

ENERGÍA, MINERÍA Y MEDIO AMBIENTE: APUNTANDO A LA NEUTRALIDAD DE CARBONO EN CAMPOS INEXPLORADOS

Implicaciones de gobernanza y políticas medioambientales (*)

Miguel Schloss

Presidente de Surinvest Ltda. Miembro del Comité de Bretton Woods (Banco Mundial-FMI)

RESUMEN

Casi se ha vuelto una obviedad afirmar que estamos viviendo en tiempos difíciles. La pandemia, la transición energética, el cambio climático, la revolución tecnológica que envuelve al mundo están amenazando el tejido de nuestras sociedades, la forma en que trabajamos y mucho más. Quizás estamos en uno de los períodos más disruptivos, desafiantes e impactantes en años, generando un descontento público generalizado, protestas y múltiples reformas legales gubernamentales en décadas.

El desafío que enfrentamos requiere abrir un camino hacia el cambio de políticas que genere un desarrollo sostenible respondiendo a las demandas sociales emergentes, y hacerlo en un campo desconocido. Son éstos los aspectos que se desarrollan en este artículo.

1. EL IMPERATIVO DE LA ACEPTACIÓN SOCIAL Y CONTRIBUCIÓN ECONÓMICA

Los peces muertos van con la corriente

El desafío antes citado requerirá un enfoque más centrado en las personas, para evitar que los gobiernos o las empresas privadas "capturen" beneficios y oportunidades emergentes para los que están en el poder. De esta forma se podrá, superar así el descontento que se nos ha ido acumulando, que amenaza nuestro modus vivendi.

De hecho, no es una coincidencia que los países con los mayores recursos naturales en general, y la minería en particular, también tengan los niveles más altos de corrupción y un desempeño económico deficiente. Es imperativo que las empresas mineras logren generar mayor aceptación social y contribución económica, mejorando en última instancia su "licencia para operar".

En consecuencia, será crecientemente importante abordar las nuevas demandas sociales y los ajustes estructurales asociados. Entre estos imperativos está la necesidad de lograr la neutralidad de carbono a mediados de siglo, según los acuerdos internacionales, y proporcionar respuestas más efectivas al trabajo en entornos que pongan a prueba los límites del desarrollo económico continuo bajo las prácticas tecnológicas existentes. Este artículo apunta a resumir los temas, que debemos afrontar, sus implicaciones en la gobernanza y políticas públicas, para ayudar al sector minero participar en la agenda emergente y generar en forma productiva el desarrollo económico y mejora del medio ambiente.

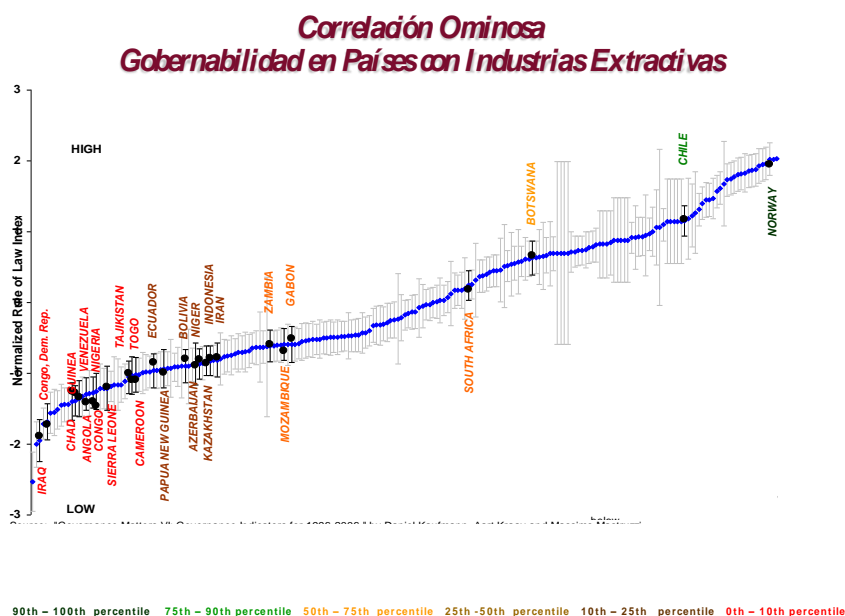
(*) Traducción de Allyson Wallace (*School Without Walls*)

En la actualidad, el Índice de Generación de Sobornos de Transparencia Internacional, que clasifica a los principales países y sectores exportadores en términos del grado en que se percibe que sus empresas están pagando sobornos en el extranjero, indica que la corrupción es ampliamente vista como un papel importante en el comercio internacional.

Particularmente inquietante es la alta corrupción asociada con las industrias extractivas, la base económica fundamental para muchos países en desarrollo. Por lo tanto, no debería sorprender que la minería tenga una connotación pobre, y se considera que contribuye a este lamentable estado de cosas.

1

Con la excepción de Namibia, Botswana y Chile, los demás países en desarrollo cuyo sector minero supera el 5% de su PIB están clasificados en el 50% más bajo de los índices de gobernanza del Instituto de Desarrollo del Banco Mundial, al igual que el control de la corrupción (o, para el caso, el índice de percepción de la corrupción de Transparencia Internacional), como se puede ver a continuación:



2

La globalización y la transparencia están magnificando las presiones hacia cambios sociales, yendo al corazón de la rentabilidad a largo plazo, la licencia para operar y el contrato social para las empresas mineras. Por ello, la mayoría de las encuestas internacionales, cuando se clasifican estos factores, sugieren que muchas empresas internacionales, particularmente las empresas mineras, son vistas como teniendo "demasiado poder". El desafío clave para la industria extractiva en el siglo 21 es, por lo tanto, operar en un mundo cada vez más globalizado, competitivo, exigente e integrado.

La era de los proyectos enclaves y la existencia protegida ha llegado a su fin. Las actividades de la industria minera están sujetas a un escrutinio cada vez más detallado. Inevitablemente, la corrupción de los países receptores de inversiones y el pobre desempeño en materia de desarrollo perjudican la reputación de la industria, aumentan los riesgos para los inversores en el sector, impiden el uso eficiente de los recursos e incluso pueden conducir a conflictos y disturbios sociales.

Por ello, se debe encontrar una manera de garantizar que las industrias extractivas beneficien a las sociedades que las acogen, y que al tiempo que respondan a las responsabilidades fiduciarias para con sus accionistas, induciendo así un desarrollo y crecimiento empresarial estable, un menor riesgo y mejor sostenibilidad. Esto sólo puede lograrse si sus actividades están integradas en la sociedad que los acoga y en su configuración institucional.

Dicho de otra manera, la mayor parte de la inversión extranjera en los países en desarrollo tiene lugar en industrias extractivas como la minería y el petróleo. Los ingresos de tales inversiones llegan a los gobiernos en forma de impuestos, regalías, tarifas y otros pagos. Si esos ingresos se gestionan de manera eficaz y transparente, podrían proporcionar una base para el éxito del crecimiento y la reducción de la pobreza.

Con demasiada frecuencia, el Estado y otras instituciones que administran estos recursos no rinden cuentas a los ciudadanos comunes y se convierten en un vehículo para la malversación de fondos, el fraude, la apropiación indebida y la corrupción. En casos más extremos, el acceso a esos recursos intensifica los conflictos regionales y el desorden político, económico y social resultante puede aprovecharse para facilitar la apropiación indebida a gran escala de los bienes del Estado. Inevitablemente, las empresas mineras y petroleras que operan en estas condiciones son vistas como cómplices de la falta de empoderamiento de la población en los países a los que pertenecen los recursos naturales.

Sería ingenuo creer que la sola conciencia de abordar esas cuestiones será suficiente para superar el problema. La gran complejidad de los problemas, la escasa disponibilidad de habilidades para abordar tales problemas, los profundos intereses creados que explican los estados actuales de las cosas son algunos de los obstáculos importantes que deben superarse. De la misma manera, sería temerario de los ejecutivos considerar a los gobiernos y las personas afectadas por la industria como irritantes inconvenientes, en lugar de las partes interesadas y beneficiarias últimas de las actividades mineras. El público espera crecientemente que las empresas entreguen los bienes y servicios que desean no solo a un precio que puedan pagar, sino también de una manera que consideren aceptable.

