la vida útil de un electrodoméstico existente versus reemplazar el electrodoméstico lo antes posible por otro que emita menos puede reducir las emisiones totales.

Este capítulo introductorio también aborda el efecto rebote, el reciclaje, el papel de las tecnologías de la información y las comunicaciones, y la educación y la formación, que juegan un papel fundamental en el desarrollo de todos los ámbitos de la actividad humana. Por último, este capítulo se complementa con un Anexo sobre tres fuertes palancas para la reducción de emisiones: las bombas de calor, que aún no son muy conocidas; análisis del ciclo de vida, que no se utilizan adecuadamente; e hidrógeno, cuyo potencial a menudo se subestima o se sobreestima.

CAPÍTULO 1: ALIMENTACIÓN Y AGRICULTURA (FAS-FOOD AND AGRICULTURE SYSTEMS)

Este capítulo describe cómo el FAS ha pa-

sado por profundas transformaciones para alimentar al mundo, lo que ha generado preocupaciones de sustentabilidad que llaman nuevamente a una transformación profunda reconociendo el cambio climático, los conflictos, las interrupciones y las guerras que impactan globalmente al FAS. Dado que el FAS es responsable del 25 al 33% de las emisiones de GEI (según la definición), la reducción de sus emisiones de GEI es un elemento esencial de la transformación del FAS pero no es el único; implica compensaciones entre objetivos de sostenibilidad divergentes y a través de varias escalas de tiempo y espacio, y exige fortalecer la capacidad para abordar tales compensaciones a través de pruebas y mecanismos de arbitraje.

La ciencia y la tecnología han sido claves para generar la transformación pasada de los sistemas alimentarios y lo seguirán siendo. ¡Sin embargo, la innovación no siempre contribuye al desarrollo sostenible! Al mismo tiempo, en muchos países, actualmente existe un llamado para reducir significativamente el consumo de alimentos de origen animal, especialmente entre las generaciones más jóvenes, para una dieta más saludable con menos carne. Sigue habiendo mucha controversia, por ejemplo, con respecto a la movilización de tecnologías disruptivas (como alimentos proteicos alternativos, alimentos impresos en 3D, acuicultura/sistemas acupónicos e invernaderos avanzados que incluyen granjas verticales) debido a prácticas locales tradicionales arraigadas desde hace mucho tiempo, por un lado, y la preocupación por la creciente concentración en un sector agroalimentario industrializado, por otro.

El capítulo describe vías para reducir las emisiones de dos GEI importantes producidos por el FAS: metano del ganado rumiante y del cultivo de arroz, y CO₂ a lo largo de la cadena de suministro desde la granja hasta la mesa, especialmente a través de la eficiencia energética y la electrificación. El capítulo insiste en la importancia de evaluar la contribución potencial de cada tecnología específica teniendo en cuenta los contextos locales, ecológicos, económicos y sociales y la forma en

que la tecnología se puede aplicar en la práctica. Se desarrollan algunos ejemplos para ilustrar esta necesidad: 'agricultura digital', que involucra sensores avanzados, inteligencia artificial, integración de datos, big data, drones, robots y tecnologías de seguimiento. También se describe el papel potencial de la biotecnología y la nanotecnología para reducir las emisiones de GEI en el FAS, la co-ubicación de paneles solares fotovoltaicos ('agrovoltaicos') y turbinas eólicas con actividades agrícolas, y el uso de biomasa para la producción de energía. Se hace una fuerte recomendación de usar bioenergía solo en situaciones en las que no compita con la producción de alimentos.

El capítulo sugiere desarrollar una base de datos ampliada y un análisis de las diferentes tecnologías y sus usos locales. Insiste en la necesidad de desarrollar una fuerte inversión en investigación y especialización, no solo para el desarrollo de tecnologías sino también, como ocurre en otros sectores, pero especialmente para FAS, para su adaptación a los contextos locales con el fin de lograr mejoras reales. y para la evaluación de su huella. Finalmente, el FAS como sistema de sistemas requiere el diseño y la aceptación de una serie de enfoques diferentes, valorando la evidencia científica tanto como sea posible.

