

## Reducción en las emisiones de carbono por la implementación de una red eléctrica inteligente

Por

Steven Keeping, Technology Writer, NOJA Power

### RESUMEN

*Una red eléctrica inteligente – una red de distribución y transmisión de electricidad computarizada que incorpora monitoreo, reconfiguración y realimentación en tiempo real – promete revolucionar la entrega de energía a bajos costos, minimizando la frecuencia y duración de apagones, y simplificando la interfaz de fuentes de energía renovables en el sistema.*

*La construcción de una red eléctrica inteligente demanda una estrategia sistemática y su inversión depende del equipamiento, personal y entrenamiento para cambiar las prácticas de operación de las décadas antiguas del sector de distribución eléctrica. Debido a un énfasis en la seguridad y confiabilidad, el cambio en la distribución eléctrica es típicamente bajo y otros sectores han sido más rápidos para incluir computadores y tecnologías de la información (IT).*

*No obstante, la presión de los clientes reaccionando al incremento de precios y la influencia medioambiental opuesta a sumar más capacidad de generación basada en combustibles fósiles ha llevado a la implementación de la red eléctrica inteligente hacia al frente.*

*La Distribución Automatizada (DA) – sensores inteligentes, procesadores y tecnologías de comunicación que permiten una utilidad eléctrica para monitorear y coordinar remotamente su equipamiento de distribución, y operar este equipamiento en una manera óptima con o sin intervención manual – es un incitador fundamental para la red eléctrica inteligente. La inversión en DA, por ejemplo, el estado actual del arte en reconectores de circuito automático, permitirá a la empresas de servicio obtener el potencial completo de una red eléctrica inteligente.*

*Las redes eléctricas inteligentes prometen también ayudar a las empresas de servicio en continentes como Europa y Australia – donde esquemas de comercialización y precios del carbono son ahora regulados por ley – la oportunidad de descender significativamente la carga legal del carbono. Esto podría ser logrado por hacer mejor uso de la capacidad de generación existente y las fuentes de energía renovables intermitentes enfrentarían altamente la demanda variable – más que construir más estaciones de energía para cubrir los picos y la energía malgastada en horas de más baja demanda. Más aún (indirecto) ahorros en las emisiones de carbono serían posibles, debido a una red eléctrica inteligente que proporciona un catalizador para la absorción de electricidad – y conexión de vehículos eléctricos híbridos.*

### PARTE 1: ¿QUÉ ES UNA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE?

#### Orígenes

La red eléctrica de transmisión y distribución eléctrica – la red que lleva electricidad desde la planta generadora a los clientes, incluyendo cables, subestaciones, transformadores, interruptores y más – típicamente se compone de esta infraestructura que ha estado en este lugar por décadas.

Tal infraestructura puede ser adjudicada al inventor Serbio-Americano del diseño de la red eléctrica de energía de corriente alterna Nikola Tesla publicada en 1888. La AC resultó triunfante en contra de la corriente continua (DC), promovida por Tomás Edison, debido a que en esta era más fácil incrementar el voltaje - con simples transformadores y de bajo costo respectivamente - para mitigar las pérdidas de línea a través de las largas distancias de transmisión, y entonces disminuir el voltaje otra vez para la distribución local, que con la DC. (Sin embargo, mencionar que el alto voltaje DC es usado hoy en día para proporcionar conexiones a la red eléctrica de transmisión sobre largas distancias y cruzar los límites de conexiones de la línea de transmisión entre los suministros de diferentes frecuencias.)

Las primeras redes eléctricas de distribución fueron construidas como sistemas centralizados, unidireccionales, controlados de acuerdo a la demanda. Como las redes de electricidad local se propagaron, hubo sentido de conectarlas en conjunto para mejorar la confiabilidad del suministro.