Más que la mayoría de las industrias, la minería depende de un alto nivel de consentimiento público para poder continuar sus actividades, ya que los estados o sus ciudadanos tienden a ejercer un grado significativo de control sobre el acceso y la explotación de los recursos minerales. En la actualidad, las principales empresas mineras aceptan que el acceso continuo de la industria a los recursos en términos viables -su "licencia para operar"- depende de demostrar que tiene la voluntad y la capacidad de operar dentro de principios de desarrollo transparentes y sostenibles. Con este fin, la industria y los países afectados necesitan mejores estructuras de gobernanza para ayudar a gestionar los recursos generados por el sector.²

Sin embargo, para ser eficaz, la práctica de gestionar las actividades independientemente de los países e que se opera, que ha prevalecido en el sector tendrá que dar paso al desarrollo de alianzas y al empoderamiento de las partes interesadas y la inversión. Esto requerirá un cambio de enfoque tecnocrático tradicional e impulsado por el Estado hacia un enfoque más holístico y anclado para la resolución de problemas, y reducción de los poderes discrecionales en el sector público que generan condiciones para la corrupción, a través ³de:

- *Políticas y estrategias* sólidas del sector minero que proporcionen incentivos para la inversión y la generación de una parte justa de los recursos para los países anfitriones interesados, en particular mediante la adopción de legislación y reglamentos que sean competitivos a nivel internacional (incluido el establecimiento de un acceso abierto, eficiente y transparente a las propiedades mineras).
- Establecimiento de un *régimen tributario* minero confiable, predecible y competitivo
- Fortalecimiento de las *instituciones gubernamentales* de supervisión para que puedan actuar sobre bases técnicas sólidas, y vehículos independientes de impugnación y adjudicación para garantizar un trato justo a todos los interesados.
- Creación de un sistema fiable y de amplia gama de *datos técnicos* sobre la base de recursos de los países interesados para facilitar la generación de interés en nuevas inversiones en exploración y eventual producción.

De hecho, los países que han adoptado tales políticas (algunos desde mediados de los años 80) han sido recompensados con aumentos significativos en los ingresos en divisas, los ingresos fiscales, las inversiones e incluso los niveles de reservas resultantes del aumento de las actividades de exploración, como se señala a continuación, y el consiguiente aumento del crecimiento.

RESULTADOS ANTES Y DESPUÉS DE LAS REFORMAS DEL SECTOR MINERO (MILLONES DE US\$)						
Country	Exploration		Production		Exports	
	Before	After	Before	Alter	Before	After
Argentina	<3	150	340	1.310	70	700
Chile	15	250	2.400	7.500	2.300	6.900
Peru	10	200	2.000	3.900	1.900	3.600
Tanzania	<1	35	53	350	53	350
Ghana	<1	N.A.	125	700	125	650
Mali	<1	30	<1	242	<1	230

2. CAMBIO CLIMÁTICO: ¿PALABRAS O HECHOS?

La publicidad ayuda, pero no resuelve

¿Quién hubiera pensado que después de casi 30 años desde la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, la brecha entre las promesas y el cumplimiento de estas sigue siendo tan amplia y, en consecuencia, el calentamiento global continúa sin disminuir?

Salvo la disminución de las emisiones de CO₂ en 2020, fruto de la reciente crisis económica, las emisiones en la actualidad se mantendrán en los mismos niveles que prevalecían antes de la pandemia, reflejando los niveles prácticamente estancados durante más de los 20 años anteriores.⁴

La reciente reunión de la COP representó por primera vez una bienvenida (aunque tímida) dosis de realismo. Atrás quedaron los pronunciamientos retóricos demasiado frecuentes sobre los peligros que anuncian el fin de la humanidad y las declaraciones autocomplacientes que celebraban nuevas promesas para evitar tal desastre. Hubo un reconocimiento moderado de que el mundo estaba en camino a un peligroso aumento de 2,7 ° C hacia el calentamiento global, mientras que los expertos estiman que los planes esbozados podrían producir una trayectoria de entre 1,8 ° C y 2,4 ° C de aumento. En consecuencia, el objetivo en los acuerdos originales de 1.5 ° C sigue vigente, pero apenas, y por lo tanto se ha acordado revisar los compromisos para fines de 2022 para dirigir los planes para un calentamiento de 1.5 ° C.

Un esfuerzo de esta magnitud requiere un cambio de ritmo de proporciones históricas para las políticas energéticas y una inversión de al menos 16,5 billones de dólares. Estas magnitudes requerirán una profunda transformación en las prácticas de producción y transporte, inversiones en energía renovable y eficiencia, así como captura y almacenamiento de carbono.⁵

Presionar más fuerte, tener buenas intenciones, tirar dinero o nuevas promesas de financiamiento al problema por metas cada vez más ambiciosas y distantes, como se ha hecho hasta la fecha en las reuniones de la COP, no generará avances. Hay que reconocer que la mayor parte de la demanda de energía (y las emisiones de CO₂) serán generadas por el crecimiento económico en las economías emergentes (especialmente en Asia).

Además, las etapas primarias del desarrollo económico tienden a ser intensivas en energía e hidrocarburos, básicamente para reemplazar el trabajo humano y animal por equipos impulsados por motores de combustión interna. En consecuencia, la atención tendrá que centrarse fuera de la OCDE,

que constituirá la mayor parte, tanto en las tasas de crecimiento relativo como absoluto del crecimiento energético.

Sin embargo, la cuestión no puede centrarse estrictamente en la reducción de las emisiones per se, sino que debe centrarse adecuadamente en las personas e integrarse en su marco de gobernanza más amplio, dirigido a una energía más asequible, segura y sostenible. Esto requerirá una mejor atención a:

- (i) Las *consecuencias institucionales* y de política económica, habida cuenta de las capacidades de organización y gobernanza menos desarrolladas en esas regiones;
- (ii) Un enfoque más agudo en la *eficiencia, la eficacia y la simplicidad*, en vista de los limitados recursos humanos y financieros en esos países; y
- (iii) *Movilización de conocimientos* e inventiva del sector privado para desarrollar nuevas tecnologías y enfoques más comerciales, a fin de responder eficazmente y con resultados sobre el terreno.

Con las tecnologías existentes y la trayectoria impulsada por los sectores públicos, no se alcanzarán los objetivos acordados. Por esta razón, el sector privado tendrá que estar plenamente incorporado, movilizar el conocimiento, la investigación y el desarrollo con la disciplina necesaria, la integración de criterios comerciales que aseguren la viabilidad económica y la flexibilidad para responder con agilidad a las condiciones emergentes.

Para avanzar vigorosamente, será necesario anclarse en mecanismos de incentivos no distorsionadores. Esto debería mejorar el entorno de inversión y proporcionar la seguridad energética que tanto se necesita en un período de transición y experimentación, especialmente cuando las energías renovables, por definición, dependen (y son vulnerables) de los factores climáticos y sus costes siguen siendo relativamente altos.

Para "nivelar la cancha" entre las fuentes de energía tradicionales y renovables, habrá que reconocer el costo de las emisiones, suspender los subsidios a las fuentes tradicionales, y evitar la multiplicidad de fondos asignados que distorsionan la asignación de recursos.

Cualquiera que sea la fórmula para establecer precios y/o métodos de recaudación de impuestos sobre el CO₂, hasta que no se establezca un mercado de carbono libre y funcional, puede producirse un cambio más contundente y rápido de la matriz energética.⁶

Por el momento, todavía estamos lejos de tal objetivo, ya que solo en los países del G20, la aplicación de los precios del carbono alcanzó el 48% de todo el sector contaminante, y el precio promedio apenas alcanzó los \$ 20 por tonelada emitida, frente a los \$ 70 que se estima que evitan que la temperatura suba más allá de 1.5°C.

A medida que la transición hacia una economía baja en carbono se acelere, los mercados voluntarios de carbono (VCM) están creciendo en todo el mundo junto con y, en algunos lugares, en lugar de acuerdos de supervisión del cumplimiento, a veces en ausencia de esquemas más formalizados dirigidos por el gobierno.

Junto con otras políticas, los VCM bien diseñados pueden ayudar a reducir los costos de las tecnologías climáticas emergentes, aumentando sus posibilidades de adopción a escala, logrando una descarbonización y eficiencia de mercado más significativas y, lo que es más importante, nivelando el campo de juego entre las tecnologías tradicionales y emergentes tradicionales.

