

## **CAMBIO CLIMÁTICO Y ENERGÍA: ¿QUO VADIS?**

**Miguel Schloss**

*Presidente ejecutivo de Surinvest Ltda. y VirtusAtlas SpA*

### **RESUMEN**

Ha sido pobre el progreso tangible logrado con respecto al avance hacia las metas acordadas en los diversos acuerdos de descarbonización para mitigar el cambio climático. Ello se ha debido al alto costo de inversión en energías alternativas, las complejidades de los cambios necesarios para modificar la matriz energética y procesos de producción, y las dificultades inherentes en cambiar el status quo cuando se tiene que enfrentar incertidumbres respecto a cambios tecnológicos.

Nada de esto es inexorable o puede resolverse con más convenios internacionales, metas, subsidios u otras formas destinadas a empujar soluciones resistidas o caras para la sociedad. El artículo se centra en los elementos para reenfocar la discusión de la definición de metas y formalidades hacia los aspectos prácticos de implementación en el terreno que se necesitan superar y lograr una transición que alinee intereses y respondan mejor a los imperativos de desarrollo económico.

### **1. INTRODUCCIÓN**

¿Cómo es posible, después de tantas advertencias de desastres climáticos inminentes, más de 20 años desde el Tratado de Kyoto, 25 años desde la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, sendos acuerdos, metas, mecanismos de financiamiento y seguimiento, no parece haber avance tangible en la materia.

El reciente Informe del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos) confirmó inequívocamente que ya estamos viendo impactos negativos del aumento del nivel del mar, sequías y tormentas extremas. Dicho informe también ilustra que ni siquiera estamos cerca de limitar la emisión de gases invernaderos con el consecuente incumplimiento de la meta de calentamiento mínimo a 1,5° C acordado en sucesivos protocolos, incluyendo el histórico Acuerdo de París 2015.

### **2. DESEMPEÑO INSOSTENIBLE**

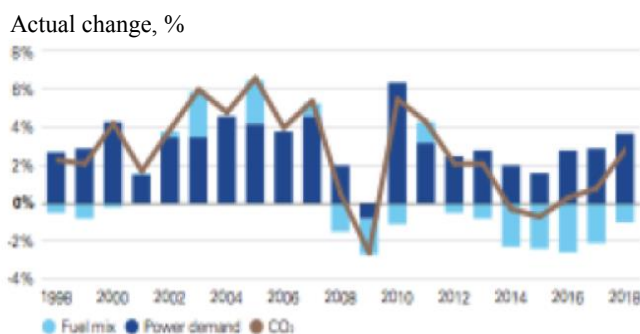
El Acuerdo de París sobre cambio climático no contiene medidas o metas vinculantes para limitar o reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero para 2025 o 2030 (los años en que deben generarse las reducciones principales).

Sin embargo, los eventos en años recientes dan una idea inicial respecto a los impactos que están perfilándose. En 2017 y en 2018, en particular, hubo un creciente distanciamiento entre las demandas societarias hacia una transición acelerada a un sistema de energía descarbonizada y el ritmo de progreso real hacia dicho fin.

Antes de 2017, hubo tres años consecutivos de poco o ningún crecimiento en las emisiones de carbono del consumo de energía. Esto se produjo a través de un menguado crecimiento económico mundial, ganancias aceleradas en la eficiencia energética, amortiguando el crecimiento de la demanda de energía y el crecimiento de las energías renovables, combinado con caídas sucesivas en el consumo mundial de carbón que condujeron a mejoras parciales en la matriz combinación de combustibles.

Ese progreso se revirtió parcialmente el año pasado. El crecimiento en la demanda de energía repuntó a medida que las ganancias en eficiencia energética disminuyeron, el consumo de carbón aumentó por primera vez en cuatro años y las emisiones de carbono del consumo de energía crecieron.