CAPÍTULO 2: EDIFICIOS Y CIUDADES INTELIGENTES

Al igual que el capítulo anterior sobre el FAS, este capítulo trata de un sector de alta emisión (alrededor del 37% de las emisiones mundiales de CO₂ en 2019), donde las condiciones locales son muy importantes. La descarbonización aborda los edificios residenciales y no residenciales, incluida la construcción y operación de edificios nuevos y la operación de edificios existentes. Debido a su vida útil, la rehabilitación de edificios existentes juega un papel importante. Además de la calidad energética del edificio y del equipamiento utilizado, el comportamiento de los ocupantes tiene una gran in-

fluencia en el consumo de energía.

Para diseñar edificios bajos en carbono y bajo consumo energético, el Comité recomienda un principio de jerarquía energética: primero, elegir materiales y fuentes de energía bajos en carbono y segundo, aplicar el equipo más eficiente (teniendo en cuenta su asequibilidad). Aplicar este principio a la rehabilitación para reducir las emisiones de la manera más asequible, requiere evaluar el nivel correcto de aislamiento y la implementación de un sistema de calefacción bajo en carbono.

Cada vez se instalan más paneles fotovoltaicos (PV) o solares térmicos. Para los edificios en los que la autogeneración de energía no es una opción o es insuficiente, como suele ser el caso en las ciudades, la electricidad de la red baja en carbono sigue siendo la solución de descarbonización más eficiente. Esto se aplica en particular a las 4 necesidades básicas de consumo de energía: calentar, enfriar, calentar agua y cocinar. Para cada uno, el capítulo recomienda soluciones.

Dos puntos importantes deben mencionarse aquí: (a) la creciente importancia de la refrigeración ya que más de la mitad de la población mundial vive en países que requieren refrigeración espacial y porque el cambio climático está aumentando la necesidad de refrigeración; (b) hoy en día, en muchos países emergentes, la quema de biomasa en estufas de cocina peligrosas y de baja eficiencia todavía está en uso y debe ser reemplazada por aparatos más eficientes.

El aumento de la electrificación plantea la cuestión de la flexibilidad en el consumo de electricidad, que se refiere a su capacidad de ser interrumpible y ajustable, p. cambiar el uso de un calentador de agua o una lavadora a momentos en que hay mucha (o barata) electricidad, por ejemplo, en medio de un día soleado cuando la energía fotovoltaica está generando mucha electricidad. La flexibilidad tendrá un papel creciente en lo que se refiere a la inserción de renovables intermitentes.

Otro aspecto es la descarbonización de los sistemas de suministro de energía urbana, incluidos no solo los sistemas de calefacción urbana sino también, y cada vez más, los sis-

temas de refrigeración urbana. La dificultad permanente para equiparar la necesidad de calor y su producción sugiere desarrollar el almacenamiento de calor entre estaciones, una opción poco utilizada en la actualidad. Esto conduce a una breve presentación sobre ciudades inteligentes, principalmente sobre las necesidades energéticas de los edificios. No discutimos otros aspectos de las ciudades inteligentes, como la gestión general de la energía, el transporte, el suministro de agua y la atención médica.

El camino hacia un parque sostenible de edificios debe ser facilitado por un paquete de políticas integradas adaptadas a las condiciones locales. Además, se necesitan esfuerzos adicionales en educación y capacitación. Se presentan estudios de casos, uno sobre la descarbonización de un barrio marginal en Buenos Aires y dos sobre redes de calefacción urbana en China.

CAPÍTULO 3: PETRÓLEO Y GAS

En primer lugar, este capítulo nos recuerda que el mundo todavía depende en gran medida de los combustibles fósiles. En 2019, las fuentes de energía fósil proporcionaron más del 84 % de la demanda mundial de energía primaria, y el petróleo y el gas natural representan más del 57% del total mundial. El uso de petróleo crudo y gas natural ha ido en aumento en todo el mundo, especialmente en los países menos desarrollados, y probablemente seguirá haciéndolo en el futuro cercano a mediano plazo, que es el tema central de este informe. Independientemente de las necesidades futuras de petróleo y gas con fines energéticos, es probable que aumenten los usos no energéticos, especialmente para la industria química.

Por esta razón, es importante examinar si la industria del petróleo y el gas puede reducir sus emisiones de GEI en todas las fases de producción, transporte, refinación y distribución de petróleo y gas. En 2019, mientras que el 76% de las emisiones de petróleo y gas se produjeron por su consumo por parte de los usuarios finales, el 24% provino de los proce-

sos de la industria del petróleo y el gas. Este 24% representó alrededor del 8% de las emisiones de GEI a nivel mundial, es decir, alrededor de 2,65 GtCO₂ y 2,5 GtCO_{2e} del metano (CH₄).