Además el desarrollo de las redes eléctricas está caracterizado por las grandes estaciones de energía clasificadas en gigawatt típicamente localizadas a las afueras de los centros de población - con el propósito de estar cerca de grandes sitios de agua para hacer funcionar las turbinas de las estaciones hidroeléctricas de energía y enfriar los reactores de las instalaciones nucleares, y limitar la proporción de exponer a la población a la contaminación por la generación de termoeléctricas a carbón - adjuntas al alta tensión y a las largas distancias de las líneas de transmisión. La electricidad de la transmisión de alta tensión y líneas de subtransmisión es reducida a media tensión en las subestaciones situadas cerca de los clientes para distribución y distribución secundaria mediante infraestructura local (ver figura 1).



Figura 1: Las redes de electricidad convencional usan generación de energía centralizada y remota.

Los clientes se han encargado de ponerse de acuerdo a usar en sus registros los llamados medidores inteligentes puestos en sus propios domicilios. Los medidores inteligentes registran el uso de la energía cada media hora, permitiendo a las entidades que consten en la cadena del suministro de

electricidad inicializar planes de carga flexibles que se tomen en cuenta si la electricidad sea consumida en horas de demanda en punta o periodos de menos demanda.

El incremento en demanda es enfrentado usando capacidad extra del sistema o añadiendo más, y frecuentemente más grandes estaciones de energía a la red eléctrica. Desafortunadamente, las enormes turbinas usadas para generar la mayoría de la energía no pueden ser fácilmente detenidas e iniciadas para enfrentar la variable de alta demanda debido aún a los infrecuentes grandes incrementos respectivamente (por ejemplo, en los días de calor cuando los clientes encienden su aire acondicionado). El problema es empeorado, debido a que como aún no hay medios que efectivamente guarden grandes cantidades de electricidad durante periodos de menor demanda para enfrentar más tarde la alta demanda. Los altos costos asociados con tal generación ineficiente son traspasados al cliente.

Las redes eléctricas actuales en países desarrollados son masivas. La red de electricidad del siglo pasado de Los Estados Unidos, por ejemplo, se decía ser la más grande máquina interconectada de la Tierra. Esta red eléctrica se compone de más de 9,200 unidades generadoras de electricidad con más de 1,000 gigawatts de capacidad de generación conectada a más de 480,000 kilómetros de líneas de transmisión<sup>[1]</sup>.

Mientras otras industrias han estado rápidamente acogiendo las comunicaciones bidireccionales y el poder la computación moderna para mejorar la productividad, eficiencia y más bajos costos, la distribución de la electricidad ha estado más lenta de hacer eso, porque el foco de la industria está en la seguridad y confiabilidad. Además, el sector es comúnmente muy regulado y el mayor énfasis ha sido localizado en mantener los costos bajos - que es escasamente una fórmula para la innovación e inversión en tecnología (ver figura 2).