### Carbon emissions from power sector



Esta reversión, que puede observarse en el gráfico al lado, no debería ser una total sorpresa. Además de beneficiarse de las fuerzas estructurales a más largo plazo, algunos de los resultados excepcionales observados en los últimos años se vieron impulsados por desarrollos temporales y cíclicos, particularmente en China, por lo que siempre fue probable alguna reversión.

Esas fuerzas a más largo plazo que dieron forma a la transición continuaron el año pasado. Los datos sugieren que en 2018 la demanda mundial de energía y las emisiones de carbono generado por dicho sector crecieron a su ritmo más rápido desde 2010/11, alejándose aún más de la transición acelerada prevista por los objetivos climáticos de París.

Gran parte del aumento en el crecimiento de la generación energética el año pasado se remonta a los efectos relacionados al cambio climático, ya que la población y empresas aumentaron su demanda de refrigeración y calefacción en respuesta a un número inusualmente grande de días calurosos y fríos. La aceleración de las emisiones de carbono fue el resultado directo de este mayor consumo de energía.

Aún si estos efectos climáticos fuesen de corta duración, de modo que el crecimiento de la demanda de energía y las emisiones de carbono se desaceleren en los próximos años, parece haber pocas dudas de que el ritmo actual de progreso sea inconsistente con los objetivos climáticos de París. El mundo está en una senda insostenible: cuanto más tiempo continúen aumentando las emisiones de carbono, más difícil y más costoso será el ajuste eventual para alcanzar emisiones netas de carbono cero. Por ello, cada año más de crecientes emisiones de carbono subraya la urgencia de que el mundo cambie.

El fuerte consumo de energía se reflejó en todos los combustibles, muchos de los cuales crecieron más fuertemente que sus promedios históricos recientes. Esta aceleración fue particularmente pronunciada para el gas natural, que creció a una de sus tasas más rápidas durante más de 30 años, representando más del 40% del crecimiento en energía primaria. Por el lado de la oferta, los datos de 2018 reforzaron la importancia central de la revolución del esquisto bituminoso (shale oil) de EE.UU. Sorprendentemente, dicho país registró los mayores aumentos anuales de cualquier otro en la producción de petróleo y gas natural el año pasado, con la gran mayoría de ambos aumentos

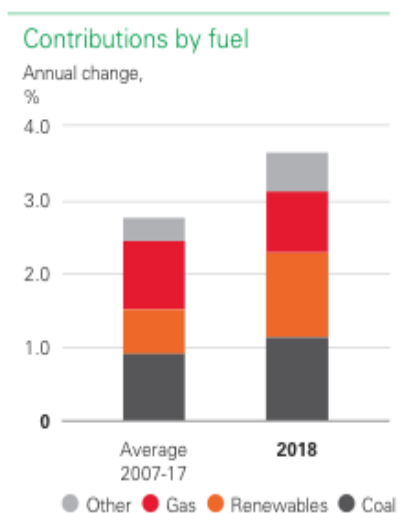
provenientes de obras de lutita en tierra. Al mismo tiempo, la energía renovable, liderada por la energía eólica y solar, continuó creciendo mucho más rápidamente que cualquier otra forma de energía (aunque comenzando de una base mucho más baja que las fuentes tradicionales de generación eléctrica).

Con todo, la demanda de generación eléctrica aumentó aún más que la demanda total de energía en 2018, a medida que el mundo continuó electrificándose. Pero este cambio hacia una mayor electrificación puede jugar un papel importante en la transición energética sólo si va acompañado de una descarbonización del sector eléctrico.

A pesar del rápido crecimiento continuo en energía renovable el año pasado, esta proporcionó solo un tercio del aumento requerido en la generación de eléctrica, y el carbón proporcionó una contribución aproximadamente similar. De hecho, se estima que el uso cada vez mayor de carbón en el sector eléctrico ha explicado más que todo el crecimiento del consumo mundial de carbón el año pasado.

Sumándolo todo, se estima que el sector de generación eléctrica absorbió alrededor de la mitad del crecimiento de la energía primaria en 2018 y representó alrededor de la mitad del aumento de las emisiones de carbono.