Las inversiones acumuladas actuales en la industria del petróleo y el gas ascienden a billones de dólares y las instalaciones tienen una vida útil de décadas. La mayoría de estas instalaciones tienden a estar altamente optimizadas para los tipos de petróleo y gas que reciben y los productos que requieren sus mercados. Esto hace que sea un desafío aplicar cambios importantes a escala global y a un ritmo rápido. No obstante, la futura industria del petróleo y el gas será significativamente diferente de la actual.

El Comité recomienda un fuerte énfasis en la reducción de la quema de metano y las emisiones fugitivas en todas las fases de producción, transporte y refinación/procesamiento de petróleo y gas. Las tecnologías para reducir las emisiones/fugas de metano están disponibles y muchas ya son rentables. La AIE estima que el 45% de las emisiones se pueden reducir sin costo alguno con los precios de la gasolina de 2021.

La industria del petróleo y el gas utiliza el petróleo y el gas como fuentes de energía para sus propias necesidades, en particular, para producir calor. El Comité recomienda explorar el aumento de la electrificación de la industria del petróleo y el gas para sustituir el calentamiento y enfriamiento directos de las corrientes de proceso. Para lograr esto, los operadores de instalaciones de petróleo y gas deben considerar cambiar a opciones eléctricas cuando sea factible y donde sea probable que tengan un impacto positivo en la reducción de las emisiones de GEI. Además, se sugiere explorar pasos adicionales para reducir las emisiones de CO₂ de los sectores de exploración y producción a través de la reducción de la quema y la implementación de medidas de eficiencia, mejora y nuevas tecnologías.

El capítulo también destaca otros dos puntos importantes: 1) la necesidad de un mayor énfasis en el uso y la mejora de los LCA (mo-

delos de evaluación del ciclo de vida) en las industrias del petróleo y el gas, y 2) la evaluación y el desarrollo continuos del potencial de las oportunidades de CCUS. para operaciones de petróleo y gas.

CAPÍTULO 4: INDUSTRIA QUÍMICA

En primer lugar, el capítulo destaca que la mayoría de los miles de productos químicos existentes se fabrican con Sustancias químicas “primarias” obtenidas mediante el uso (y no mediante la combustión) de materias primas producidas por la industria del petróleo y el gas. El capítulo se centra en el análisis de las emisiones de GEI resultantes de la producción de los cuatro productos primarios de mayor tonelaje (etileno, propileno, amoníaco y metanol), reconociendo que las emisiones adicionales resultan de sus productos derivados.

Dado que la producción de estos productos químicos implica específicamente altos requisitos de energía, el sector químico fue responsable en 2019 del 15 % de las emisiones totales de GEI (8,4 GtCO₂) del sector industrial en general. con 5% de este total, el amoníaco es el mayor contribuyente de todos los productos químicos. Durante los próximos 20 a 30 años, el crecimiento económico y demográfico seguirá tirando de la demanda, como en los últimos 20 años. En consecuencia, es imperativo reducir las emisiones de GEI en el sector. Es importante tener en cuenta que tales emisiones pueden provenir no solo de la fuente de energía utilizada para los procesos de producción, sino también de las propias reacciones químicas.

Como una industria particularmente compleja, integrada, intensiva en capital y habilidades, con muchos activos duraderos, el sector químico enfrenta enormes desafíos en la transición a cero emisiones netas de carbono. No existe una solución única o simple disponible en la actualidad para descarbonizar la industria química, pero, sin embargo, existen vías importantes que pueden guiar a la industria de inmediato hacia sus objetivos de descarbonización. Entre esas vías, el Co-

mité recomienda la reutilización de productos (principalmente plásticos), el reciclaje de otros materiales basados en carbono y la reducción del consumo específico de fertilizantes nitrogenados aumentando la eficiencia de aplicación.