### UN PORCENTAJE DE INGRESOS DE R&D

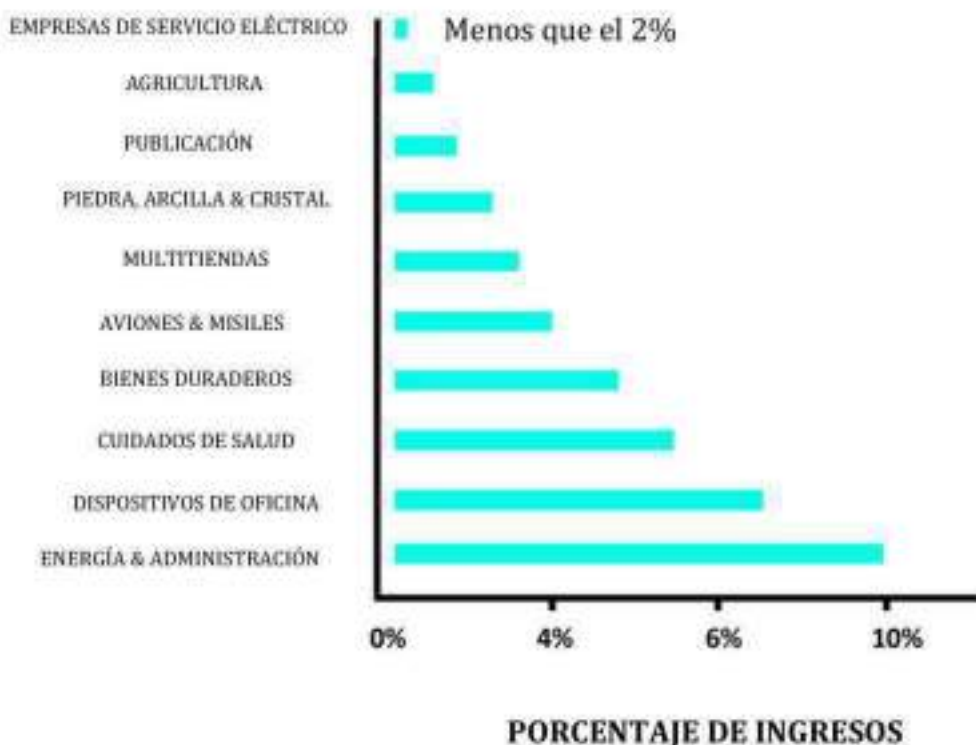


Figura 2: La inversión de un porcentaje de los ingresos de R&D en industrias seleccionadas. (Fuente: Departamento de Energía de Los Estados Unidos.)

Las empresas de servicio continúan enviando trabajadores a las afueras de la red eléctrica para recolectar información de los medidores, para confirmar la integridad del equipamiento y revisar el rendimiento localizado por la medición de voltaje. La mayoría de los dispositivos de las empresas de servicio utilizan la entrega de electricidad no automatizada y no computarizada. Si Tesla y Edison estuvieran vivos hoy día, ellos no comenzarían a reconocer los elementos de las telecomunicaciones modernas (incluso aunque el primer teléfono práctico fue inventado durante sus vidas), pero estarían muy familiarizados con la red eléctrica (aunque quizás no con alguna de la sobresaliente tecnología).

Sin embargo, más recientemente, los clientes han reaccionado negativamente al alza de precios, incrementos de los costos de energía bruta, desregulación y presión del grupo medioambiental de limitar la construcción de nuevas estaciones de energía ha alentado a las empresas de servicio a explorar los beneficios de la “Distribución Automatizada” (DA) con el propósito de mejorar el rendimiento de la red eléctrica.

En concordancia con la industria la analista Pike Research<sup>[2]</sup>, “[DA] se compone de una familia de tecnologías, incluyendo controles, interruptores, condensadores, reguladores, comunicaciones y software de administración asociada, aplicado en la proporción de distribución de la red de energía, incluyendo alimentadores de distribución. El término comúnmente incluye [tecnologías de automatización dentro de las subestaciones]”.

S. Massoud Amin y Bruce F. Wollenberg han sido acreditados con popularizar el término “red eléctrica inteligente” en un artículo titulado “*Hacia una Red Eléctrica Inteligente*” publicado en la revista de la IEEE P&E en el 2005<sup>[3]</sup>, pero existe una evidencia anecdótica del término que está siendo usado – particularmente por los fabricantes de medidores eléctricos – desde 1998. El término ha sido ahora universalmente adoptado e incluido en la DA además de otras tecnologías de computación y comunicación.

## Definición

La Oficina de Distribución de Electricidad y Confiabilidad de Energía (OE) en Los Estados Unidos define como una red eléctrica inteligente a “una red de servicio eléctrico computarizada”. La OE dice que esta computarización quiere decir lo adecuado para cada dispositivo (por ejemplo medidores de energía, sensores de voltaje y detectores de falla) en la red con sensores para recolectar la información, añadiendo además comunicación digital bidireccional entre los dispositivos de campo y la utilidad de la red del centro de operaciones.

La OE también menciona “una característica clave de la red eléctrica inteligente es la tecnología de automatización que permite la utilidad de ajustar y controlar cada dispositivo individual o millones de dispositivos desde una locación central”.