La descarbonización del sector eléctrico en tándem con la creciente demanda de energía, particularmente en el mundo en desarrollo, es quizás el desafío más importante que enfrenta el sistema energético mundial en los próximos 20 años. La energía renovable tiene un papel importante que desempeñar para enfrentar ese desafío. Pero es poco probable que pueda hacerlo por sí solo. Lo más plausible es que se requiera una variedad de tecnologías y combustibles diferentes, que incluyen una amplia transición de carbón a gas y el despliegue generalizado de captura, uso y almacenamiento de carbono (CCUS). Bien entendido, esta no es una carrera hacia las energías renovables; es una marcha forzada para reducir las emisiones de carbono en varios frentes.



El sector energético, y la sociedad en general, enfrentan desafíos importantes a medida que navegamos por la transición a un sistema de energía bajo en carbono. Eso requerirá comprensión y acción juiciosa, basada en un debate bien informado de las opciones y costos a considerarse.

Pero se necesita mucho más progreso. En particular, los datos referidos arriba resaltan la necesidad imperiosa de mayores avances en el sector eléctrico, que absorbe más energía primaria que cualquier otro sector. Después de todo, representa más de un tercio de las emisiones de carbono del consumo de energía.

Pero a pesar del enorme impulso político para alentar la sustitución del carbón y la rápida expansión de las energías renovables en los últimos años, no ha habido mejoras en la matriz de combustibles que alimentan al sector energético mundial en los últimos 20 años, como indicado en el gráfico aladaño. Sorprendentemente, la proporción de carbón en 2017/18 fue la misma que en 1998. La proporción de combustibles no fósiles fue de hecho menor, ya que el crecimiento de las energías renovables no ha podido compensar la disminución de la energía nuclear. El hecho de no haber incursionado en el sector eléctrico desde el cambio de siglo debería ser motivo de preocupación y foco para acciones futuras.

### **3. LOS DESAFÍOS**

Hay variadas razones que pueden explicar la brecha entre las metas acordadas y la realidad de lo hecho. Pero las tres más evidentes son:

*Costos.* En los países desarrollados (principalmente Europa y Norteamérica), donde el proceso de industrialización comenzó más temprano, las emisiones cumulativas de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) representan casi el 50% del total universal. Como gran parte de dichas emisiones toman lugar en el sector industrial, el problema se centra en forma preponderante en dicho sector. Por ello la descarbonización deberá centrarse en gran medida en los sectores industriales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), lo que requerirá de inversiones del orden entre \$ 11 billones y \$ 21 billones (trillones en términos anglosajones) hasta el año 2050. Estos órdenes de magnitud, según estimaciones de la consultora internacional McKinsey & Co., son significativamente mayores a los que solían invertir dichas industrias, por lo que requerirán fuentes de financiamiento y generación de recursos aún no probados.

Por otra parte, en los países de ingreso medio y bajo (principalmente Asia, Latinoamérica, y en menor grado África), las emisiones han comenzado a aumentar como resultado del rápido crecimiento económico en un número creciente de países. Las consecuentes necesidades de inversiones que deberán hacerse en infraestructuras para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible y limitar el cambio climático a 2° C, han sido estimadas por el Banco Mundial entre al menos 3,40 por ciento del producto interno bruto (PIB) de dicho países, hasta el 5 por ciento, tanto en nuevas inversiones, como en costos de capital de reemplazo.