Otras acciones recomendadas incluyen la electrificación del calentamiento de procesos con electricidad baja en carbono, en particular en el craqueo al vapor (“steam cracking”), para reemplazar el carbón y el gas natural, que se utilizan actualmente. Además, se recomienda modificar los procesos químicos para reducir sustancialmente las emisiones, si no completamente, aumentando, por ejemplo, el uso de etano en la producción de etileno, o reemplazando el carbón con gas natural en la producción de metanol. En cuanto a la síntesis de amoníaco, que utiliza hidrógeno, la recomendación es desarrollar la producción de hidrógeno bajo en carbono a gran escala mediante electrólisis usando electricidad baja en carbono; alternativamente, si el hidrógeno se produce a partir de combustibles fósiles, tiene que ser con CCUS. Se requerirá CCUS no solo para la producción de hidrógeno, sino también para otras instalaciones productoras de productos químicos para cumplir con los objetivos de descarbonización de 2050.

Debido a las muchas conexiones de la industria química con toda la economía, desde sus materias primas hasta sus productos, se recomienda utilizar sistemáticamente el Análisis del Ciclo de Vida de los productos químicos a nivel mundial.

CAPÍTULO 5: CEMENTO

El cemento es muy utilizado en el sector de la construcción (edificios, puentes, presas, etc.). En sí misma, su producción es un proceso altamente intensivo en energía y, con mucho, la fase más emisora de CO₂ de la industria del cemento, desde las materias primas hasta los materiales de construcción listos para usar, como por ejemplo el hormigón. Por ello, el capítulo de cemento se centra en su producción.

Como primer paso, el capítulo presenta la correlación general entre el crecimiento del PIB y la demanda de cemento en diferentes países y concluye que el crecimiento de la demanda será impulsado principalmente por los países en desarrollo. Esto se aplicará en particular en áreas tales como infraestructura y bienes raíces. En 2019, la industria cementera mundial fue responsable de alrededor del 7 % de las emisiones globales de carbono (alrededor de 2,5 GtCO₂). Por lo tanto, es uno de los mayores emisores de CO₂. Por lo tanto, su descarbonización es crucial. El cemento es un material versátil y duradero que se produce principalmente con recursos locales fácilmente disponibles, como piedra caliza, arcilla y marga. Alrededor del 50% de las emisiones de CO₂ de la producción de cemento se deben a la calcinación, la reacción química que libera CO₂ de la piedra caliza y produce el 'clinker', la base del cemento. Alrededor del 40% de las emisiones se deben a la quema de combustibles fósiles utilizados para alcanzar los 1 450°C que requiere la calcinación.

A nivel mundial, el carbón representa el 70% de las emisiones de los combustibles fósiles utilizados para la calcinación, que es el proceso central y de mayor demanda energética. Se pueden utilizar y se describen combustibles alternativos tales como residuos industriales que contienen carbono o biocombustibles. También se recomienda el uso de hidrógeno bajo en carbono, si está disponible. Además, se recomienda aumentar la eficiencia energética y proceder a la electrificación donde sea posible, así como aumentar la recuperación de calor, que aún no está muy extendida. Modificando la composición de las materias primas básicas, reemplazando por ejemplo algunas calizas con cenizas volantes, etc., se pueden reducir las emisiones de CO₂. Esto puede modificar las propiedades del cemento resultante, positiva o negativamente, permitiendo el desarrollo de nuevos tipos de cemento para diferentes propósitos. Sin embargo, esto no resolverá por completo el problema de las emisiones de CO₂. Por lo

tanto, se necesitará CCUS, aunque todavía no es una tecnología completamente probada para el cemento y aumentará el costo del cemento.

Las soluciones y políticas existentes para la producción de cemento en diferentes países se describen y completan con cinco estudios de caso de India, Noruega, Bélgica, Canadá y China. Se recomiendan políticas públicas claras, estables y holísticas, así como incentivos que promuevan la reducción de las emisiones de CO₂. Se fomenta el despliegue a gran escala de soluciones ya maduras. El Comité insta a una estrecha colaboración entre la industria cementera y otras industrias para beneficiarse del aprovechamiento de diferentes residuos, elementos no reciclados, escorias granuladas de altos hornos siderúrgicos, etc. ya sea como sustitutos de combustibles o materias primas alternativas.

El Comité destaca la importancia de los esfuerzos de I+D para reducir aún más la huella de GEI de la fabricación de cemento y fomenta el desarrollo y la demostración industrial de tecnologías relacionadas. También se fomenta la exploración en el área de CCUS y mineralización de CO₂ en algunas formaciones rocosas, con el fin de obtener formas asequibles de alcanzar una descarbonización profunda.

