



Políticas para la prestación del servicio Público de Electricidad

Por José Manuel Muñoz Villalobos

Presentado el 6 de noviembre 2021, en la Sesión 3 del Seminario-Taller: Fuentes renovables, Generación nuclear y Servicio Público de Energía Eléctrica

Centro Tepoztlán Víctor L. Urquidi A. C.

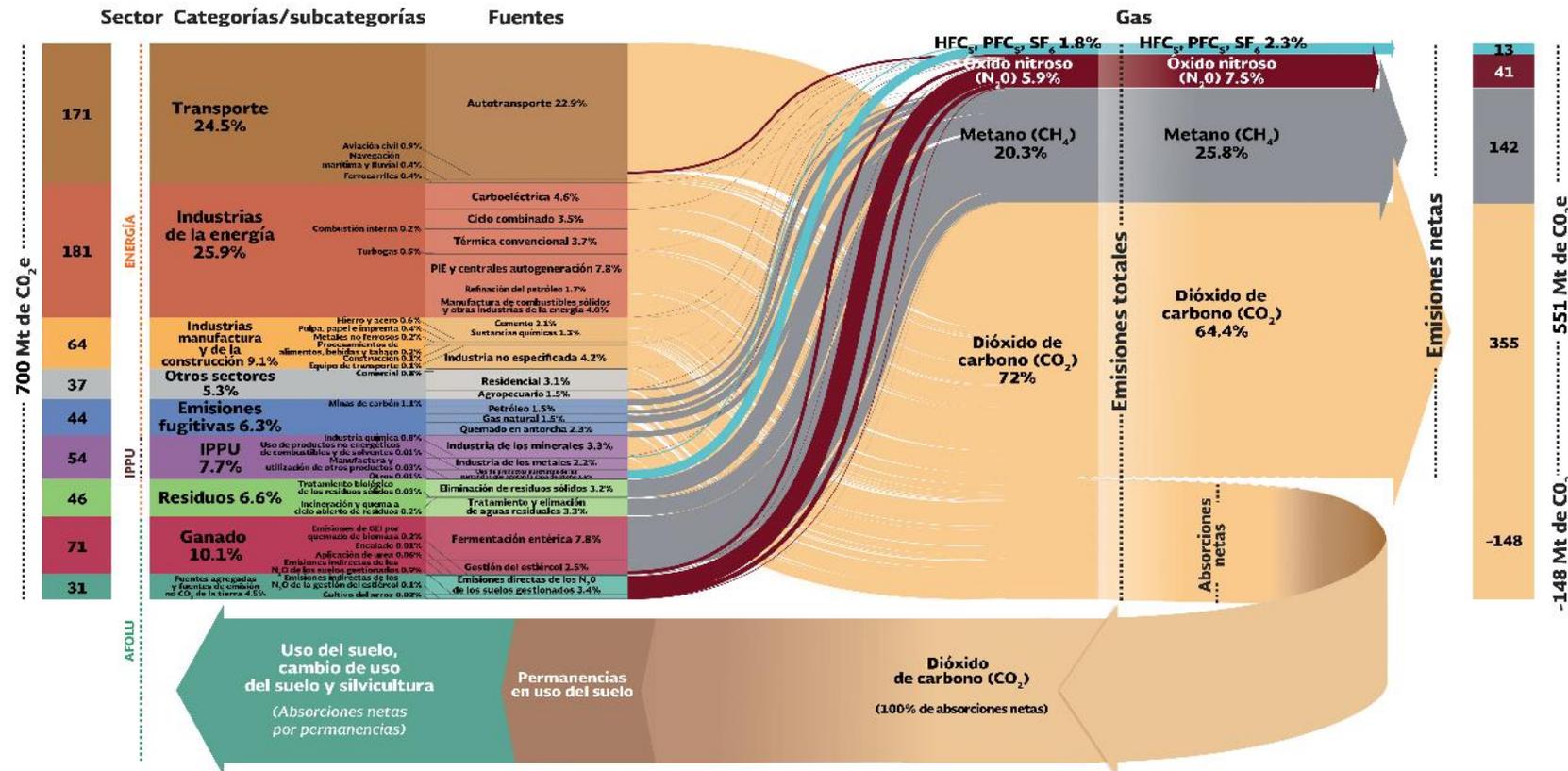
- ❑ ¿Qué necesitamos?
- ❑ Transición energética
- ❑ El peso de México
- ❑ El Transporte
- ❑ La invasión de vehículos de motor
- ❑ La generación de electricidad
- ❑ Más generación renovable
- ❑ Generación nuclear
- ❑ El papel de la generación convencional
- ❑ El soporte completo
- ❑ Las fugas de Metano
- ❑ Residuos sólidos municipales
- ❑ Recuperar la planeación
- ❑ Derechos de los consumidores
- ❑ A manera de conclusión

□ **Ser Rápidos y Trascendentes**

- Satisfacer las necesidades de capacidad de Generación para el Servicio Público
- Ampliar el sistema de Transmisión y las redes Generales de Distribución
- Combatir el Cambio Climático

Transición energética

La resistencia a cambiar el modo de aprovechamiento del poder calorífico de los recursos naturales está fuertemente ligada al beneficio económico que produce su uso como combustibles y ello hace que la decisión de cambiar sea difícil de lograr.



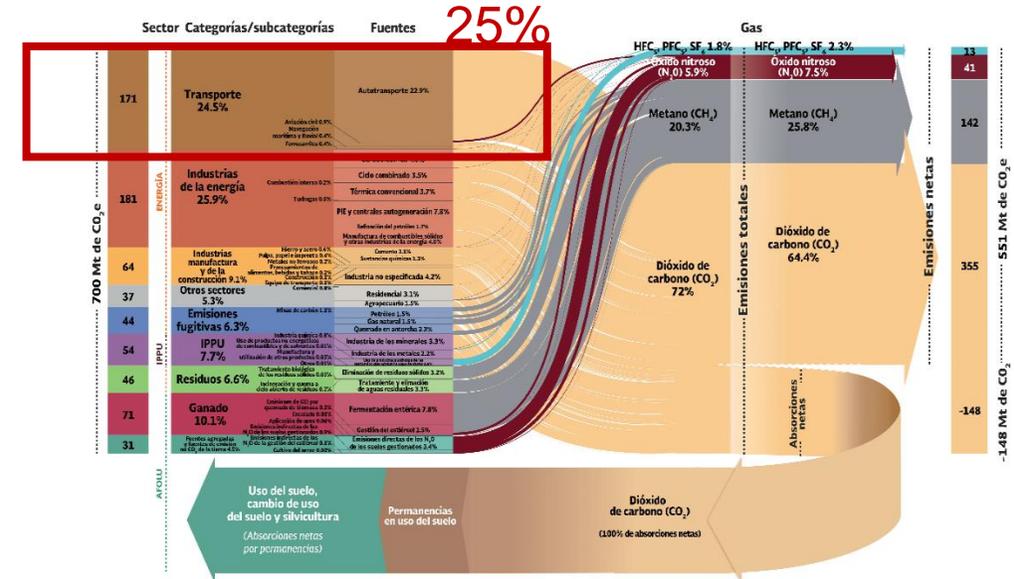
Nuestro país emite Gases de Efecto Invernadero a la atmósfera contabilizados en 700 millones de toneladas métricas anuales. Por ello ocupamos el lugar 13 entre los más grandes emisores y esto equivale al 1.2% del total mundial.