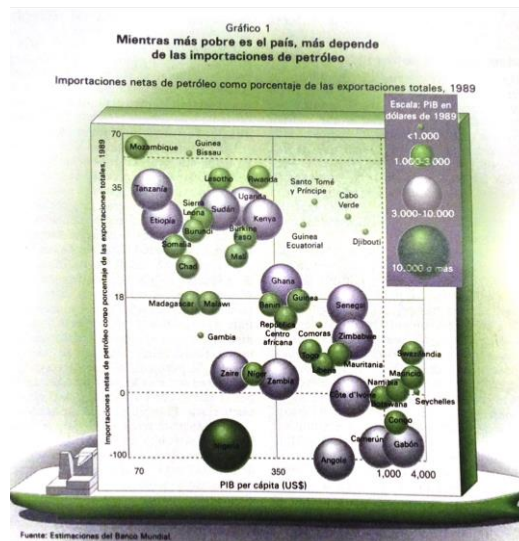
Invertir en infraestructura no es suficiente; mantenerla importa, por lo que será necesario garantizar un flujo constante de recursos para operaciones y mantenimiento. El Banco Mundial estima que ello costaría un 2.7 por ciento adicional del PIB por año. Sumados los requerimientos de inversión y mantenimiento, estas cifras están fuera de las posibilidades financieras de muchos de los países en desarrollo en el corto plazo, por lo que deberán considerarse movilización fuentes adicionales de financiamiento, tanto públicas internacionales como del sector privado.

*Complejidades.* El desarrollo económico, especialmente en sus etapas tempranas, tiende a ser intensivo en energía, especialmente petróleo, ya que el esfuerzo humano o de animales es reemplazado por tractores, pequeños vehículos, bombas de diversos tipos que tienden a operar con equipos de combustión interna.

Ello es visible en el siguiente gráfico, en el que se puede ver que los países de bajos ingresos en África son también los mayores consumidores per cápita de hidrocarburos. Estos países pueden fácilmente caer presa de no poder desarrollarse por no tener los recursos para obtener hidrocarburos, y no pueden tener acceso a dichas fuentes por no tener el desarrollo suficiente.

Hasta que no haya un cambio tecnológico masivo, aún no discernible en el horizonte, dichos países no tendrán otro camino para librarse de dicho círculo vicioso más que teniendo la holgura

necesaria para avanzar en un inicio con un mayor uso de productos hidrocarburos, hasta que las inversiones en infraestructura referidas arriba empiecen a generar los beneficios para la población de bajos ingresos. Ello explica cómo China, dado su bajo ingreso per cápita, gran tamaño y vertiginoso crecimiento económico, ha pasado a ser el mayor emisor de CO<sub>2</sub>.



Por otra parte, en cuanto a los países desarrollados, si bien sería tentador pensar en el cierre de su alta concentración de industrias de chimeneas (como se suele abogar en algunos círculos), habrá que reconocerse que el sector industrial es una fuente vital de riqueza, prosperidad y valor social a escala global. Las empresas industriales producen aproximadamente una cuarta parte del PIB y el empleo mundial, y producen productos y materiales que son parte integral de nuestra vida diaria y progreso económico. Sin embargo, aproximadamente el 28 por ciento de las emisiones mundiales de GEI provienen de la industria. Por tanto, habrá que buscar otras rutas de inversión hacia la industria para reducir su dependencia de carbono

Ello implica superar cuatro limitaciones: *Primero*; el 45 por ciento de las emisiones de CO<sub>2</sub> de estos sectores que resultan de las materias primas no puede reducirse mediante un cambio en los combustibles, por lo que en el futuro estos sólo deberán producirse sólo mediante cambios en los procesos. En *segundo* lugar, el 35 por ciento de las emisiones de estos sectores provienen de la quema de combustibles fósiles para generar calor a alta temperatura (con procesos que pueden alcanzar entre 700 a más de 1,600 grados Celsius). Reducir estas emisiones al cambiar a combustibles alternativos, como la electricidad con cero emisiones de carbono, sería difícil porque requeriría cambios significativos en el diseño de los hornos. En *tercer* lugar, los procesos industriales están altamente integrados, por lo que cualquier cambio en una parte de un proceso debe ir acompañado de cambios en otras partes de ese proceso. *Finalmente*, las instalaciones de producción tienen una vida útil prolongada, que suele superar los 50 años con un mantenimiento regular. El cambio de procesos en los sitios existentes requiere reconstrucciones o modificaciones costosas, pero que con el tiempo podrán ser viables con una reingeniería de procesos, que tomarán tiempo en diseñarse y ejecutarse en forma efectiva y eficiente.