Una definición similar para una red eléctrica inteligente viene del Estatuto de Independencia de Energía y Seguridad de los Estados Unidos del 2007. El Estatuto describe a la red eléctrica inteligente como “una modernización del sistema de distribución de electricidad de modo que este visualice, proteja, y automáticamente optimice la operación de sus elementos interconectados – desde el generador central y distribuido a través de la red de transmisión de alta tensión y el sistema de distribución, para usuarios industriales de sistemas de automatización de edificios, para instalaciones de almacenamiento de energía, y para los clientes finales y sus termostatos, vehículos eléctricos (EV), electrodomésticos, y otros dispositivos domiciliarios”.

El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de Los Estados Unidos (NIST) describe a la red eléctrica inteligente como “una red eléctrica modernizada que permite el flujo bidireccional de

energía y utiliza comunicación de dos vías y controla las capacidades que conducen a una variedad de nuevas funcionalidades y aplicaciones”. NIST añade que a diferencia a la red eléctrica de hoy, que primeramente entrega electricidad en un solo flujo de dirección desde el generador a la carga, la Red Eléctrica Inteligente permitirá el flujo de ambas dos vías de electricidad e información.

En acuerdo con el Instituto de Investigación de Energía Eléctrica con sede en Los Estados Unidos (EPRI)<sup>[4]</sup>, una red eléctrica inteligente “[representa] la migración de la actual red eléctrica con su flujo de energía de una sola vía desde la central de generación a las dispersas cargas, hacia una nueva red eléctrica con flujos de energía de dos vías, interacciones de clientes punto a punto y de dos vías, generación distribuida, inteligencia distribuida, comando y control”.

En el Reino Unido, El Departamento de Energía y Cambio Climático menciona que “progresivamente con una red eléctrica inteligente, los operadores consiguen información más detallada acerca del suministro y demanda, mejorando sus habilidades de administrar el sistema y a cambios de demanda en horarios fuera de punta. Los clientes son provistos de más información acerca, del control sobre, su uso de la electricidad, ayudando a reducir la demanda global y provisión de una herramienta para los clientes de reducir el costo y las emisiones de carbono. Las redes eléctricas inteligentes ofrecen la propuesta de entregar electricidad con una futura disminución del carbono, más eficientemente y más confiablemente e inteligentemente, entregando las acciones de todos los participantes en el sistema”<sup>[5]</sup>.

Y en Australia, “La red eléctrica inteligente Ciudad Inteligente”, una iniciativa en conjunto entre Energía Australia, Ausgrid y el Gobierno de Australia hicieron eco de la definición del EPRI, describiendo una red eléctrica inteligente como “una nueva y más inteligente forma de suministrar electricidad. Esto combina innovaciones en comunicaciones digitales, sensado y medición con la red de electricidad para crear una red eléctrica de dos vías más interactiva. Los sensores inteligentes y los dispositivos instalados en la red de distribución de electricidad ayudarán a lograr menos y más breves apagones. En lo domiciliario, la nueva generación de medidores inteligentes hasta proporcionan información al minuto acerca de la electricidad para ayudar [clientes] a monitorear y controlar [sus] costos de energía”.

## Construcción

Para hacer estas visiones de las redes eléctricas inteligentes una realidad se requiere la introducción de tecnología digital computarizada, control automatizado y sistemas autónomos para la distribución de electricidad. Tal inversión proporcionaría la base para una red eléctrica que es más confiable que la de infraestructura convencional, ofreciendo menos y más breves apagones, energía ‘más limpia’ y propiedades de ‘auto-restauración’.

La generación de energía para una red eléctrica inteligente constará de una mixtura similar a la que es usado en las redes eléctricas convencionales; por ejemplo, plantas accionadas a carbón, agua y gas, con una contribución de instalaciones de energía renovable de viento, olas, geotérmicas y solar. Estas instalaciones pueden ser apropiadas por una utilidad verticalmente integrada o, cada vez más, separar las compañías de generación (o subsidiarios) en menores mercados regulados. Las fuentes de energías renovables pueden también ser apropiadas para los clientes grandes quienes pondrán un exceso de energía dentro de la red eléctrica, pero mientras las fuentes de electricidad permanezcan iguales, el flujo de información bidireccional incorporado a la red eléctrica inteligente permitirá a la planta de generación ser utilizada de una manera mucho más eficiente.