Lo anterior, relacionado con nuestro impacto global, no significa que podamos o debamos ignorar los esfuerzos

Transporte

Nuestro principal problema es que hemos privilegiado el uso de automóviles particulares y hemos despreciado los ferrocarriles, eminentemente masivos y de alta eficacia en el aprovechamiento de los energéticos.



13.9 km/lit
1,995 J/m-pax



11.37 km/lit
2,505 J/m-pax



5.88 km/lit
4,850 J/m-pax



Transporte público masivo



Metrobus – CDMX – 780 J/m-pax

El uso del 25 millones de litros de Diésel por año por el Metrobús de la capital del país resulta en una emisión de unos 75 millones de kg de CO₂ por año, que se convertirían en el doble o triple si este medio de transporte no existiera.



Tren interurbano Europeo
432 a 667 J/m-pax



Tren Interurbano
México-Tacuba



Estación de FFCC en Dañú, Hidalgo, por donde ya no pasa el tren...

Transporte público masivo

El Metro de la ciudad de México ha llegado a transportar más de 4.4 millones de pasajeros diarios, 6 veces más que el Metrobús, además es eléctrico, por lo que sus beneficios ambientales son mayores aún. El consumo energético es según informe público, en Internet, de 0.5 kWh/pasajero, que a su vez equivale a una demanda promedio a lo largo del año, de solo 93 MWh/h. Si el consumo de 0.5 kWh/pasajero correspondiera a viajes de 5 km, estaríamos hablando de 360 J/(m-pax), menos de la mitad que en el Metrobús

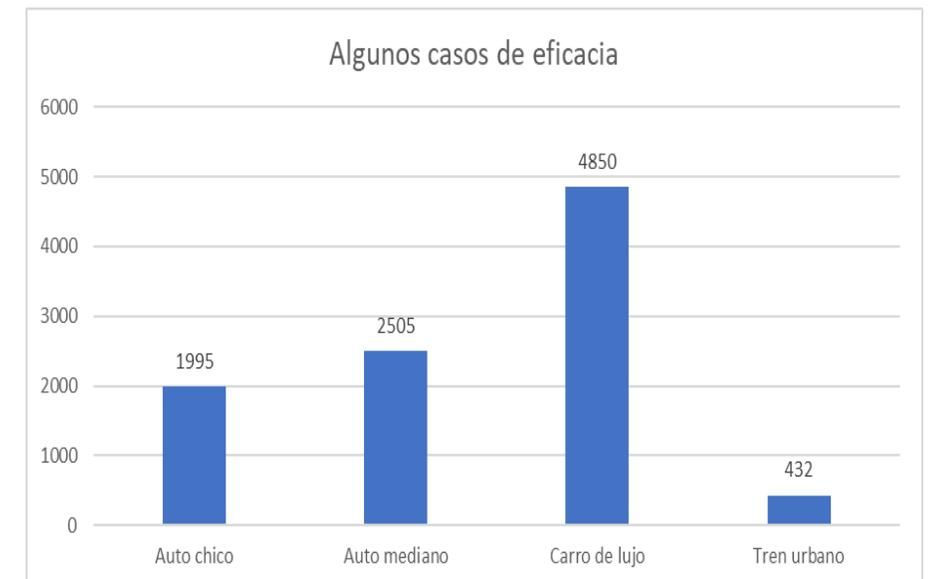
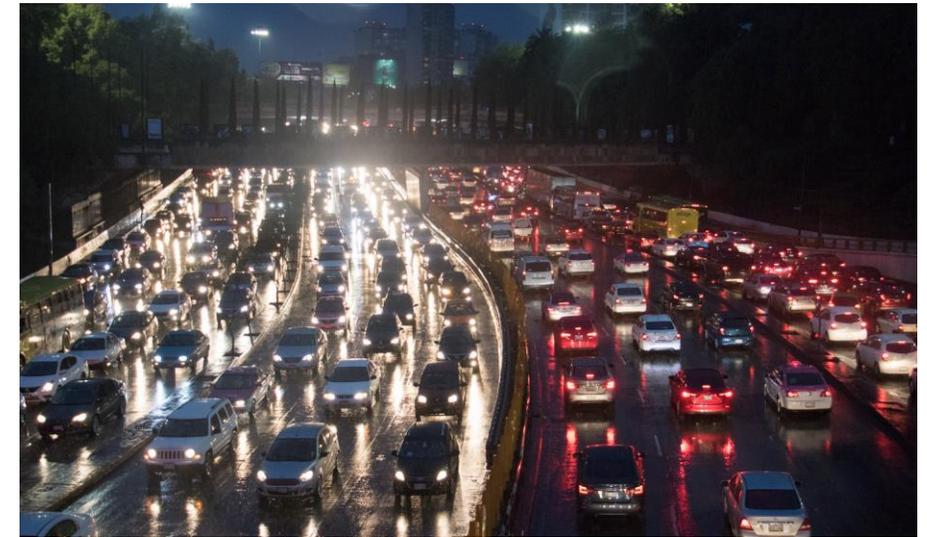
360 J/m-pax



La invasión de vehículos de motor

Según el INEGI, a 2020 el país ha rebasado la cifra de 50 millones de todo tipo de vehículos de motor, después de haber tenido una tasa de crecimiento anual que se aproxima al 6% desde 1980, cuando había menos de 6 millones de vehículos.