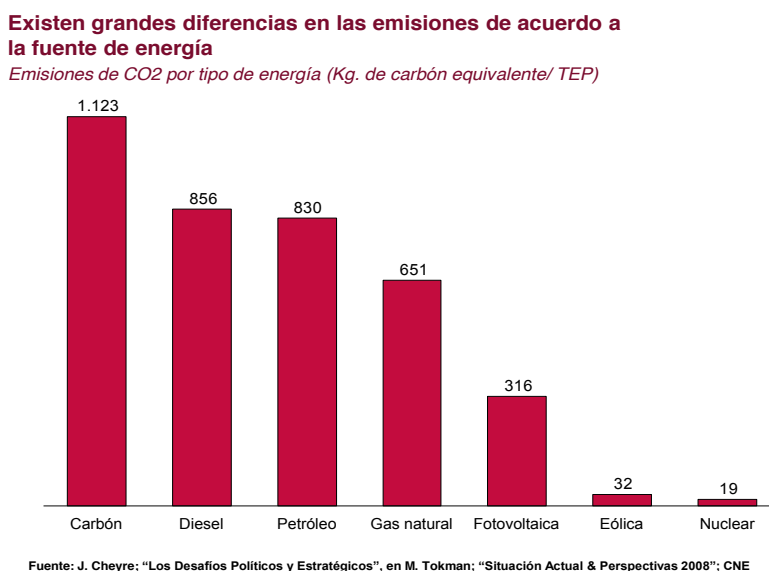
*Status quo*. Más allá de los cuestionamientos de la base científica que ampara la preocupación ambiental y de dudas planteadas en torno de la capacidad de seres humanos de influenciar fenómenos climáticos que se han venido dando durante milenios, no se debe menospreciar las implicancias de cambios fundamentales, similares a las tecnologías asociadas a la máquina de vapor e Internet que desencadenaron revoluciones industriales anteriores, con el poder de interrumpir los modelos económicos y comerciales existentes.

Mal que mal, la máquina a vapor, y la combustión interna de hidrocarburos en la que se ancla el desarrollo industrial hasta el día de hoy, tiene sus inversiones probadas y depreciadas, con las cuales no será fácil de competir con nuevas tecnologías destinadas a superar las emisiones en el futuro cercano. A eso se suma la existencia de sendas empresas, inversores, empleados y sociedades que dependen de su supervivencia, que abogarán por mantener la existencia de las industrias existentes.

Por ello, cualquier acción deberá tomar en cuenta estos intereses y desarrollar opciones con trayectorias que faciliten una transición hacia una economía más descarbonizada. Para ser efectivo, esto requiere cambiar el debate sobre las necesidades de inversión de un enfoque simple de controlar y restringir fuentes de emisión y gastar más en inversiones que reemplacen dichas fuentes, hacia aspectos económicos que aseguren un mejor y más efectivo gasto que asegure mayor desarrollo económico y generación de riqueza.

#### 4. TECNOLOGÍAS EMERGENTES

Las fuentes de energía renovables deben convertirse en una parte cada vez mayor de un desarrollo energético descarbonizado, pues tienden a emitir menos CO<sub>2</sub> que las tradicionales, como puede verse a continuación:



Sin embargo estas fuentes son aún relativamente caras y constituyen muchas veces soluciones para casos dependientes de condiciones locales (como regímenes de viento o niveles radiación solar) y factores de carga limitados que no se prestan para industrias de mayor calibre, incluyendo el sector minero.

Estos son los típicos ingredientes de desarrollo en etapa incipiente de cualquier nuevo curso de acción, y que en el corto plazo limitan cambios radicales en la matriz de desarrollo energético, de transporte y otros.

La internalización de los costos del cambio climático (v.g. poniendo un precio por las emisiones o los efectos que ellas producen) es una experiencia relativamente reciente y el mundo aún está experimentando para hallar soluciones operativas para la producción masiva de energía limpia.