CAPÍTULO 6: SIDERURGIA

Al igual que para el cemento, se espera que la demanda de acero aumente a medida que crece la población mundial y las naciones de todo el mundo buscan mejorar sus estándares de vida: el acero es un material necesario y difícil de reemplazar en una amplia gama de aplicaciones.

La reducción química del mineral de hierro requiere mucha energía. Así, la producción de acero, que es hierro con no más de un 2% de carbono y algunos aditivos para ajustar sus propiedades, es por naturaleza intensiva en energía. El primer paso del proceso, que requiere la mayor cantidad de energía, es obtener hierro a partir de óxido de hierro, el

segundo es transformar el hierro en acero. Cuando se usa chatarra como materia prima, no se necesita el primer paso: ¡esto demuestra el mérito del reciclaje!

El carbón es la fuente de energía dominante en los procesos de producción más frecuentes, la ruta 'BF-BOF' (Alto Horno / Horno de Oxígeno Básico), que en 2020 proporcionó el 73% de la producción mundial de acero. Una segunda ruta utilizada es la ruta 'EAF' (Electric Arc Furnace), que emplea tanto chatarra como hierro de reducción directa (DRI) usando gas. La ruta EAF, utilizando electricidad, representa el 26% de la producción mundial de acero. En consecuencia, en 2020, las emisiones de la industria siderúrgica fueron del orden de 2,6 Gt de CO₂, lo que representa alrededor de 8% de las emisiones antropogénicas globales de CO₂.

Teniendo en cuenta la urgencia de la reducción de las emisiones de CO₂ y la vida útil de muchas instalaciones existentes, el Comité recomienda implementar todas las reducciones posibles y económicamente asequibles, incluso marginales, de las emisiones de CO₂ para las plantas siderúrgicas existentes mediante el aumento de la eficiencia energética, la utilización de energías residuales, la electrificación parcial para calefacción, uso de biomasa, mejor control, etc.

Para eliminar el CO₂ del proceso, aunque no existe un único escenario final, la reducción directa de mineral de hierro (DRI) utilizando hidrógeno bajo en carbono, seguido de Horno de Arco Eléctrico (EAF), parece ser una de las opciones más viables y de larga duración. solución a largo plazo para lograr una producción de acero neutral en carbono. Varios procesos están en desarrollo y a escala piloto: su viabilidad económica seguramente se probará antes de 2030. La disponibilidad y el costo de este hidrógeno bajo en carbono y electricidad baja en carbono serán clave para la implementación masiva de estos procesos.

El capítulo contiene estudios de casos que describen proyectos piloto de diferentes países (y fabricantes de acero), incluidos China,

Corea, Japón, Suecia, Finlandia, Estados Unidos de América, Francia y Alemania.

Vale la pena mencionar que CCS en combinación con la producción de acero aún no se ha probado a escala industrial. Esto podría cambiar durante esta década con varios proyectos en diferentes etapas de implementación en diferentes países.

Al necesitar menos energía para producir acero "nuevo", se espera que la utilización de chatarra ferrosa aumente gradualmente. El Comité recomienda continuar expandiendo el uso de chatarra de acero, incluso si no habrá suficiente chatarra disponible para reemplazar el mineral de hierro. Podría facilitarse mediante la adopción de normas y especificaciones comunes, pero también mediante el desarrollo y la implementación de nuevas tecnologías de procesamiento de chatarra para mejorar la eliminación de impurezas.

La producción de acero tiene el potencial de convertirse en baja en carbono en el futuro. Sin embargo, como concluye el capítulo, aún quedan muchos desafíos: la escala y la eficiencia, la disponibilidad de hidrógeno y electricidad con bajas emisiones de carbono, las necesidades de inversión, los activos bloqueados y el retorno del capital, las aprobaciones de los reguladores y los legisladores, la escasez de habilidades, etc. Se recomienda incentivar los proyectos piloto, simplificar y acelerar los procedimientos de autorización y garantizar la competencia al compartir experiencias.