Este enorme parque vehicular quema mucho combustible, que no es fácil de cuantificar, pero según la SENER, entre 2017 y 2019 hubo en el país un consumo promedio de 1,500 PJ/año de gasolinas y naftas, además de 700 PJ también anuales, de Diésel; esto equivale a un aproximado de 120 millones de litros diarios de gasolina, así como a 50 millones de litros diarios de Diésel; 170 millones de litros diarios de los dos combustibles.



Eficacia del uso de la energía en J/m-pax.

La invasión de vehículos de motor

Podríamos tener un programa nacional de desarrollo de transporte masivo de personas y de carga, que de preferencia sea eléctrico. Con esto no solo habría reducción directa de la emisión de gases de efecto invernadero, también habría reducción de emisiones en las refinerías por la propia producción de los combustibles y por el transporte mismo de gasolina y Diesel. El beneficio por la introducción de automóviles eléctricos, de baterías recargables, es muy pequeño, porque son muchísimos automóviles que habría que sustituir, mismos que son excesivamente caros, casi 1 millón de pesos por unidad en los modelos normales, o de casi medio millón en autos más pequeños. Además, también es necesario descongestionar las calles, lo que no se lograría si todos los autos fuesen eléctricos.



Me pregunto si podríamos proponernos una reducción progresiva del impacto de gasolina y Diesel, a unos pocos años, primero con las medidas simples de aumento de pasajeros en autos individuales; después con aumentos de rendimiento de los autos, ambas medidas podrían ser obligatorias; también con un aumento sostenido de medios de transporte masivo: microbuses; autobuses; metrobuses; trenes ligeros; Metros; trenes inter-ciudades.

Entonces tendríamos que estar hablando de metas y de demandas sociales:

- ¿Cuántos km de líneas nuevas por año?
- ¿Cuántos viajes por bus?
- ¿Cuántos por Metro?
- ¿Cuántas toneladas adicionales de carga transportadas por FFCC?

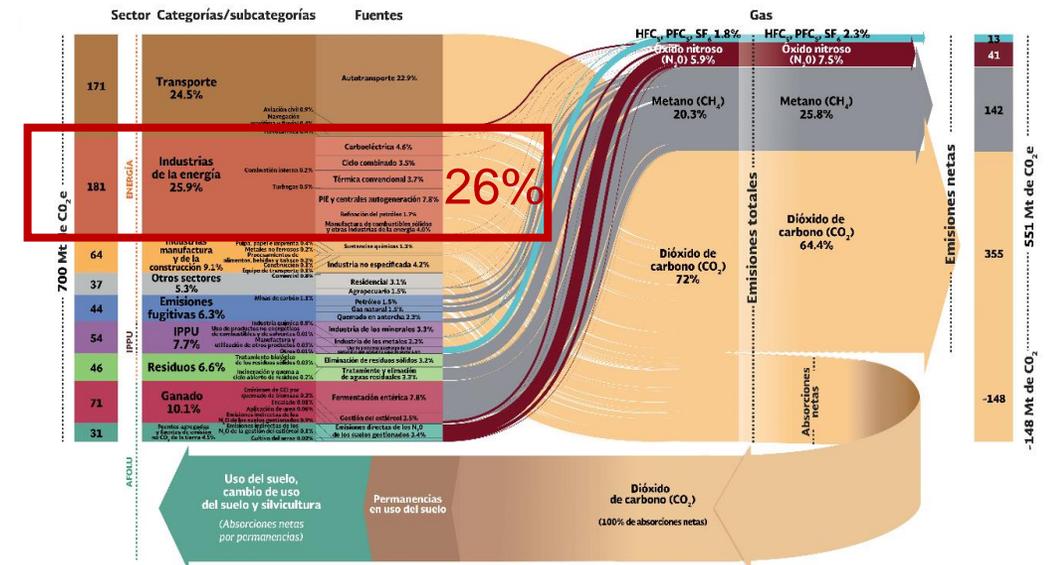
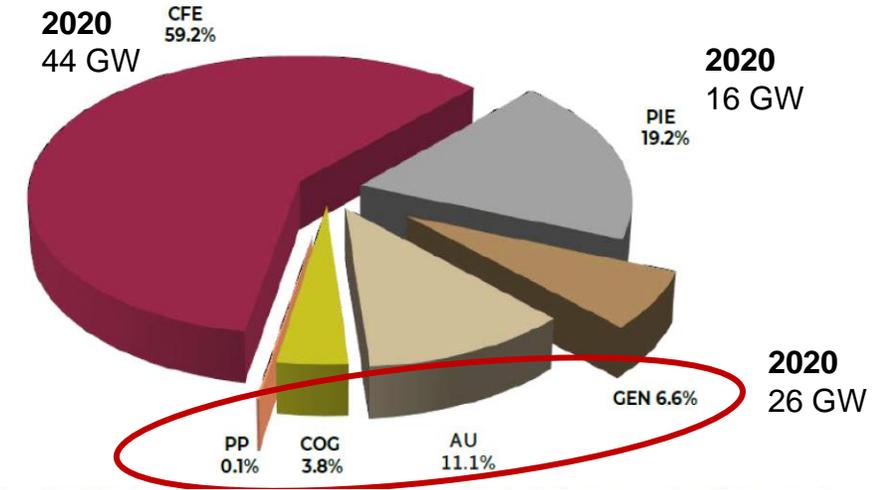
Seguramente que las propias métricas tendrán que ser desarrolladas y las metas adoptadas de manera colectiva. Hay mucha tela de donde cortar.

Y por último, propongo que entreguemos a la Ciudad de México un **Premio por Méritos Ambientales**, por la existencia del Metro, del Tren Ligero, de los Trolebuses, del Metrobús y del Cablebús. También a la ciudad de Monterrey por su Metro. Y por supuesto al estado de México y a las ciudades de Chihuahua y Juárez por sus Metrobuses. Esto para que recordemos todos que hay caminos abiertos, ya andados, y que se pueden ampliar aún más. Hagámoslo.