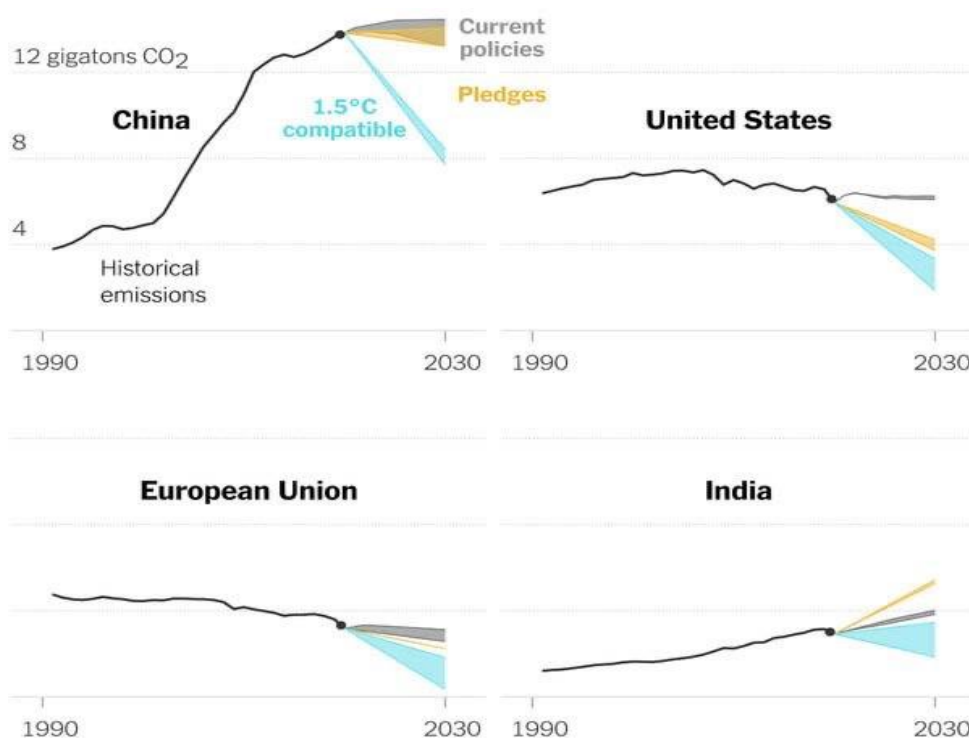
En algunos casos, como la Unión Europea, los mecanismos de ajuste en frontera del carbono están comenzando a tomar forma como una manera de fijación de precios del carbono de los bienes importados y el camino para avanzar en la acción climática a nivel mundial en los próximos años.

Aunque incipiente, el mercado voluntario de carbono, donde las empresas compran créditos para compensar sus emisiones, superó el año pasado los 1.000 millones de dólares, cubriendo a casi 640 empresas del S&P 500 y sectores de altas emisiones, y alrededor del 27% de las empresas estadounidenses ahora han establecido objetivos netos cero.

Con guardarríeles emergentes y transparencia, los créditos de carbono pueden generar una fuente vital de financiamiento para proyectos que contribuyen a la mitigación del clima, la resiliencia y los objetivos de desarrollo sostenible, lo que evita el "lavado verde" de afirmaciones sin fundamento de reducción de emisiones.

Descifrando los recientes procedimientos de la COP, mientras que más de 100 países se comprometieron a reducir las emisiones de metano, y otros 100 se comprometieron a poner fin a la deforestación. Algunos países importantes esbozaron planes para acelerar su cambio a las energías renovables, la conclusión es que numerosos países del G20, donde el volumen cuenta, aún no están en una trayectoria para alcanzar sus objetivos netos cero declarados.

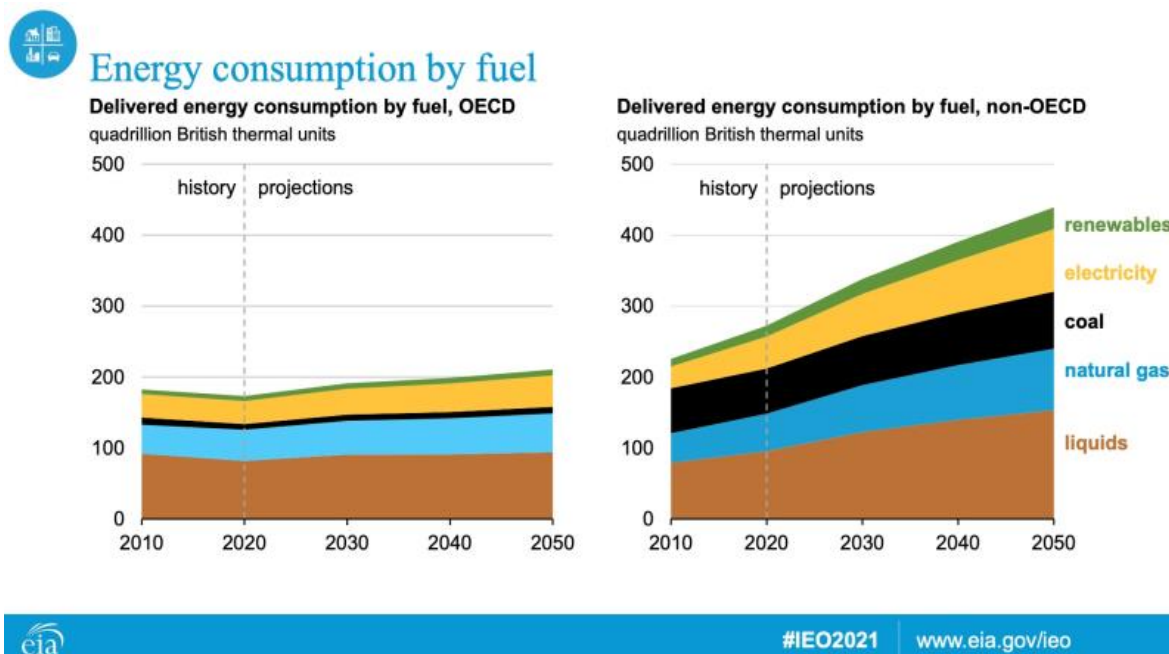
Esto se puede ver en la descripción a continuación, que muestra la diferencia entre las trayectorias de emisión proyectadas con las políticas actuales y las que logran los objetivos de 1,5 ° C:



Políticamente, será difícil avanzar más rápido, ya que esto inevitablemente aumentará el costo de la vida y tal vez el crecimiento económico. Por esta razón, como la neutralidad de carbono es un problema global que no resuena ni responde a las necesidades diarias que se sienten a nivel local.

En consecuencia, se deben desarrollar programas de transición y adaptación para responder a las necesidades de la evolución hacia soluciones neutras en carbono. En ausencia de un amplio consenso político para frenar las emisiones, es probable que el sistema político elija enfoques fragmentados e imperfectos, y probablemente soluciones más costosas que bien pueden apuntar por debajo de los objetivos que se han establecido, lo que requiere más intervenciones en el futuro.

Como resultado del crecimiento económico y demográfico, el consumo mundial de energía va a aumentar y, a falta de un avance tecnológico importante e imprevisto, también lo harán las emisiones globales de CO2 relacionadas con la energía hasta 2050. La mayor parte de la demanda de energía (y las emisiones de CO2) y el crecimiento económico se concentrarán en las economías emergentes, ya que las primeras etapas del desarrollo económico tienden a ser intensivas en hidrocarburos (para reemplazar el trabajo humano y animal por equipos de motores de combustión pequeños: bombas, motocicletas y similares), y ⁷ se puede observar en el gráfico a continuación, el consumo de energía fuera de la OCDE constituirá la mayor parte, tanto en tasas de crecimiento relativas como absolutas:



En consecuencia, es en los países no pertenecientes a la OCDE donde se debe centrar la atención, ya que es allí donde los recursos humanos, técnicos y organizativos también son los más débiles, y donde se requerirá el mayor apoyo para lograr una transición efectiva. Por lo tanto, las áreas que merecen un enfoque especial son:

Demanda y retroalimentación oportuna, en particular cómo las políticas responden a los clientes (industriales, mineros, hogares), y las razones del progreso o la falta de él, y las consiguientes acciones correctivas tempranas y problemas emergentes, como las respuestas a la capacidad de reserva limitada y la seguridad energética más débil derivada de tecnologías renovables o sobrecostos inesperados de nuevas tecnologías, como las que se suelen enfrentar en algunos de los primeros países adoptantes.

Implicaciones institucionales y políticas, para superar las limitaciones de los acuerdos de planificación y ejecución de arriba hacia abajo, y mayores adaptaciones a las condiciones emergentes.