La red eléctrica inteligente utilizará la misma alta tensión (Esto es por encima de los 100 kilovoltios) de las líneas de transmisión usado por la transmisión actual de larga distancia y alta capacidad. Las subestaciones entonces convertirán la alta tensión en media tensión (usualmente 34.5 kilovoltios o menor, frecuentemente 11 a 16 kilovoltios) para distribución y distribución secundaria.

Los transformadores de distribución y/ó subestaciones secundarias – localizadas en postes, construcciones pequeñas o bóvedas subterráneas – convertirán el voltaje del alimentador de distribución al voltaje de servicio (por ejemplo, 110/220 voltios en Norte América, 220/480 voltios en Europa y 230 voltios en Australia).

Las líneas de distribución en una red eléctrica inteligente también estarán equipadas con dispositivos de DA. Tales unidades serán esenciales para proteger la integridad de la red eléctrica, aislación de líneas defectuosas, redireccionamiento de energía a vecindarios afectados por fallas en la línea (por flujo de potencia inversa si es necesario) y el intercambio a recursos renovables (cuando éstas están habilitadas de proporcionar energía) para cubrir las demandas puntas.

La red eléctrica inteligente suministrará a los clientes comerciales e industriales que puedan consumir la energía entregada en los más altos niveles de voltaje de subtransmisión (si estos son usuarios de alta potencia) o del alimentador de distribución.

Los clientes residenciales serán capaces de tomar ventaja de la medición inteligente que ofrecerá más grandes alternativas y control sobre el uso de la electricidad. Tales medidores proporcionarán a los clientes con precisión en tiempo real la información sobre el uso de su electricidad, y harán esto posible para que las compañías suministradoras de energía ofrezcan a sus clientes variaciones en las tarifas a través del día en que enfrentan la demanda del sistema de potencia.

Los clientes también podrán comprar electrodomésticos ‘inteligentes’ que puedan determinar de manera autónoma cuando operar, basado en el costo de energía en una hora particular. Además, los clientes serán capaces de operar como microgeneradores, realimentado de energía a la red eléctrica por medio de las líneas de distribución bidireccionales. La *Figura 3* muestra cómo podría lucir un hogar inteligente del futuro.



Figura 3: Los hogares inteligentes del futuro tomarán ventaja de la TI para la administración del uso de la electricidad.

## Control

La implementación de una red eléctrica inteligente requerirá un extensivo uso de la subestación y del alimentador, la DA permite un control más preciso y rápido que es común para los sistemas actuales.

Neil Higgins, un ingeniero Senior en Sistemas de Desarrollo con Energex, una compañía de distribución de electricidad propia del gobierno en Queensland, Australia, explica que los dispositivos de DA tales como reconectores y seccionadores serán elementos claves en una red eléctrica inteligente.

Estos dispositivos actuarán como conmutadores e interruptores, pudiendo redireccionar la energía - en el evento de Protección de Falla, Aislación y Restauración (FPIR) de sucesos o la interfaz de fuentes locales de energías renovables para suministrar carga base en horas de demanda en punta - demandada por una red eléctrica inteligente para dar mantenimiento de alta disponibilidad.

Los reconectores operan en casos de fallas, por ejemplo, cuando una falla de fase-fase o fase-tierra incrementa la corriente en el alimentador por encima de los niveles normales (ver figura 4). El reconector puede también ser accionado por una falla resultante de una corriente más baja que los niveles normales, como, por ejemplo, en el caso de una falla de un conductor que esté tocando una superficie de alta resistencia como el concreto. Un seccionador opera en conjunto con un reconector aguas arriba (que aísla el suministro antes de que el seccionador abra) debido a que este está inhabilitado para conmutar mientras el alimentador está llevando la corriente de sobrecarga asociada con la falla.