La generación de electricidad

El gran conjunto de generadores eléctricos de este país produce 180 millones de toneladas anuales de CO₂, el 25.9% del total, contribución ligeramente mayor que la del Transporte, según el Inventario Nacional ya mencionado. Y sin embargo también tenemos avances en la reducción de emisiones, ya que existen aportaciones sustanciales de fuentes limpias como la nuclear de la CFE, de 1.6 GW, con más de 30 años de existencia, que puede generar más de 11 TWh/año, que evita la emisión de hasta 10 millones de toneladas de CO₂/año; también la capacidad hidroeléctrica de la CFE, con 12 GW, de toda la historia de la electricidad en México, que puede generar más de 30 TWh/año; la solar y la de viento, de aparición más reciente, casi todo en manos de privados, cuyas aportaciones en generación y reducción de emisiones se detallan adelante. El punto de partida de México para la reducción de emisiones no es tan malo, pero hay que mejorar.

Capacidad efectiva instalada por tipo de permiso al 31 de diciembre de 2018 (70,053 MW 1)



La generación de electricidad

Sabemos que en renovables, la hidroeléctrica tiene ventajas por la capacidad de almacenamiento de energía, pero hay que recordar que ya estamos llegando al agotamiento de sitios, también que los impactos ambientales y social que los embalses producen, pesan cada vez más en la toma de decisiones de construir nuevas obras hidroeléctricas. Sin embargo en las otras dos energías renovables, la del sol y la del viento, apenas estamos empezando, y ello es independiente del sistema de propiedad: público o privado.



Más generación renovable

México cuenta actualmente con dos conjuntos de generadores renovables: el primero de generación de viento, con por lo menos 7,154 MW según lo reporta la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE), y otros 6,574 MW reportados por la Asociación Mexicana de Energía Solar (ASOLMEX), para un total de 13,728 MW. Esta capacidad puede generar, con un 25% de factor de planta, un mínimo de 30 TWh anualmente, lo que a la tasa de emisión promedio mexicana de 0.5 kg CO₂/MWh, resulta en una reducción de por lo menos 15 millones de toneladas anuales del gas de efecto invernadero.



Más generación renovable

Energías Renovables Intermitentes y Almacenamiento

Pero tenemos que hacernos cargo de la intermitencia, dado que estas instalaciones carecen de sistemas de respaldo y hay que decir lo obvio: los generadores solares solo generan **entre el amanecer y el anochecer**, un poco después y un poco antes, a menos que haya nubes, mientras que los de viento, solo producen mientras el viento sopla, y este es menos predecible que el sol. Durante las ausencias de uno y otro no hay generación y las variaciones, hay que compensarlas. Hay sin embargo una buena noticia, y es que los sistemas de almacenamiento con baterías del tamaño necesario para el servicio público, que ayuden atenuando las variaciones, y que hasta ahora habían sido tremendamente caros, ya muestran una disminución de costo de inversión y de energía generada para los próximos años, de tal nivel que los volvería dignos de ser considerados en la planeación y operación del Sistema Eléctrico Nacional.

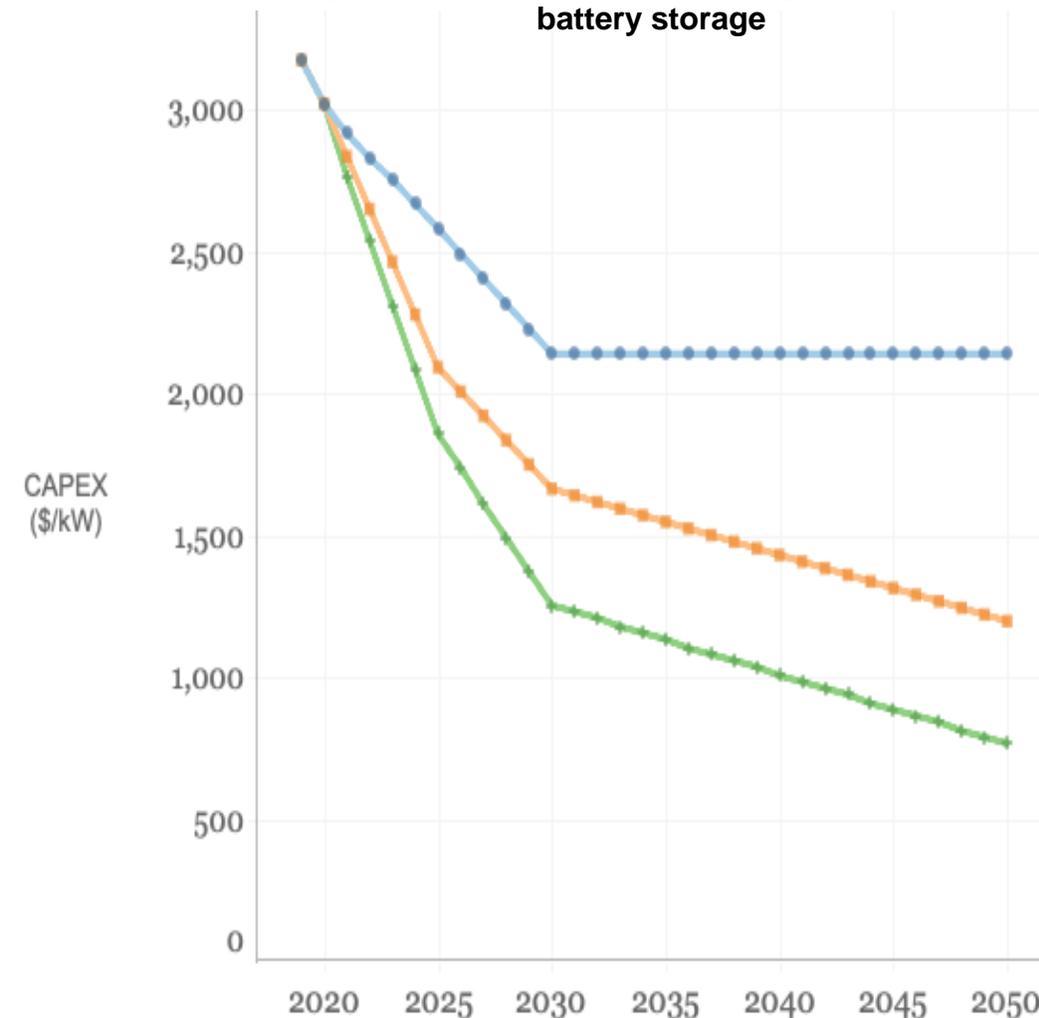


Más generación renovable

Almacenamiento

El informe del Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL) anuncia reducciones futuras en el costo de inversión de sistemas de baterías de 4 horas, los que asociados a, por ejemplo, una planta solar fotovoltaica de más de 100 MW, podrían aportar 200 MWh todos los días para absorber deficiencias de radiación solar. El punto clave en una solución técnica de este tipo, sería que ya tomado en cuenta el costo de inversión del sistema generador, más el almacenamiento de baterías, se puede lograr un costo de capital del orden de 2,000 US\$/kW y un costo total nivelado de la energía de solo 70 US\$/MWh. Esto significa que la planeación del sistema eléctrico nacional ya podría considerar en sus programas, plantas solares a costos pagables.