Economía, eficiencia y simplicidad, para evitar una tendencia a reducir las emisiones, sin importar a qué costo, para los procesos de seguimiento, acuerdos de aprobación y despacho, complejos y difíciles de administrar, etc. Una mayor sensibilidad a los costos, los requisitos de escala y la facilidad de gestión son ingredientes clave para la viabilidad y el progreso subsiguiente. Del mismo modo, las virtudes de la simplicidad, las soluciones que se ajustan mejor a las capacidades locales y la manejabilidad, por un lado, y los requisitos de exhaustividad, por el otro, uno puede esperar establecer incentivos para que las acciones de inversión y operación. Ello se prestaría para una atención cercana, continua y oportuna para

cumplir con las mejoras de eficiencia adecuadas y concentrar la atención en la efectividad para lograr menores emisiones, con el mínimo requerimiento de “tramitología” posible.

Granularidad e integración más amplias, para evitar que la planificación agregada pase por alto las especificidades y ayudar a los países a abordar cuestiones específicas sobre el terreno, al tiempo que fomentan la sinergia mundial para aprender de diferentes experiencias, en particular las relacionadas con las tecnologías cambiantes. De esta manera, las preocupaciones climáticas podrían integrarse en la planificación del sector energético para garantizar un equilibrio adecuado entre la seguridad energética, la asequibilidad y las implicaciones sociales, como el acceso ambiental a la población de bajos ingresos.

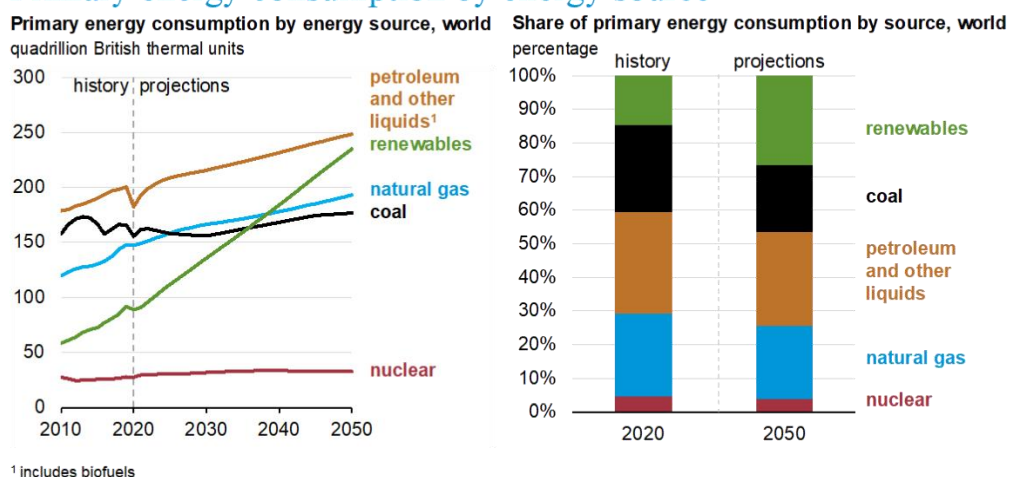
En última instancia, la transición a cero emisiones para mediados de siglo debe ser factible, justa, eficiente y equitativa, para ser exitosa y sostenible. Además de permitir que los países no pertenecientes a la OCDE puedan hacer frente a la transición, se necesitará un esfuerzo especial (muy probablemente financiado y encabezado en los países desarrollados) para seguir desarrollando las tecnologías existentes y reducir sus costos, y crear otras nuevas que permitan alcanzar los objetivos de una manera más eficaz. A tal fin, será necesario prestar atención a:

- *Mejoras en la capacidad de reserva de las nuevas tecnologías* con baterías u otras instalaciones de almacenamiento de energía que por el momento son bastante costosas. Todavía hay campo para mejoras adicionales significativas en los sistemas de almacenamiento a largo plazo competitivos en costos (baterías avanzadas, celdas de combustible, almacenamiento térmico y sistemas de hidrógeno limpio que requieren coordinación entre muchos actores para producir, transportar y tener el equipo operativo necesario); tecnologías escalables de generación de electricidad de empresas con bajas emisiones de carbono (incluida en ciertas condiciones la posible energía nuclear avanzada). Esto será especialmente importante para actividades intensivas en energía como la minería, que es el pilar de muchas economías en desarrollo, y una amplia gama de industrias, y centros de población de alta densidad que requieren un suministro de energía confiable las 24 horas del día durante todo el año.
- *Ampliación de plantas fluviales de paso*, que en la actualidad oscilan entre 8 y 50 MW de capacidad a plantas de más de 500 MW mediante la conexión de diversas fuentes de agua afluentes, como se está construyendo actualmente en Chile y Australia. El desarrollo de experiencias, aún muy limitadas, de los enfoques de ingeniería y diseño está generando importantes sobrecostos y de ejecución. Con el tiempo, con una mayor experiencia asociada con nuevas complejidades de diseño e ingeniería, los costos y cronogramas podrían disminuir con el tiempo.
- *Desarrollo de la capacidad de captura y almacenamiento* de carbono para eliminar los "sumideros" de CO₂ y facilitar la neutralidad de carbono a través de la eliminación en caso de que las nuevas tecnologías no puedan producir condiciones libres de carbono. Por el momento, las tecnologías existentes son prohibitivamente caras y requieren una energía considerable si la captura se va a hacer directamente desde el aire.
- *Mejoras del rendimiento de los equipos solares* (y otras energías renovables) con nanotecnologías o mejoras similares destinadas a reducir los costos de las células solares y las huellas de carbono de la producción aguas arriba, llevando así las aplicaciones fotovoltaicas a niveles competitivos con las tecnologías de generación tradicionales a nivel de red.

- *Desarrollo de tecnologías destinadas a reducir* las temperaturas y mejorar las condiciones de lluvia sembrando nubes con yoduro de plata para inducir lluvias; agregando hierro al océano para aumentar el fitoplancton consumidor de CO₂; o reduciendo la radiación solar con sulfatos. Estas opciones se encuentran en varias fases experimentales, en ambientes confinados o laboratorios. Hay otras variantes de geoingeniería que se están considerando con otros compuestos para dispersar la luz solar, reduciendo así el calentamiento global.

En general, tal como están las cosas, el consumo agregado de energía puede cambiar a través del rápido aumento de las energías renovables. Sin embargo, a falta de un gran avance tecnológico, la matriz energética agregada seguirá teniendo una parte significativa de las fuentes tradicionales, como el petróleo y otros líquidos y el gas natural, para cargas base, y una proporción decreciente de carbón, como se puede ver a continuación (lo que hace difícil creer que será posible tener una economía totalmente descarbonizada para 2050, o los objetivos provisionales acordados para 2030):

Primary energy consumption by energy source



#EO2021

www.eia.gov/ieo

13

Para cumplir con los objetivos climáticos globales, el mundo necesita eliminar gradualmente los combustibles fósiles, particularmente el carbón. Esto requerirá un diálogo significativo sobre una eliminación global del carbón, explicaciones particularmente claras sobre cómo hacer la transición en esa dirección.

Esto puede tener que incluir asistencia técnica y financiera adecuada para apoyar las necesidades de seguridad energética de los países dependientes del carbón como India y Sudáfrica, las dos economías más dependientes del carbón de los países del G20 con el 71 y el 86% de su electricidad, respectivamente proveniente del carbón, y qué futuro se puede proporcionar a los antiguos productores de carbón.

3. ENERGÍA, MINERÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO: ¿QUO VADIS?

Piensa con la cabeza en alto y los pies en la tierra

La minería es a la vez una de las industrias más intensivas en energía y una fuente importante de materias primas para otras industrias, incluidas las tecnologías de energía renovable. Ambos factores deben conciliarse para asegurar un futuro viable a largo plazo en el sector minero.

El uso total de energía global por parte de la industria minera comprende aproximadamente el 19% del carbón y los productos de carbón a nivel mundial y el 5% del gas mundial y el 2% del

petróleo suministrado a nivel mundial. Se prevé que la demanda total de energía para la minería crezca en el corto y mediano plazo. Un futuro bajo en carbono será significativamente más intensivo en minerales que un escenario de negocios como de costumbre. La demanda mundial de "minerales estratégicos" como el litio, el grafito y el níquel se disparará en un 965%, 383% y 108% respectivamente para 2050.

El cobre también será necesario para las tecnologías emergentes. Si bien la creciente demanda de minerales y metales ofrece una oportunidad para los países en desarrollo ricos en minerales, también representa un desafío: sin prácticas mineras climáticamente inteligentes, los impactos negativos de las actividades mineras aumentarán, afectando a las comunidades vulnerables y al medio ambiente.