*Figura 4: Los reconectores serán bloques de construcción esenciales para las redes eléctricas inteligentes (Fuente: NOJA Power.)*

Neil Higgins de Energex dice que el IEC 61850 – un estándar internacional que define un protocolo interoperable para la automatización de la subestación, diseñado para promover la alta interoperabilidad entre sistemas de diferentes vendedores – tiene aptitudes que hacen potencialmente esto adecuado para mejorar las deficiencias en la comunicación.

Proporcionando que este soporte sea válido, los reconectores y otros dispositivos que son capaces de comunicarse vía alta velocidad Ethernet en una Red de Área Local (LANs) usando un protocolo definido IEC 61850 podrían coordinar su operación con las subestaciones y otras unidades. Tales unidades ‘inteligentes’ son llamados Dispositivos Electrónicos Inteligentes (IED).

La comunicación entre subestaciones, seccionadores y reconectores permitirán un control detallado más fino de los alimentadores, ya que la operación del IED podría ser más coordinada y que sólo esté dependiendo de los ajustes de tiempos cuando el equipo esté instalado – que desde una perspectiva práctica de redes eléctricas actuales que tienen que incluir amplias tolerancias respectivamente.

Más aún, la operación coordinada relacionada con la supervisión por software y algoritmos a medida, permitiría a la red eléctrica inteligente detectar una falla, aislar una sección pequeña del alimentador, avisar la localización exacta de la falla al equipo de mantenimiento, determinar los requerimientos de capacidad y redireccionar la suficiente potencia a tantos clientes como sea posible. Todo esto sería hecho sin requerir la intervención de operadores humanos.

## Beneficios

Una red eléctrica inteligente promete eficiencia mejorada que reduce la demanda total de energía por limitar las pérdidas en la línea y alentar a los clientes a reducir su consumo – especialmente en períodos predecibles de demandas en punta – por precios flexibles y otros incentivos tarifarios. Relacionado a este beneficio clave es la contribución positiva que una red eléctrica inteligente hace a un medio ambiente mejorado. Las pérdidas de línea reducida, consumo disminuido, y un mayor uso eficiente de combustibles fósiles – y fuentes de energía renovables se combinan para reducir la generación de emisiones de carbono y otros contaminantes.

La clave para realizar estos beneficios eficientes y medioambientales es capacitar a los clientes a balancear su consumo de energía con el suministro de energía en tiempo real. El precio variable proporcionará el incentivo a los clientes de actualizar su propio medidor para soportar a la red eléctrica inteligente.

Otro beneficio de una red eléctrica inteligente es el monitoreo continuo que permite a los sistemas automatizados u operadores detectar y actuar sobre situaciones peligrosas o incumplimientos de seguridad que amenacen la confiabilidad y seguridad de operación de la red. Además, la ciber seguridad y protección de privacidad para clientes es mejorada significativamente.

Finalmente, la incorporación de la inteligencia de una red eléctrica inteligente permite la rápida intervención automática en el caso de fallas, limitando la duración de apagones y bajando las penalidades por obligaciones a las empresas de servicio bajo la “disponibilidad de servicio” en acuerdo con los reguladores.

La *Figura 6* muestra un esquema de una típica red eléctrica inteligente; notar como el flujo de energía de la red eléctrica mostrado en la *figura 1es* reemplazado con un flujo bidireccional.





*Figure 6: Una red eléctrica inteligente permite una respuesta rápida para apagones y diversificación de generación de energía.*

## Implementaciones

La red eléctrica de transmisión y distribución en países desarrollados y en desarrollo está todavía basada fundamentalmente en una infraestructura planificada e instalada sobre varias décadas, pero las empresas de servicio en países tales como Australia, China, Los Estados Unidos y otras partes del mundo están incrementando la inversión de IEDs y otras DA con el propósito de hacer la red eléctrica inteligente.