Capex reduction curve for a utility-scale 10-hour battery storage



Generación nuclear

Y también, algo habrá que hacer –esta vez en la sociedad- para que todos nos convenzamos de las bondades y la seguridad de la generación nuclear, que tendrá que ser la fuente del futuro para soportar la llamada carga base del sistema eléctrico. La sola existencia de Laguna Verde, con 1,600 MW de capacidad, que puede y debe generar con más de 80% de factor de planta, un mínimo de 11 TWh por año, nos evita la emisión de millones de toneladas de bióxido de carbono cada año.

En la figura de la derecha que muestra las gráficas de demanda y generación pronosticada y reales de Sistema Interconectado Nacional (SIN), se puede ver que el pronóstico de carga mínima a las 4h, fue de 29,429 MW, mientras que la realidad estuvo muy cerca, en 28,800 MW. Esa es la carga base de dicho sistema, misma que podría ser satisfecha con unos 5,000 MW de centrales de cogeneración y con unos 20,000 MW de nucleares –los que no tenemos por arrepentimientos de hace decenios.



Fuente: CENACE

Generación nuclear

Este asunto, el de la energía nuclear, tampoco es sencillo: dos grandes países, que a menudo sirven de referencia en estos tiempos, Alemania y Japón, tienen actualmente procesos de discusión acerca de la permanencia de sus centrales nucleares, y no es algo trivial. El terremoto Tohoku y el tsunami resultante, ocurridos el 11 de marzo de 2011, causaron una terrible devastación en el norte de Japón y afectaron la central nuclear de Fukushima en ese país, al grado de dañar los reactores de tres de sus cuatro unidades y provocar la fuga de materiales radioactivos, primero aerotransportados y después a través del agua de enfriamiento que se liberó al mar. Este evento causó justificado temor y alarma en todo el planeta, lo que llevó a decisiones de sacar de servicio centrales nucleares y a detener programas de construcción de otras.

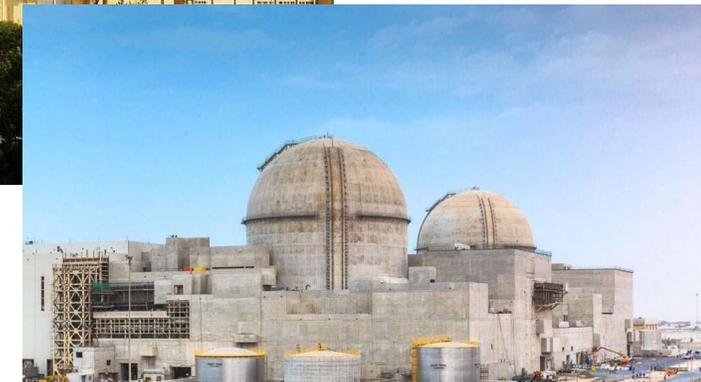
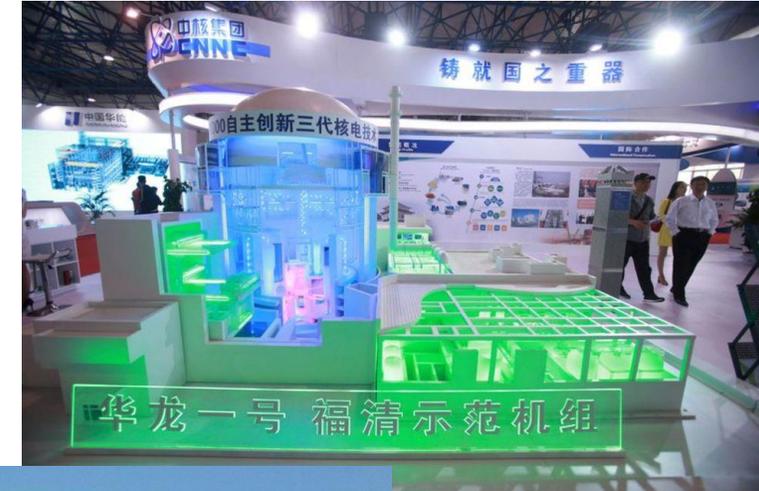
Los dos eventos de más afectación han sido el desastre de Chernobyl, en Ucrania, y el de Fukushima. El primero provino de deficiencias inauditas en el diseño y la operación de la central soviética; este otro de una insuficiente capacidad de predecir los efectos de fenómenos naturales.



Generación nuclear

No estamos solos en esta disyuntiva, de hecho se trata de una asunto de interés mundial; toda la humanidad está involucrada. Y se trata de decidir el destino de 443 reactores dedicados a la producción de electricidad en el mundo, con una capacidad combinada de 392,000 MW, además de otros 54 reactores en construcción, para una capacidad de 57,441 MW, todo con datos de 2019, cuando por cierto, las unidades en operación aportaron 2,586 TWh y lo hicieron con un respetable 75% de factor de planta.

Y entre otros temas debemos recordar que las emisiones evitadas por estas centrales, hacen una diferencia sustancial en el balance actual de CO₂ en la atmósfera global.



Generación nuclear

Y volviendo a nuestra realidad, la existencia en México de la planta nuclear de Laguna Verde con sus 1,600 MW evita la emisión de algo así como 10 millones de toneladas de bióxido de carbono, las que podrían ser 126 millones si se hubieran construido los 20,000 MW nucleares que México estuvo a punto de lograr en los años 80. Seríamos como Francia. La frialdad a la que me refiero líneas arriba se refiere a la seguridad de la generación nuclear cuando se compara con otras industrias y con otras actividades que exhiben niveles de inseguridad y de fatalidad en los que no reparamos. Y se trataría de que todas las actividades industriales o de transporte y de cualquier tipo, fueran muy seguras, tan seguras como la nucleoelectricidad. O más.