En el lado de la intensidad energética de la ecuación, la industria minera es responsable del 4-7% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, el 1% causada directamente por las operaciones mineras o indirectamente a través, por ejemplo, del consumo de electricidad utilizado para alimentar las minas; el 3-6% restante proviene de las emisiones fugitivas de metano. Las emisiones causadas por todos los demás usos indirectos de los minerales extraídos (por ejemplo, el carbón utilizado en las centrales eléctricas alimentadas con carbón) son a su vez responsables de hasta el 28% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero.

Al mismo tiempo, la industria minera tendrá que enfrentar una mayor demanda de materias primas, a medida que las economías de bajos ingresos cambien al estado de ingresos medios, y aumente la atención (y los requisitos) de los países de ingresos altos y medianos de los estándares de emisiones en los acuerdos comerciales a lo largo de la cadena de valor, y la consiguiente presión sobre la industria minera para reducir las emisiones de sus operaciones.

Estas compensaciones no serán fáciles de manejar, porque las operaciones mineras deben seguir siendo sensibles tanto a la eficiencia energética como a la seguridad para seguir siendo competitivas y viables. La continua reducción de los costos de las tecnologías eólicas y solares fotovoltaicas ha permitido algunas incursiones de energía renovable en la industria minera. Seguirán siendo necesarios mayores avances y reducciones de costos en las instalaciones de almacenamiento para proporcionar una carga base sostenible para proporcionar la seguridad energética que necesitan las empresas mineras.

En consecuencia, las opciones de energía limpia no están exentas de desafíos y siguen sin usarse en su mayoría en todo el sector minero, ya que aún deben superarse algunos obstáculos, en particular:

1. *Técnicas*, incluida la naturaleza intermitente dependiente del clima de las fuentes de energía solar y eólica, que tienden a ser específicas de la ubicación, lo que dificulta la construcción de plantas de energía renovable cerca del sitio de la mina, y a menudo hace que las operaciones mineras remotas dependan de combustibles fósiles como el diesel, los combustibles de petróleo pesado y el carbón, para la generación en el sitio;
2. *Conocimientos* especializados, que incluyen una experiencia limitada del sector minero en la construcción, operación y adquisición de energías renovables;
3. *Financiamiento*, dado que las empresas mineras, que son de sí mismas riesgosas, prefieren no asumir gastos de capital adicionales y evitar compromisos con PPA a largo plazo, particularmente cuando la vida de la mina es corta o incierta. En general, se incurre en complejidades adicionales cuando las comunidades se benefician de las soluciones de energía renovable;
4. *Regulaciones*, que se componen principalmente de subsidios a los combustibles fósiles y la falta de leyes que fomenten la inversión en energías renovables, y la ausencia de acuerdos de fijación de precios de los costos externos de las emisiones de CO₂; y

5. *Alineación de incentivos* entre el gobierno o el sector privado para apoyar el despliegue inicial de energía renovable.

En consecuencia, es posible que deban instituirse estrategias y prácticas sostenibles y responsables en toda la cadena de valor de los minerales para ayudar a los gobiernos a construir un marco regulatorio y legal sólido que promueva la minería climáticamente inteligente y cree un entorno propicio para que el capital privado haga su parte a nivel de la industria minera. Iniciativas de este tipo incluyen:⁸

- Apuntalar la *integración de fuentes renovables* en las operaciones mineras, dada la participación significativa del sector minero en el uso mundial de energía y que las operaciones mineras en áreas remotas a menudo dependen del diesel o el carbón.
- Apoyar el *uso estratégico de datos geológicos* para una mejor comprensión de las dotaciones de "minerales estratégicos"
- Minería inteligente con los bosques: prevención de la deforestación y apoyo a las *prácticas sostenibles de uso de tierras*; reutilización de sitios mineros
- *Reciclaje de minerales*: apoyando a los países en desarrollo para que adopten un enfoque de economía circular y reutilicen los minerales de una manera que respete el medio ambiente

Las empresas mineras no han ignorado la necesidad de ser más responsables con el medio ambiente. Las mejoras en los equipos de exploración y perforación utilizados para localizar y extraer minerales han creado un nivel de precisión sin precedentes, reduciendo la cantidad de excavación innecesaria.

En otras partes de sitios de explotación, el impulso para reducir las emisiones de carbono ha impactado la modernización de las flotas de vehículos mineros a través de la energía de hidrógeno. En Chile, así como los sistemas de "combustible dual" para alimentar los motores de combustión existentes en Australia, y el prototipo de camión que operará este año con el objeto de reducir las emisiones de carbono en 2.260 toneladas por año.

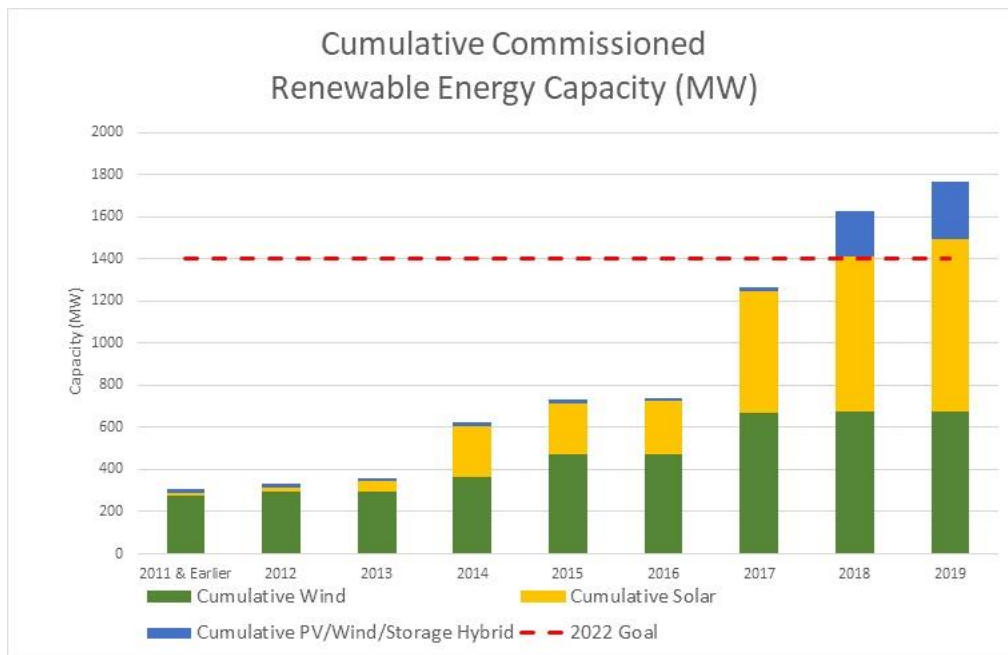
Aún sin pretender ser una inversión climáticamente inteligente per se, sino estrictamente un propuesta económica, la mina El Teniente (la instalación de producción de cobre más grande, con unos 4.500 km de corredores subterráneos) está utilizando la gravedad como fuente central de energía aprovechando la gran gradiente existente entre la extracción entre 2.500 y 3.000+ sobre el nivel del mar, y procesamiento completo adyacente al campamento de Sewell hasta el embarque del producto a nivel del mar a una distancia de unos 150 kms. Aun así, existen fuentes potencialmente adicionales de fuentes de energía bajas en carbono para generar más soluciones amigables con el medio ambiente.

Una transición baja en carbono donde la minería sea climáticamente inteligente y las cadenas de valor sean sostenibles y verdes permitirá a las economías emergentes desempeñar un papel de liderazgo en esta transición: desarrollar minerales estratégicos y asociados de una manera que respete a las comunidades, los ecosistemas y el medio ambiente. Los países con tales minerales tienen la oportunidad de beneficiarse del cambio global hacia la energía limpia.