Por esto, no será fácil o expedito simplemente cambiar de fuentes energética, y requiere un esfuerzo de investigación y desarrollo, para ir nivelando la brecha de costos con las fuentes tradicionales que por el momento siguen siendo en muchos casos significativas.

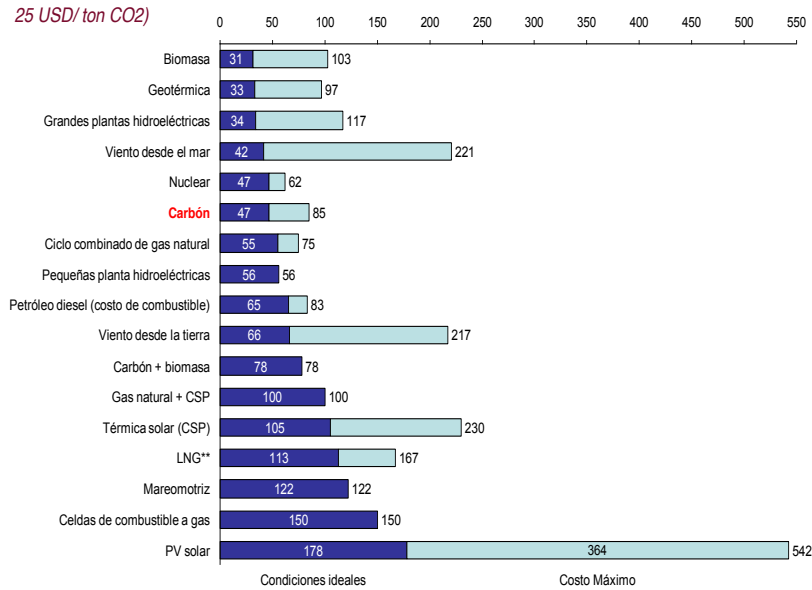
Por el momento dichas fuentes son relativamente costosas, por lo que no parecen dar repuesta instantánea al problema. Con el tiempo fuentes alternativas, como la biomasa, geotermia e hidroeléctrica y solar han venido reduciendo los costos.

Como podrá apreciarse en el gráfico siguiente, si se consideran los costos adicionales de emisiones de CO2 se cierra hasta cierto punto la brecha con energías tradicionales, especialmente en plantas hidroeléctricas de paso, nucleares, geotérmicas y varias combinaciones con gas natural que se encuentran a niveles similares a las de carbón.

Sin embargo, subsisten diferencias con otras fuentes como plantas eólicas en regímenes de viento promedio, solares o fotovoltaica, que tienen costos muy variados según zonas geográficas y que no constituyen soluciones de generación de base, por ser sólo operables bajo ciertas condiciones climáticas, que son variables.

### ...y son aún más atractivas cuando se considera el costo adicional relacionado a las emisiones de CO2

Comparación del costo "verde", costos de producción (USD/ MWh y emisiones de CO2 en Ton/ MWh a 25 USD/ ton CO2)



\* Supone que LNG a costos plantas son tres veces mayores que los costos de gas natural

\*\*Supone un 10% de biomasa (residuos, cosechas energéticas, herbácea, madera) en equivalente energético

Fuentes: IEA Energy Technology Perspectives, 2006; Ormat Technologies, Inc.

Por ello, a la larga, una estrategia energética deberá fundarse en sustitución tecnológica del capital invertido hacia una mayor diversidad de fuentes. Ello inevitablemente incluirá plantas de carbón con tecnologías más limpias, plantas de GNL, geotérmicas e hidroeléctricas junto con energías renovables probablemente jugando un papel de nicho en el mix energético.