Y el piso está en que sin el crecimiento de esos dos grandes renglones de generación eléctrica, renovable la primera y nuclear la segunda, ambas sin emisiones, no podremos reducir la aportación de nuestra generación eléctrica al inventario mundial de CO₂.



El papel de la generación convencional

Más vale que dejemos de hablar mal de las termoeléctricas convencionales –como lo hacen algunos voceros empresariales- ya que son el respaldo de las renovables limpias. Sin aquellas no pueden existir estas. Ciertamente que el respaldo que actualmente dan las termoeléctricas convencionales de la CFE, no se reconoce, y no se paga, lo que habrá que resolver sin duda. La capacidad existente de termoeléctricas convencionales de la CFE, será **Caballito de Batalla** para la admisión de renovables intermitentes, y esta no es nada despreciable: 16,000 MW de termoeléctricas convencionales de carbón, combustóleo y gas, que son las de mayor costo variable y que por lo mismo son las últimas en ser despachadas y que tienen que ser las más flexibles para soportar los cambios producidos por la carga, que siempre es variable, más la generación renovable, que también cambia como ya se sabe. Esta generación termoeléctrica, cara y contaminante se debe adaptar a la condición de respaldo de las renovables; ya la tenemos y hay que usarlas para hacer posible la entrada de generación limpia.



El papel de la generación convencional

La CFE tiene otros 9,000 MW de centrales termoeléctricas, estas de ciclo combinado, con mejor eficiencia y menores costos que las del primer bloque, que operan con gas, que emiten menos bióxido de carbono.

Tiene también otros 16,000 MW de la misma tecnología, estos en manos privadas, los Productores Externos, al servicio exclusivo de la CFE. Unos y otros son centrales menos caras que las termoeléctricas convencionales, por lo que participan menos de la carga variable, pero que terminarán haciéndolo, conforme la capacidad de las renovables aumente más allá de los 13,728 MW mencionados arriba.



El soporte completo

Por último, hay funciones importantes de las centrales generadoras existentes en la CFE que tienen que afinarse y seguirse desempeñando para acercarnos al cumplimiento de metas de reducción de emisiones. En primer lugar –indudable- está la generación hidroeléctrica, cuyas unidades deberán ser cuidadosamente operadas, modernizadas y cuya capacidad de regulación rápida debe mantenerse. Esta capacidad de generación de unos 12,000 MW, que puede aportar alrededor de 30 TWh anuales, es insustituible para absorber las caídas repentinas de generación de unidades solares y de viento.

La energía almacenada en los embalses de las centrales hidroeléctricas debe ser usada preferentemente durante las horas de demanda máxima del sistema eléctrico nacional, para reducir la entrada de la generación más cara del parque de generación nacional, así que después de la respuesta rápida dada por las hidroeléctricas a las disminuciones de generación de las renovables variables, conviene que las termoeléctricas convencionales, tanto de vapor, en primera instancia, como ciclos combinados enseguida, ambas termoeléctricas cuya respuesta a cambios de carga es más lenta, se hagan cargo de cubrir el déficit causado por la pérdida de sol y de viento. Y esto debe suceder, día y noche.



Las fugas de Metano

Las llamadas Emisiones Fugitivas, que representan el 6.3% del total nacional y que provienen en 1.1% de minas de carbón que liberan metano; de la industria petrolera que aporta 1.5%; de la de gas natural, con otro 1.5%; y del vergonzoso y criticable quemado en antorcha, que aporta 2.3%, tendrían que ser eliminadas o drásticamente reducidas. Con los valores y las escalas globales, esto es lo que habría que hacer y exigir que se haga en todos los países.

Este tema tendrá que ser tomado en cuenta por la sociedad y por las autoridades, ya que es totalmente corregible y producto de una criminal falta de atención y, ciertamente que las cuentas –que podrían ser alegres- de las bajas emisiones de las tecnologías de generación de eficiencia alta en plantas de ciclo combinado, de menos de 400 g CO₂/MWh, tienen que ser revisadas a la luz de este asunto, el de las fugas de gasoductos, del transporte de gas natural licuado y en general operación de los sistemas asociados. Su efecto en la generación de calentamiento global, 24 veces más potente que el CO₂, lo amerita, de hecho lo hace urgente.



Residuos sólidos municipales

Los residuos municipales y los rellenos sanitarios son un problema mundial, dado que son enormes fuentes de emisión de bióxido de carbono y de metano, además de que contaminan suelos y mantos acuíferos. Este gas, que como se sabe es mucho más dañino que el CO₂, en cuestión de calentamiento global, puede aprovecharse para generar energía eléctrica, y no es que sea deseable construir tales rellenos, sino que si ya existen conviene dotarlos de red de tuberías de recolección de metano para aprovechar su poder calorífico y convertir ese gas en bióxido de carbono. Desgraciadamente para nuestro país, hay solo dos ciudades con generación eléctrica en sus rellenos sanitarios: una, la pionera, es Monterrey, con una capacidad de 16 MW; la otra está en ciudad Juárez, tiene una capacidad de 6 MW y es alimentada por residuos sólidos de esa ciudad, además de Chihuahua y de Casas Grandes.