El sector minero ya está aprovechando las oportunidades más recientes para el uso de energías renovables en las operaciones mineras, superando el crecimiento en comparación con muchos otros sectores, aunque es cierto que desde una base baja, con una capacidad acumulada de puesta en marcha que supera los 1,7 GW:

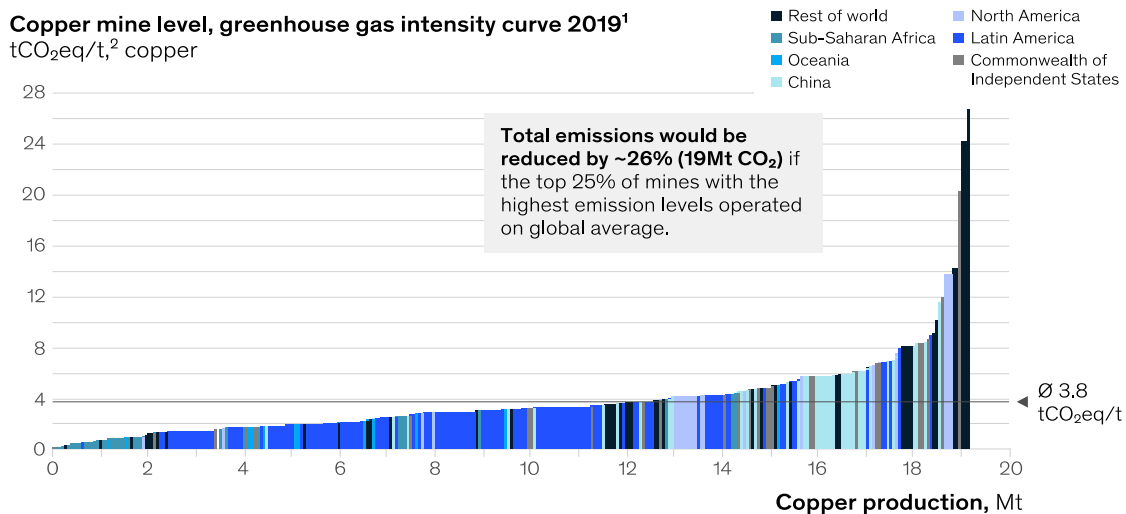
En años pasados, algunas compañías mineras han explorado un avance de mayor envergadura impulsado por la tecnología, con tecnologías bajas en carbono y diseño de procesos, para impulsar la conciencia y la adopción de energías renovables.

Pero queda un largo camino por delante para superar las preocupaciones genuinas de ir más allá de las zonas de confort bien establecidas en el sector, y generar una demanda genuina de más bienes bajos en carbono para atraer a las industrias hacia la adopción de tecnologías de descarbonización.



Las emisiones dentro de la minería se pueden dividir en tres tipos amplios: Alcance 1 (emisiones del diesel), Alcance 2 (emisiones de la generación de electricidad) y Alcance 3 (emisiones de la cadena de suministro y el transporte). Hoy en día, entre el 40 y el 50 por ciento de las emisiones de CO₂ provienen del diesel utilizado en equipos móviles, y otro 30 a 35 por ciento de la electricidad no renovable.

Sin embargo, la intensidad de las emisiones varía ampliamente entre las minas: por ejemplo, dentro del cobre, vemos una veintena de veces repartidas entre la intensidad de las emisiones de las minas, como se puede ver a continuación:

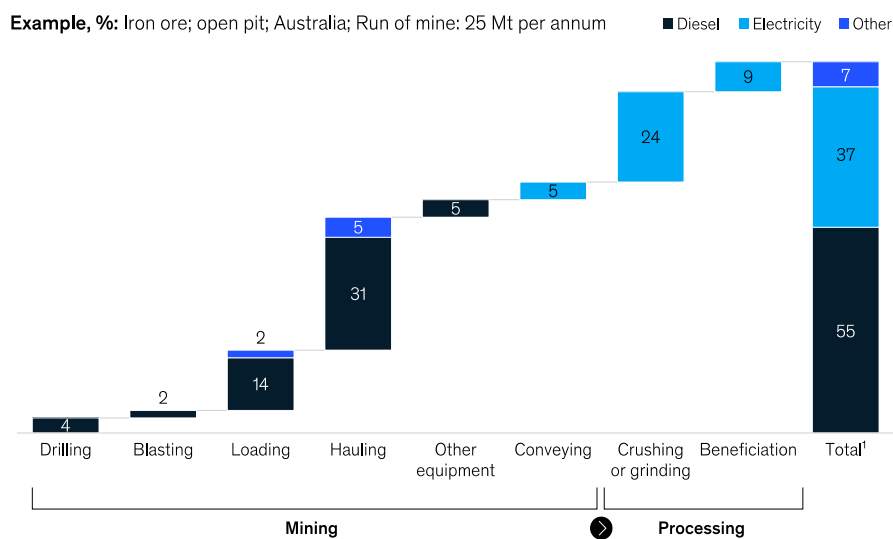


¹Considers Scope 1 and 2 emissions.
²Total CO₂ equivalent per metric ton.

Para entender esta variación, se ha creado un modelo integral de descarbonización de minas. Esta desglosa las emisiones mineras a nivel de equipo y evalúa más de 20 opciones de descarbonización que se ilustran a continuación, utilizando una mina de mineral de hierro en Australia

como ejemplo para ilustrar lo que la actividad minera neta de carbono cero podría parecer el perfil en la siguiente simulación:

Addressing emissions from multiple sources is key to the decarbonization of mining.



¹Figures may not sum to 100%, because of rounding.
Source: McKinsey Mine Decarbonization Model

En cuanto a la contribución del sector a las tecnologías renovables, la transición de los combustibles fósiles a las fuentes de energía bajas en carbono dependerá de minerales críticos. Su consumo podría multiplicarse por seis para 2050, según un escenario de⁹ la Agencia Internacional de la Energía. En ese mundo, el comercio¹⁰ de recursos relacionados con la energía consistirá en gran medida en minerales críticos en lugar de petróleo y gas natural. Por valor, este mercado podría superar los 400.000 millones de dólares, superando el valor de todo el carbón extraído en 2020. Ayudar a que este sistema surja, y salvaguardarlo, es un objetivo importante, tanto para garantizar una transición energética ordenada como para limitar las externalidades que a menudo vienen con las industrias extractivas.

En total, dos aplicaciones podrían impulsar tres cuartas partes de la demanda de minerales críticos en 2050: redes eléctricas y baterías. La mitad de la demanda proyectada para entonces es de cobre y una cuarta parte se divide entre níquel y grafito. Luego vienen el litio, el manganeso y el cobalto. En términos de valor, el cobre representa un tercio del total en 2050, el litio y el níquel representan cada uno casi una cuarta parte cada uno, el grafito el 10 por ciento y el cobalto el 7 por ciento.

El cobre, el litio y el níquel representarán más del 80 por ciento¹¹ del valor de mercado en 2050. La producción de cada mineral se concentra, pero los principales productores difieren según el producto. El mayor¹² productor de cobre es Chile (40 por ciento del total), Perú es el segundo (11 por ciento) y China es el tercero (9 por ciento). Australia produjo la mitad del litio del mundo¹³ en 2020, Chile el 22 por ciento y China el 17 por ciento.

Hay indicios de que muchos inversores están adoptando el "Principio de Toronto", induciéndolos a vender todas sus inversiones en combustibles fósiles. El Financial Times informó en septiembre de 2019 que el número de inversores institucionales comprometidos a eliminar completamente los combustibles fósiles de sus carteras para 2030 había aumentado de 180 en 2014 a más de 1.100, lo que representa alrededor de US \$ 11 billones en activos. Otras señales de que la industria minera se enfrentará a un entorno de inversión cada vez más hostil incluyen la consulta del Banco Central Europeo, publicada el 20 de mayo de 2020, para guiar a los bancos a fijar el precio de

sus productos de préstamo en correlación con los riesgos ambientales del prestatario / empresa en cuestión.

Por lo tanto, al mismo tiempo que la demanda de energía renovable continúa creciendo, el entusiasmo por la inversión en combustibles fósiles y minería se está reduciendo, y el sector minero (no solo esa parte de la minería de combustibles fósiles) corre el riesgo de enfrentar un mercado que es más pequeño, más caro y sujeto a una supervisión mucho mayor de los inversores. En consecuencia, los prestamistas e inversores requerirán un paquete de pactos mucho más riguroso en sus acuerdos de préstamo en los próximos años cuando presten a las actividades mineras para gestionar su exposición a los riesgos ambientales e incentivar el cambio hacia una industria más sostenible. Para que esto funcione se requerirá un plan de mejora del rendimiento en los aspectos ambientales, sociales y de gobernanza (o conocido por su sigla inglesa de ESG) detallado y alcanzable más allá de la mera aceptación de los principios.

4. LOS DESAFÍOS DEL CAMINO A SEGUIR.

Si no te agrada el cambio, menos te gustará la obsolescencia

Como bien saben quiénes se han encargado de implementar grandes reformas, la distancia entre diseño y realidad es larga.

