

**Verde  
en serio****Gabriel Quadri**  
@g\_quadri

## Redes Eléctricas, *Quid* de la Transición Energética

**N**o basta con disponer de energías limpias, solar o eólica, nuclear, geotérmica o hidrógeno, para combatir el calentamiento global. Lo importante es llevar electricidad limpia a los consumidores. El uso de electricidad crece día con día, no sólo como consecuencia del crecimiento económico y demográfico, sino por la electrificación de casi todo, desde autos a procesos industriales. El consumo de electricidad en el mundo (y en México) crece a más de un 3% anual. Al 2050 habrá que producir, transmitir distribuir y entregar cuatro veces más fluido eléctrico que ahora. Turbinas accionadas a partir de combustibles fósiles, eólicas, geotérmicas, y nucleares giran a 50 o 60 ciclos por segundo (50 – 60 HZ), generando así energía eléctrica de corriente alterna (AC). (En la generación de electricidad solar fotovoltaica no hay rotación, y se produce en forma de corriente directa DC). La electricidad se transmite a través de líneas de alto voltaje (alta presión eléctrica), que recogen y combinan la corriente de diferentes generadores, la cual debe ser adaptada para los consumidores a bajos voltajes por medio de transformadores. La regla existencial de cualquier red eléctrica es que la oferta debe ser igual a la demanda en todo momento, lo que implica un

delicado y cambiante balance, permanente y dinámico, de producción y consumo, al tiempo que se mantiene a *fortiori* la estabilidad de frecuencias y voltaje en todo el sistema. Es una tarea titánica. Cuando este balance se rompe, ocurren apagones. Entre más grandes sean las redes eléctricas, será estadísticamente más sencillo equilibrar oferta y demanda. Esto es, hay grandes economías de escala; entre más grande y más predecible sea la demanda, será factible generar energía con plantas más eficientes y de mayor capacidad. (La generación distribuida o descentralizada o en microrredes es considerablemente más cara). Todo ello, lógicamente, se torna más complejo cuando se incrementa la participación en la red de energías limpias intermitentes, como la solar y eólica, cosa que se mitiga al crecer geográficamente la extensión del sistema eléctrico. (Si no hay viento o sol en un lugar, lo habrá en otros, lo que exige también un mayor número de centrales de generación). El desafío es colosal, si asumimos que es preciso llegar al 2050 con sistemas eléctricos de cero emisiones, para cumplir objetivos de cambio climático. Se requerirá un gran número de centrales generadoras de energía limpia y de interconexiones al sistema. Y también, de nuevas líneas de transmisión, ya que las energías renovables no nece-

sariamente se producen cerca de los sitios de carga o consumo, lo que conlleva problemas serios de transporte o congestión que deben resolverse... con más líneas de transmisión. Será necesario interconectar redes eléctricas distantes entre sí (como Baja California, proyecto cancelado por el presidente López) o entre países distintos (con Estados Unidos y Centroamérica), y establecer también nuevas y numerosas plantas de almacenamiento de energía con baterías de litio, y con sistemas de producción de hidrógeno verde por electrólisis del agua.

El hidrógeno podrá ser utilizado como combustible para generar electricidad en las noches o en días o épocas de poco viento o sol, o en procesos industriales; todo ello, para enfrentar el desafío de la intermitencia de las energías renovables. Igualmente serán necesarios equipos rotatorios para garantizar la sincronización de la red (condensadores sincrónicos). No menos compleja será la gestión de la demanda eléctrica; esto es, reducir el consumo o aumentarlo en determinadas horas del día, días, o épocas del año, en función de la energía disponible. Será preciso recurrir a líneas de transmisión de alto voltaje de corriente directa (a la Edison) para minimizar las pérdidas de energía. Los sistemas electrónicos de control de estas redes tan complejas exigirán

nuevas tecnologías de estado sólido, inversores y transformadores gigantescos, y transistores bipolares para convertir corriente alterna a corriente directa y viceversa, gestionar la energía reactiva (que se “queda” en campos eléctricos y magnéticos), y para mantener la estabilidad de las redes en términos de oferta y demanda, frecuencia y voltaje. *The Economist* estima que se requerirá una inversión anual de 1.1 billones de dólares en nuevas redes de aquí al 2050 para que el mundo pueda cumplir con metas climáticas. Los obstáculos políticos, sociales y legales serán formidables, no sólo los de ingeniería, económicos y financieros. Debe quedar claro que la construcción de nuevas centrales eléctricas de energía limpia y su entrada en operación dependerá de la existencia de nuevas redes de transmisión, de lo contrario, la expansión en la generación de energía limpia será imposible. En México, la CFE ha dejado de invertir en líneas de transmisión.

Las redes eléctricas tendrán que expandirse a pasos agigantados, para lograr que la temperatura no aumente más allá de 2°C. El reto de planeación y diseño, de incorporación de nuevas tecnologías, de inversión privada y pública, de concertación social y política, y de construcción, no tiene precedente.