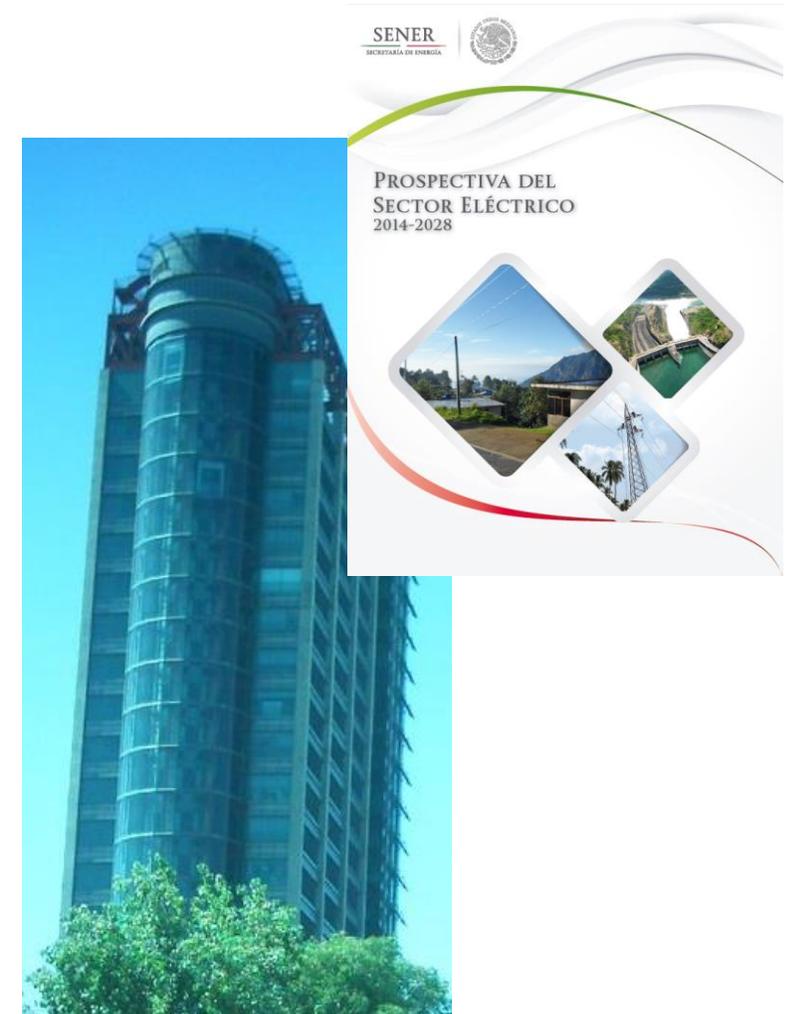
Mejor reciclar

En el tema de los residuos, hay tecnología y avances en materia de reducción y reciclamiento de los mismos, lo que se aprovecha en muchas ciudades del planeta. En la ciudad de México, se practica la recolección de materiales para su reciclaje, lo que aparentemente es una práctica al margen del control de la autoridad y que seguramente se podría optimizar. La solución más racional y completa para la basura que no se recicle, es la construcción de plantas generadoras de electricidad que aprovechan el poder calorífico de una buena parte de los residuos sólidos municipales. Las calderas que finalmente quemen esa basura, se deben equipar con los mejores sistemas disponibles en el mercado para limpieza de gases de combustión, como existe ya en múltiples ciudades del planeta.



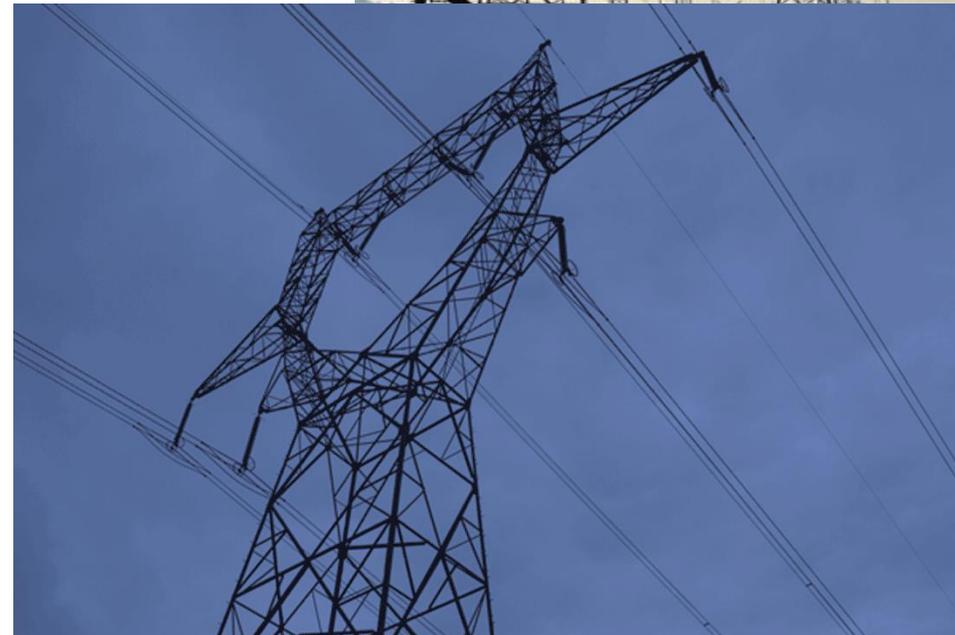
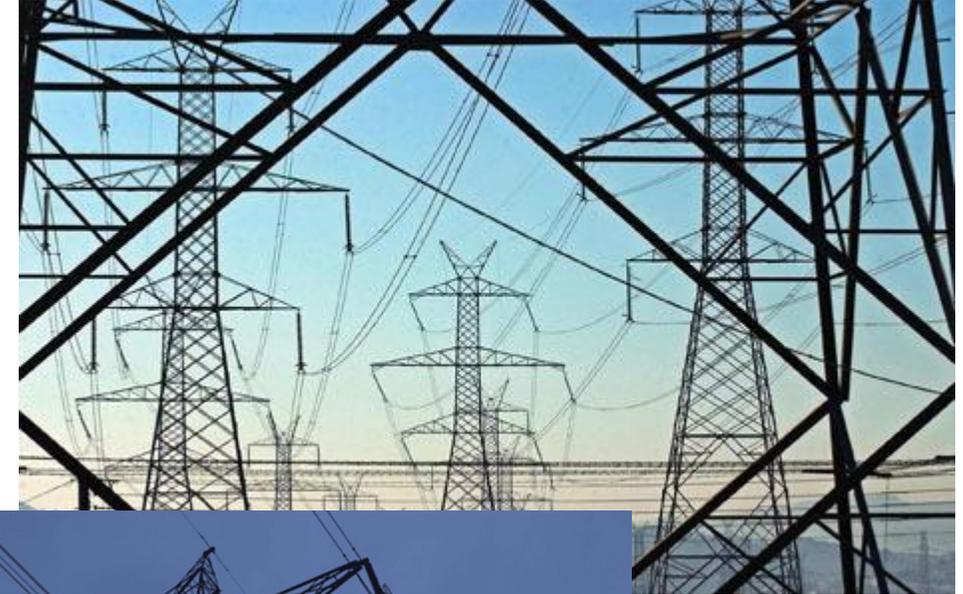
Recuperar la planeación

Los sistemas de planeación de los que la reforma de Peña Nieto nos despojó, tendrán que ser recuperados como algo integral: todas las energías en una visión de interés nacional, para encontrar los balances, los ritmos de construcción de nuevas centrales sin emisiones, tanto nucleares como como de sol y viento para aprovechar su característica de cero emisiones, también otras de bajas emisiones como las cogeneraciones, que se pueden aprovechar para la carga base, además de que seguramente tendremos que seguir recurriendo a las centrales de ciclo combinado alimentadas con gas, como mejor tecnología de generación –en el momento presente- por su eficiencia y bajo costo, pero considerándola como de transición, algo que debe terminar, o minimizarse, en cuanto deje de ser necesaria por el aumento de participación de la generación eléctrica sin emisiones, o de muy bajas emisiones.