Para ello, hay que centrarse en tres líneas de falla, en las que deberán reconciliar objetivos en conflicto durante la próxima década. La *primera*, en la transición energética, será la tensión entre soberanos y empresas mineras. Los países ricos en recursos naturalmente aspiran y deben capturar los beneficios de los recursos que poseen. Esto conducirá a cierto grado de conflicto tangible en lugares como Serbia, Chile, Perú e Indonesia. Si los hidrocarburos sirven de guía, estos conflictos podrán ser intensos y trascenderán las estrechas cuestiones de cómo repartir las rentas, ya que van al núcleo de la identidad y la política de un país.

Las economías desarrolladas pueden ayudar a disminuir tales conflictos promoviendo y abogando por estándares claros y altos para la¹⁴ extracción. Pueden ayudar a los países a negociar con empresas extranjeras a través del desarrollo de capacidades, compensando parte de la asimetría de información y experiencia, como la transparencia para desincentivar condiciones para precios de transferencia y otras transacciones mineras, reduciendo con ello la corrupción, la evasión y elusión de impuestos, y generar confianza en los mercados. A nivel de empresa, una revisión sistemática del ciclo completo del proyecto y de la cadena de valor puede ayudar a identificar las áreas vulnerables para abordar aquellas con mayor probabilidad de ocurrencia y resultados.

La *segunda* fuente de conflicto potencial puede desencadenarse por el aumento de las normas ambientales, sociales y de gobernanza. Por el lado de la demanda, debería fomentar tecnologías y procesos que disminuyan la dependencia de los minerales más problemáticos, ayudando a salir de algunas de las dificultades que se enfrentan hoy en día.

Solo un enfoque holístico puede salvaguardar los minerales críticos necesarios para la transición energética. La acción climática sin una estrategia mineral crítica y sensata está destinada a producir problemas. Pero las complejidades que presentan los minerales críticos no pueden ser una excusa para retrasar o rehuir la transición energética que requiere el tema climático.

Las empresas que buscan salvaguardar el papel de algunas actividades mineras podrían seguir la experiencia del gas en la transición energética, que están recurriendo al gas natural licuado (GNL) neutro en carbono. Este mercado de rápido crecimiento permite a los compradores y vendedores contrarrestar las emisiones de gases de efecto invernadero de cada carga a través de compensaciones

de carbono. Pero este acuerdo comercial todavía carece de transparencia y coherencia, y por el momento es una solución periférica a las emisiones de la industria.

El atractivo de los acuerdos neutros en carbono es claro. Estos acuerdos permiten a los vendedores y compradores compensar las emisiones de una carga mediante el financiamiento de proyectos que eliminan emisiones equivalentes en otros lugares. Los proyectos que califican para créditos de carbono van desde programas de forestación y reforestación hasta nuevos parques eólicos. El costo de las compensaciones de carbono se puede compartir entre vendedores y compradores, y entre compradores de carga y usuarios finales, como los servicios públicos y los actores industriales. El alcance de las compensaciones también varía. Algunos acuerdos de GNL neutro en carbono cubren las emisiones del ciclo de vida completo¹⁵ desde la boca de pozo hasta la combustión por parte de los usuarios finales, mientras que otros cubren solo las emisiones de "pozo a tanque" en las fases de producción a entrega, o la exploración hasta el uso final en el caso de las actividades mineras.

Un *tercer* desafío es la calidad de las compensaciones de carbono que sustentan este comercio. Con más empresas que adoptan objetivos de cero emisiones netas, el mercado de compensaciones de carbono de combustibles fósiles (incluido el petróleo y el¹⁶ gas) se ha desarrollado rápidamente. Pero hay un gran escepticismo¹⁷ sobre la consistencia y la calidad¹⁸ de las compensaciones de carbono. Los problemas incluyen la distinción a menudo turbia¹⁹ entre reducciones o evitación de carbono versus eliminación real de carbono, posibles conflictos de intereses entre agencias de verificación de terceros y falta de gobernanza²⁰ de los mercados de carbono para garantizar la coherencia.

Reconociendo el papel que la industria minera puede desempeñar en el logro de los objetivos de emisiones, los países anfitriones están empezando a exigir controles de contaminación más estrictos y requisitos legales de presentación de informes (por ejemplo, la inclusión de los efectos del consumo de energía en las evaluaciones de impacto ambiental requeridas para obtener un permiso de operación). Los gobiernos de los principales productores de minerales como Canadá, Australia, Chile y otros están desarrollando políticas y regulaciones habilitantes, como impuestos al carbono, certificaciones ecológicas y despacho flexible para acomodar la integración de fuentes renovables.

La energía renovable puede integrarse en las actividades de extracción, procesamiento y refinación de la producción de minerales. Estas actividades incluyen perforación, transporte, excavación, carga y generación de energía para sitios mineros sin conexión a la red.

Para las minas que están conectadas a la red, trabajar con la empresa de servicios públicos para expandir el uso de energía renovable, ya sea en el lado de la empresa de servicios públicos o en el lado de la mina midiendo servicios públicos. Ello podría proporcionar beneficios primarios de energía renovable (por ejemplo, menores costos y reducción de las emisiones de GEI), al tiempo que podría proteger a las minas de preocupaciones legales y financieras más complicadas de desarrollar sus propias fuentes de energía renovable. La energía renovable también se puede utilizar para proporcionar calor de proceso, aunque la mayoría de las fuentes actuales están mejor alineadas para proporcionar calor de valor bajo o medio (es decir, por debajo de 400°C).

El Atlas de Riesgos Sectoriales ASG (Ambiental, Social y de Gobernanza) elaborado por S&P Global ilustra claramente la percepción negativa que enfrenta el sector de los metales y la minería. La exposición de cada sector a los riesgos ambientales y sociales recibe una calificación de 1 a 6, 1 es de bajo riesgo y 6 de alto riesgo. La minería y los metales lograron un total de 6 sobre 6 en la escala de riesgo ambiental y 5 sobre 6 en la escala social, lo que la coloca a la par con el petróleo y el gas como la industria más peligrosa de las medidas en el informe.

El Informe anual del Índice de Minería Responsable de mayo de 2021 pinta una imagen similar, mostrando que la industria minera solo avanza parsimoniosamente hacia el logro de los

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Del mismo modo, los inversores institucionales están adoptando el "Principio de Toronto" y abogando por eliminar los combustibles fósiles de sus carteras para 2030. Otras señales de que la industria minera se enfrentará a un entorno de inversión cada vez más hostil incluyen la consulta de mayo de 2020 del Banco Central Europeo, que orienta a los bancos a fijar el precio de sus productos de préstamo en correlación con los riesgos ambientales del prestatario / empresa en cuestión.

Por lo tanto, la demanda de energía renovable continúa creciendo, el entusiasmo por la inversión en combustibles fósiles y minería se está reduciendo, y el sector minero se enfrenta a un marco desafiante, más caro y sujeto a una mayor supervisión regulatoria y de inversores. En consecuencia, el sector minero tendrá que enfrentar condiciones desafiantes (aunque prometedoras) en el futuro, y con políticas apropiadas y correcciones institucionales rigurosas, y ser parte del impulso de las energías renovables, gestionando su exposición a los riesgos ambientales, el desempeño ESG y el cambio podría ser manejable hacia una industria más sostenible.

5. RECAPITULANDO: ¿Y AHORA QUÉ? – RETRO-EXCAVANDO BARRERAS

Pensamiento crítico, aprendizaje e innovación, de abajo hacia arriba

En el fondo, el mundo carece en este momento de soluciones para lograr emisiones globales netas de carbono cero a un costo económico y social razonable a finales de este siglo. Tampoco están las soluciones disponibles para adaptarse de manera equitativa y eficiente a los riesgos relacionados con el clima que ocurrirán, incluso si se pueden cumplir los objetivos de mitigación. Estos problemas se encuentran entre los más urgentes que enfrenta la humanidad.

Se puede y se debe lograr mucho con las tecnologías y los enfoques de políticas existentes, pero sin avances que cambien el juego en múltiples campos de la ciencia, la tecnología y las políticas, los esfuerzos del mundo para abordar el desafío climático no tendrán éxito. Antes de la pandemia, no había mayor prioridad para la comunidad internacional que trabajar en pos de este objetivo. Obviamente, debemos seguir reuniendo nuestras energías para responder a la pandemia. Sin embargo, con la misma obviedad, el desafío climático aún se avecina. No podemos darnos el lujo de dejar en suspenso nuestros esfuerzos para abordarlo.