CAPÍTULO 7: TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y LAS TELECOMUNICACIONES (ICT)

En primer lugar, el capítulo describe la situación actual de este sector industrial. Por un lado, las TIC son cada vez más ubicuas, consumen cada vez más energía e inducen cada vez más emisiones. Por otro lado, las TIC contribuyen al desarrollo humano y muchas otras actividades mientras, en algunos casos, reducen el consumo de energía y las emisiones de GEI en otros dominios. Un ejemplo sorprendente, presenciado durante

el período de COVID-19, es el desarrollo de videoconferencias para sustituir los viajes y la movilidad humana. De hecho, es un dilema de política pública promover simultáneamente la expansión de las instalaciones de TIC y la reducción de las emisiones de GEI. Otro mensaje importante del capítulo es que los datos sobre el impacto de las TIC en términos de consumo y emisión de energía son en gran medida imprecisos y deficientes.

Los sistemas TIC (laptops, servidores, enrutadores de red, sistemas de transmisión inalámbrica, etc.) consumen electricidad, la mayoría de ellos las 24 horas del día. La fabricación de los dispositivos requiere electricidad y/o energía no solo en el proceso de fabricación sino también en la extracción/producción de los minerales y productos requeridos, y esto generalmente no se tiene en cuenta en las estimaciones de consumo. El consumo mundial de electricidad del sector de las TIC en 2019 se estimó en 2 000 TWh (8,5 % del consumo total de electricidad), lo que corresponde a alrededor del 3 % de las emisiones de CO₂, la mitad de las cuales corresponden a la fabricación. Este consumo ha ido en constante aumento, incluso aunque la eficiencia energética de los equipos TIC, medida en bits por Wh, ha ido en aumento: ahora podemos almacenar, procesar y transmitir muchos más datos por la misma unidad de energía. Sin embargo, los nuevos desarrollos como la inteligencia artificial (IA), 5G y las criptomonedas claramente conducirán a mayores aumentos en el uso de electricidad y las emisiones de CO₂.

El capítulo no analiza la fabricación/desmantelamiento, pero se centra en los puntos operativos de las TIC. Uno de ellos es el consumo de centros de datos y, en ese sentido, se presenta el caso de estudio de Irlanda que describe las consecuencias de haber atraído simultáneamente numerosos centros de datos y desarrollado electricidad intermitente. Siendo los Centros de Datos el centro de las cuestiones relacionadas con el consumo eléctrico de las TIC, la primera recomendación es continuar mejorando su eficiencia

a través de medidas y prácticas de gestión efectivas. La segunda recomendación se relaciona con el aumento significativo en el consumo de energía asociado con la expansión de 5G y sugiere iniciativas para reducir dicho consumo. La tercera recomendación se refiere a los próximos desarrollos de sistemas de TIC, ya que un número cada vez mayor de pequeños centros de datos constituirán el llamado sistema "perimetral": evaluar los impactos de las opciones arquitectónicas en el consumo de electricidad y las emisiones de CO₂ para estos nuevos despliegues aún necesita más investigación.

La recomendación final del capítulo aborda la falta de datos fiables proponiendo el desarrollo de métricas y estudios sistemáticos sobre el consumo de energía y las emisiones en el sector TIC. Una vez recopilados, estos datos también deben estar ampliamente disponibles.

CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES

Las Conclusiones nos recuerdan a todos, la urgencia de actuar sin más vacilaciones, y por ello abogan por el despliegue masivo y rápido de las tecnologías disponibles descritas en los diferentes capítulos. No se trata solo de invertir dinero para transformar los diferentes sectores, sino también de invertir en personas y experiencia, mediante el desarrollo de visiones holísticas. Muchas dificultades e intereses en conflicto, así como prioridades en conflicto entre los objetivos sostenibles, se interponen en el camino de una rápida implementación de estas recomendaciones.

Nosotros, los miembros del Comité de Energía de CAETS, estamos profundamente convencidos de que estas dificultades son superables y existen posibilidades de actuar de manera mucho más rápida, inclusiva y eficiente a través de enfoques globales integrales para reducir las emisiones de GEI, y esto es lo que pide el informe. Esperamos que los mensajes clave del Capítulo 0 y los mensajes y recomendaciones de los siete capítulos

contribuyan efectivamente a reducir las emisiones de GEI. También estamos convencidos de que nuestras respectivas Academias, así como el CAETS en su conjunto, podrían involucrarse mejor y movilizarse más activamente para asesorar a los responsables políticos y líderes de la industria a fin de alcanzar los objetivos 2030-2050 sobre emisiones de GEI.