En Australia los gobiernos de estado individual han por varios años perseguido activamente los programas de medidores inteligentes. Más específicamente, Victoria bajo mandato en Noviembre del 2008 dictaminó que los medidores inteligentes sean instalados en todos los hogares y negocios pequeños. El proyecto, que apunta a proyectar 2.5 millones de medidores inteligentes para el 2013, proporcionará a las empresas de servicio y clientes información de medidas cada 30 minutos y eventualmente comandará al precio dinámico de electricidad basado en la hora de uso. WA y NSW también han lanzado proyectos pilotos más pequeños.

En Junio del 2010, El Gobierno Federal Australiano firmó un contrato de AU\$100 millones para instalar 50,000 medidores inteligentes en cinco sitios en NSW para el 2013. Adicionalmente, unas 15,000 viviendas en el estado serán provistas con información acerca de su uso de energía y agua y emisiones de dióxido de carbono. El proyecto también extenderá su alcance más allá de tan sólo los medidores inteligentes para incluir pruebas de energía renovable, estaciones de carga inteligentes y almacenamiento de baterías en la zona central de negocios de Sidney.

Una situación similar existe en el Reino Unido donde los abastecedores de energía requerirán instalar 53 millones de medidores inteligentes de gas y electricidad para 30 millones de hogares y negocios pequeños entre el 2014 y el 2019 con un costo de £11.5 billones (AU\$17.9 billones).

Neil Higgins de Energex explica que Australia usa tradicionalmente una topología radial para su distribución y una red eléctrica de distribución secundaria. Los alimentadores se dispersan en una topología de ramas desde las subestaciones alimentadas por la transmisión de la red eléctrica de alta

tensión hasta alcanzar al cliente dentro de los 400 metros siendo antes reducidos los principales voltajes domésticos o comerciales.

Esta topología tradicional no es la adecuada para la implementación de la red eléctrica inteligente debido a que, en el evento de una falla en la línea o baja capacidad, esto dificulta el re-direccionamiento de energía desde fuentes alternativas.

Higgins dice que su compañía está implementando una nueva topología de red (o “panal”) para resolver los problemas del sistema tradicional de distribución. Las ramas finales desde una subestación son conectadas a otras distintas de modo que una fuente alternativa de suministro pueda ser fácilmente conectada.

Además, mientras la media tensión llevada por las líneas de distribución es normalmente la misma que atraviesa la red, el voltaje es ligeramente reducido hacia el final de las ramas. Los transformadores que reducen la media tensión a voltajes comerciales y domésticos son manualmente ajustados para tener en cuenta el voltaje de suministro más bajo. Otra vez, encendiendo un suministro alternativo se puede exponer a los transformadores a un más alto voltaje que el de que las unidades fueron ajustadas. Las limitaciones del legado de infraestructura necesitan ser reconocidas y el reemplazo de costos incorporados dentro de los costos estimados para las implementaciones de la red eléctrica inteligente.

Por su parte, China se está embarcando en un enorme programa de red eléctrica inteligente. De acuerdo los consultores McKinsey & Compañía, mucha de la inversión en la red eléctrica inteligente es traída por compromiso de los líderes del país para reducir la “intensidad de carbono” de su GDP de 40 a 45 por ciento para el 2020 relacionado con el 2005 e incrementar el uso de energía renovable.

Además, la red eléctrica inteligente de China soportará una introducción rápida de EVs en áreas urbanas. Los cinco millones de EVs estimados que estarán en carreteras chinas para el 2020 se sumarán significativamente a la carga de la red de electricidad y esta necesitará ser cuidadosamente administrada.

Mckinsey menciona que el gasto combinado para las dos empresas de servicio de distribución más grandes de China alcanzaron US\$43 billones (AU\$41.3 billones) en el 2008 y está fijado para crecer con una tasa anual del 15 a 20 por ciento sobre la próxima década<sup>[6]</sup>.

En los Estados Unidos diez estados – incluyendo California, Florida, Nueva York, Pennsylvania y Texas – están liderando el esfuerzo nacional de implementar la red eléctrica inteligente del país. En conjunto, estos estados han sido los recaudadores de US\$1.9 billones (AU\$1.82 billones), de los US\$4,5 (AU\$4.32 billones) destinados en la Recuperación Americana y Legislación de la Reinversión para la inversión en la red eléctrica inteligente.