Visto desde esta perspectiva, después de 26 reuniones anuales de la COP hay muy poco que se pueda señalar en términos de resultados efectivos. Gran parte del enfoque se ha basado en el establecimiento de objetivos para la reducción de las emisiones de carbono y la promesa de recursos para lograr tales resultados. Un grupo de políticos e ideólogos de fe pura, que creen que las convicciones o el sentido de la justicia son suficientes para justificar las acciones, han cometido erróneamente de oficio: su lugar es el púlpito de una iglesia, no la plaza pública o un órgano de formulación de políticas.

Sin embargo, en lugar de polarizar los debates y desviar la atención de cada tema o problema en particular, los responsables de la formulación de políticas y los directivos de las empresas deben diferenciarse, entre otras cosas, prestando la debida atención a las estructuras de incentivos para alinear los intereses y la atención hacia la sostenibilidad de los sectores y proyectos, su eficiencia energética, su compatibilidad con el medio ambiente, etc. - no como un agregado, sino como una forma de planificar de manera integral desde el principio de tal manera que sean económicos para los clientes y usuarios.

A final de cuentas, si los incentivos son correctos y el negocio es rentable, las inversiones fluirán y la mitigación de carbono se afianzará. Los esfuerzos no pueden depender exclusivamente de la acción del gobierno: autorizaciones de programas ambientales para inversiones, establecimiento de objetivos, seguimiento de los acuerdos de cumplimiento, etc. Dichos enfoques tienden a tener sus limitaciones, dadas las limitaciones institucionales, los procesos costosos y lentos, a veces asociados

con corrupción y otras limitaciones similares. Por esta razón, será necesario contar con condiciones propicias para facilitar las inversiones que puedan atraer a las empresas, si se quiere llevar a cabo una ampliación seria²¹

Más allá de la generación de un mercado de capitales para operaciones de este tipo, la forma de operar las instituciones y autoridades ha tendido a ser más bien lineal, en su mayoría orientada a la eficiencia y el cumplimiento de la normativa, en la que se pueden perder oportunidades de innovación y beneficios sociales. Esto es probablemente insuficiente en el contexto de los cambios estructurales que están forzando las crecientes crisis que requieren enfoques más ágiles para moverse con las cambiantes demandas sociales. La reducción de costos seguirá siendo una prioridad en un entorno incierto y de bajo crecimiento, y es importante que las empresas se dirijan a aquellas áreas que producen los mayores beneficios.

Esencialmente, esto requerirá visibilidad en toda la cadena de suministro para tomar decisiones sobre cómo priorizar los productos y gestionar las relaciones con los proveedores, como parte integral de la eficiencia energética y las implicaciones ambientales. Esto permitiría optimizar más allá de las operaciones individuales de la empresa, incluidos los proveedores de primer nivel, y evitar la generación de ajustes en frontera de carbono de un tipo u otro, al exportar a mercados cada vez más integrados.

6. REFLEXIONANDO SOBRE EL FUTURO

Vender en el rumor, comprar en el hecho

La historia a menudo predice que, en tiempos de necesidad, nuestras alusiones más preciosas se disipan. Y esto nunca es tanto así, como en tiempos de crisis y demandas desatendidas. Hoy, con las continuas preocupaciones sobre la pandemia, la transición energética, la revolución tecnológica, estamos empezando a despertar a un cambio de paradigma global. Las doctrinas de seguridad generacionales y las ortodoxias económicas que han estado arraigadas en un orden global posterior a la Segunda Guerra Mundial están vacilando ante el cambio de peso económico y político, incluida una alianza chino-rusa que flexiona sus músculos.

Sin embargo, a medida que se producen cambios tectónicos alrededor de las capitales de todo el mundo, es en la mesa de la cocina y en las cuerdas del bolso que se aprietan que son los verdaderos impulsores que dan forma a estas nuevas alineaciones políticas. Es difícil no ver la evidente brecha entre los objetivos y los logros en el debate sobre energía y medio ambiente en los planos gubernamentales, con las preocupaciones más del aquí-y-ahora sobre la seguridad energética, la asequibilidad y la sostenibilidad a nivel de los hogares.

En ninguna parte esto se ha hecho más evidente que en la estación de gasolina: el 40% del gas europeo fue suministrado por Rusia. De ello se deduce que, dado que este flujo de energía se ha detenido, inducido por ambos, las decisiones políticas para frenar la producción de hidrocarburos se desvincularon de los cambios de poder geopolítico, lo que provocó aumentos de precios a niveles récord en Europa y los Estados Unidos.

Ninguna solución técnica (solar, eólica u otra) o presión para ciertos objetivos agregados va a ser efectiva, a menos que proporcione una respuesta adecuada a las necesidades reales de los consumidores, y las empresas tengan el marco y los incentivos adecuados para operar e invertir.

Más allá de eso, ningún logro político, social o moral está exento de obstáculos formidables. Hay intereses creados que enfrentar, actitudes que cambiar, resistencias que superar. Los problemas son inmediatos, el objetivo final frustrantemente lejano. El desafío para abordarlos requiere liderazgo por influencia, no por autoridad; incentivos alineados capaces de movilizar una miríada de vertientes y

personas, sin necesidad de una coordinación deliberada y complicada; integración y coherencia de la acción, capaz de aprender de la experiencia y ser adaptable para siempre.

7. REFERENCIAS

- ¹ El Mercurio (Santiago, Chile) May 16, 2018 - "Política minera para impacto económico"; Capital Business Journal (Santiago, Chile) Feb. 2018 - "Política minera; del subsuelo al desarrollo económico"; Versión abreviada publicada en Pulso - Feb 14, 2018 (M. Schloss)
- ² Instituto de Gobierno y Gestión Pública - Universidad de San Martín USMP (Lima, Perú) Dec. 2015 - "Experiencias Internacionales para Fortalecer la Gobernabilidad (International Experiences for strengthening governance)" ISSN 2414-4991 (M. Schloss)
- ³ Academic Research and Publishing Group, mayo de 2021: "Refundición de la gobernanza para tiempos difíciles" ; Global Journal of Management and Business Research, agosto de 2021 (M. Schloss)
- ⁴ El Mercurio (Valpo.) May 23, 2021: "Cambio climático y transformación".(M. Schloss)
- ⁵ Global Journal of Science Frontier Research: Environment & Earth Science Oct. 2020: "Abordando el cambio climático en un mundo cambiante"
- ⁶ Global Journal of Economics and Commerce (EE.UU.) Abril 2020 "Planificación en los albores del siglo XXI: el camino ambiguo hacia la COP26" - ISSN 2249-4588 & 0975-5853
- ⁷ La Tercera (Etiqueta Voces) Santiago, Chile May 5, 2021: "Cambio climático, en un mundo cambiante"
- ⁸ Negocio de Capital Journal (Santiago, Chile) Feb. 2018 - "Política minera; del subsuelo al desarrollo económico" . Versión abreviada publicada en Pulso - Feb 14, 2018
- ⁹ Internacional Energy Agencia: Perspectivas energéticas mundiales 2021
- ¹⁰ <https://twitter.com/fbirol/status/1448136581034827787>
- ¹¹ <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050> Agencia Internacional de la Energía: Cero neto para 2050
- ¹² <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021-copper.pdf>
- ¹³ <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021-lithium.pdf>
- ¹⁴ <https://www.ergi.tools>
- ¹⁵ Universidad de Columbia. <https://www.energypolicy.columbia.edu/sites/default/files/file-uploads/Carbon-neutral%20LNG%20commentary,%20design%20reflow,%2007.02.21%20.pdf>
- ¹⁶ S&P Global <https://www.spglobal.com/commodity-insights/en/market-insights/blogs/oil/100821-carbon-intensity-crude-oil>
- ¹⁷ Proyecto de comercio de carbono de Berkley: https://carbon-direct.com/wp-content/uploads/2021/02/Carbon-Direct_Carbon-Plan_Berkeley-Carbon-Trading-Project_TSVCM-Comments-1.pdf
- ¹⁸ <https://www.volts.wtf/p/carbon-offsets-are-t-working-and?s=r>
- ¹⁹ Los principios de Oxford para Net Zero Aligned Compensación de carbono (sep 2020): <https://www.smithschool.ox.ac.uk/publications/reports/Oxford-Offsetting-Principles-2020.pdf>
- ²⁰ Bloomberg Green Finance: <https://www.bloomberg.com/news/features/2021-06-02/carbon-offsets-new-100-billion-market-faces-disputes-over-trading-rules?sref=B2BBHw9t>
- ²¹ El Mercurio (Valpo.) Mar. 21, 2021: "Gobernanza y corrupción, hechos y no palabras" (M. Schloss)