Recuperar la planeación

Y por supuesto que se tendrán que diseñar los sistemas de transmisión que hagan posible la correcta interacción entre nucleares y cogeneraciones en la carga base, con solares, eólicas, hidroeléctricas, termoeléctricas de ciclo combinado, y algunas termoeléctricas convencionales, ambas adaptadas para la generación variable que resulte de la admisión de renovables a los sistemas. Las termoeléctricas convencionales son de carbón, las menos, otras muchas de gas, un mínimo de combustóleo –que deberá ya haberse convertido a *coke* de petróleo- y muy, muy poco de Diesel.



Derechos de los consumidores

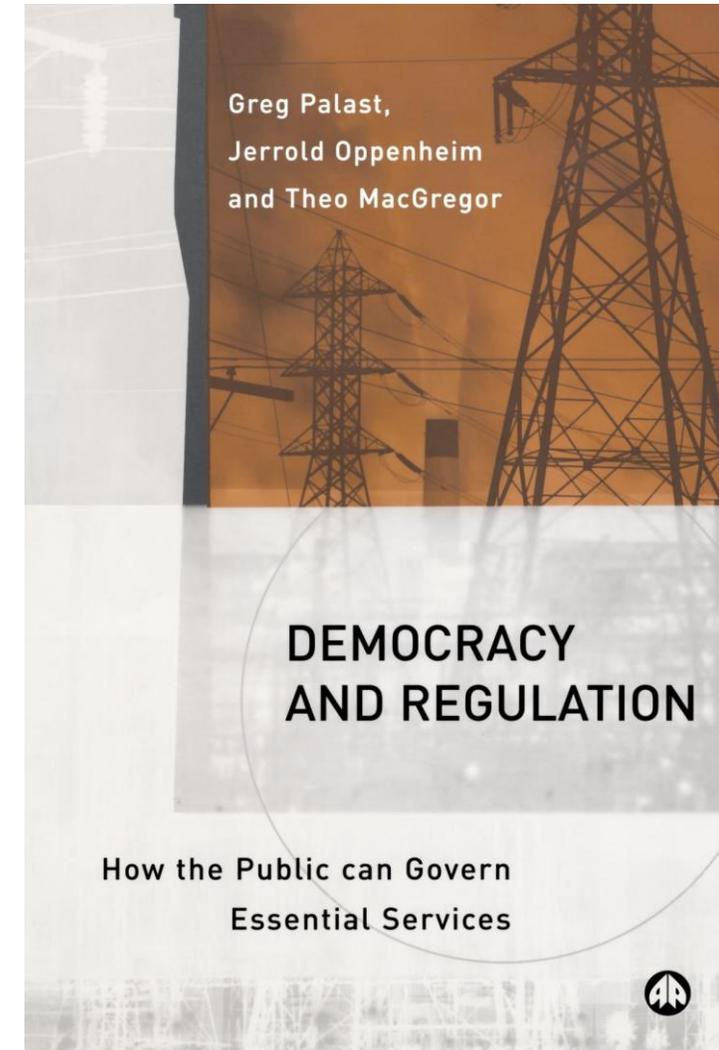
Algo que no debiera estar en el último lugar: que nuestro conjunto de leyes tendría que contemplar lo que la Comisión Nacional de los Derechos Humanos identifica como Derechos Económicos, Sociales, Culturales y Ambientales (DESCA), que en su propia definición son: ***aquellos derechos que se relacionan con la satisfacción de necesidades básicas de las personas... entre ellos: los derechos a un nivel de vida adecuado, a la alimentación, a la salud, al agua, al saneamiento... a una vivienda adecuada... así como al medio ambiente sano*** y entonces debiéramos incluir:

el derecho de todos los habitantes del país al acceso a un sistema de servicio público de electricidad, con el menor costo posible, la mejor calidad y el menor impacto al medio ambiente que la tecnología disponible provea.



Derechos de los consumidores

También tenemos que ocuparnos de la posibilidad de interlocución de los consumidores con las autoridades y con las empresas involucradas en el servicio, algo que por naturaleza propia es de carácter público. Palast, Oppenheim y McGregor, un trío de autores norteamericanos del libro *Democracy and Regulation*, sostienen que los precios bajos de la electricidad en Estados Unidos existen por el poder que los consumidores tienen, agrupados en asociaciones de usuarios –los domésticos- y por sí solos los consumidores grandes, a quienes además se les escucha en tribunales, que en última instancia obligan a las empresas eléctricas a moderar sus precios.



Derechos de los consumidores

En México necesitamos que los usuarios, principalmente los domésticos, se agrupen, se informen, defiendan su interés, dejen de estar a merced de alguien más, pero además que sean ellos quienes encabecen la transición desde el lado del consumo, desde sus 45 millones de puntos finales de la red eléctrica.

De igual forma, la presencia de los trabajadores electricistas, tanto de las empresas públicas como de las privadas, es necesaria en el espacio público; sus opiniones tienen que estar presentes. Ellos son interlocutores naturales, a condición de que se organicen de manera democrática; además son consumidores también.



A manera de conclusión

Saquemos ya la cabeza del hoyo de avestruz en la que acostumbramos meterla; saquemos también la calculadora. Decidamos el inicio de nuestra transición a un sistema de energía limpio, como lo exige la realidad global. Hagámoslo de manera democrática, soberana, con el menor costo posible, con las mejores tecnologías disponibles, con la participación de ciudadanos informados y responsables, con un derecho reconocido al mejor de los servicios de electricidad y de energía. Y hagamos sentir nuestra presencia y nuestra opinión en el espacio político mundial en el que hay que exigir –desde nuestra posición nacional modesta- que todos los países se muevan ya a un mundo limpio de emisiones, en el que las tendencias a la catástrofe se reviertan.

Hagamos de **Greta Thunberg**, con su audacia y frescura, con sus amigos jóvenes, nuestros ejemplos y nuestros aliados.





Gracias