## 5. TRANSITANDO AL FUTURO

Revisando los distintos informes sobre reuniones y estudios respecto al cambio climático, tal vez se ha puesto demasiado énfasis en temas de proceso, formalidades a nivel global, e insuficiente atención a los aspectos prácticos de implementación en el terreno – especialmente en tres aspectos:

*Forzando la marcha.* Los países que han logrado reducir sus emisiones lo han hecho en forma onerosa. No en vano, ello ha generado resistencia a afrontar el problema, ya sea constriñendo el consumo energético o limitando significativamente las emisiones. De hecho, los recursos invertidos en tecnologías existentes, se han beneficiado por estar depreciadas desde hace décadas, y basadas en maquinarias de combustión de hidrocarburos de amplia disponibilidad, que generan el 75% de las

emisiones de gases de efecto invernadero. Si bien la dependencia de energías renovables sería deseable, por ahora sólo constituyen un 2% de la oferta global. Aún si tales fuentes llegaran al 3 o 4% en los próximos 20 años, esto podría ayudar hasta cierto punto.

*Regulando los procesos.* La impaciencia con el cambio hacia tecnologías más ecológicas ha generado el establecimiento de metas, mecanismos de regulación engorrosos, subsidios y programas desconectados de imperativos de desarrollo económico, como si los temas ambientales pudiesen abordarse mediante reducciones de demanda de energía. Los pobres resultados de estas vías denotan una insensibilidad a soluciones económicas. Ello ha generado presiones para podar regulaciones, llevando a EE.UU. a eliminar más de 80 restricciones medioambientales.

Por otro lado, al dejar recursos ambientales sin propiedad, precio o destino conocido, la estructura de incentivos induce a que los recursos ambientales se consideren “gratis” y se utilicen de manera insostenible. Por ello, las autoridades deben centrarse en condiciones energéticas de asequibilidad que al mismo tiempo sean compatibles con el medio ambiente.

*Compatibilizando objetivos en conflicto.* El tema debiera considerar más explícitamente la conciliación de los factores para amortiguar el cambio climático con la seguridad energética y acceso de los grupos vulnerables, y las necesidades de energía a costo razonable, incluyendo:

- Mejoras del uso de las tecnologías existentes vía inversiones que aumenten eficiencia y utilicen combustibles más limpios, disminuyendo costos marginales de reducciones de gases de efecto invernadero;
- Consideración del valor que los consumidores asignan al medio ambiente mediante la introducción de los instrumentos de mercado y precios por daños societarios que puedan cambiar el comportamiento ambiental;
- Fomento de innovación, ayudando a superar los riesgos técnicos y altos costos de desarrollo de nuevas tecnologías, garantizando una financiación adecuada y apoyo para “bienes públicos”;
- Desarrollo de políticas que integren la implementación, generando capacidades y mejor reconocimiento de la debilidad institucional, para manejar regulaciones complejas; y
- Exploración de diferentes fuentes de descarbonización, hasta tanto haya claridad sobre qué tecnologías puedan utilizarse en forma general, incluyendo mejoras de eficiencia energética, la electrificación del calor, el uso de hidrógeno fabricado con electricidad sin carbono como materia prima o combustible, el uso de biomasa como materia prima o combustible, y la captura y almacenamiento de carbono (CCS) o uso. (CCU). La combinación óptima de opciones variará según los factores locales más prácticos o económicos.

Las preocupaciones medioambientales, han llegado para quedarse. Juzgando por los resultados a la fecha, estas no se resuelven con más conferencias internacionales, metas, subsidios u otras formas destinadas a empujar soluciones resistidas o caras para la sociedad. Por el contrario, habrá que alinear intereses y buscar fórmulas que respondan mejor a los imperativos de desarrollo económico.

Ello requerirá un enfoque integrado para reducir costos de transacción (no aumentarlos como parece haberse gatillado por el incremento de regulaciones complejas), introducir eficiencia en las cadenas de suministro, abrir nuevos mercados, generar mejoras de productividad para múltiples industrias, incluyendo los mercados de energía.

Sin esta reorientación, es difícil enfocar la discusión en la implementación eficaz, en vez del tradicional debate entre defensores y detractores del cambio climático y la descarbonización.