Alrededor del 5 por ciento de los americanos fueron equipados con alguna forma de tecnología de red eléctrica inteligente a finales del 2009. Ese número es un pronóstico que tiene un incremento de diez veces para el 2014<sup>[7]</sup>.

De acuerdo al Grupo analista Northeast, se espera que Brasil gaste US\$27.7 billones (AU\$26.4 billones) acumulativamente en total para las inversiones de red eléctrica inteligente para el 2022, (aunque esto está por debajo del pronóstico de US\$36.6 billones (AU\$34.9 billones). Estas inversiones de la red eléctrica inteligente cubren la transmisión, distribución, medición y los segmentos de administración de energía en el hogar del mercado. La más grande reducción en el pronóstico original fue encontrada en el segmento de medición inteligente del mercado. Los pronósticos de inversión para la red de distribución y transmisión quedan en su gran mayoría inalterados<sup>[8]</sup>.

## PARTE 2: LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE CARBONO DURANTE LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD.

### Responsabilidades del Carbono para las empresas de servicio eléctrico

Junto a la clave de que los conductores alienten a las empresas de servicio a invertir en una red eléctrica inteligente está la necesidad de generar y distribuir electricidad tan eficientemente como sea posible con el mínimo impacto sobre el medio ambiente.

En algunas regiones geográficas el incentivo puede hacer que esto sea muy bueno para el ciudadano colectivo – esto puede afectar al balance. Europa y Australia ambas han implementado la legislación de poner un precio a las emisiones de carbono. Por la inversión en infraestructura de una red eléctrica inteligente (que, por ejemplo, permite una interfaz simple de fuentes de energías renovables hacia la red de distribución) las empresas de servicio pueden bajar los costos en emisiones de carbono.

El esquema de emisiones de carbono distintivo de Europa, lanzado en el 2005, es el Esquema Comercial de Emisión de la Unión Europea (EU ETS) que opera sobre un principio de “tope y canje”. El tope es un límite en la cantidad total de ciertos gases llamados de efecto invernadero que pueden ser emitidos por fábricas, plantas de energía eléctrica y otras instalaciones. Las compañías y empresas de servicio reciben asignaciones por emisiones hasta su nivel tope. Si una compañía o empresa de servicio reduce sus emisiones, ésta puede mantener guardada sus asignaciones para cubrir necesidades futuras o si no venderlas a otra compañía que ha excedido su tope. Si una compañía no puede comprar las asignaciones para cubrir sus emisiones excesivas esta enfrentará pesadas multas. La flexibilidad de atraer canjes asegura que las emisiones son reducidas así esto cuesta menos hacerlo.

El número de asignaciones es reducido por sobre el tiempo de modo que el total de emisiones caiga. En el 2020 las emisiones serán el 21 por ciento más bajas que en el 2005.

La EU ETS opera en 30 países: los 27 Estados Miembros de la EU más Islandia, Liechtenstein y Noruega<sup>[9]</sup>.

El modelo de Australia es diferente. El país introdujo un esquema de precio-carbono en Julio del 2012 que se aplica a los 500 más grandes emisores de Australia, que son compañías que emiten más de 25,000 toneladas de dióxido de carbono o suministran o usan gas natural. Los emisores pagan un precio fijo por cada tonelada de carbono emitido de AU\$23 por tonelada en el 2012-13 subiendo a AU\$25.40 en el 2014-15.

Después del 2015, el esquema llegará a ser más como el ES ETS, porque el gobierno comenzará a publicar las “unidades” de carbono – el número que será limitado por los reguladores. La mayoría de las unidades de carbono serán subastadas por el Regulador de Energía Limpia y el precio será fijado por el mercado, empezando desde un precio base de AU\$15 por tonelada.

Europa y Australia están lejos del aislamiento cuando vengan los esquemas de precios de carbono. Esto está estimado para el 2013, 33 países y 18 jurisdicciones sub-nacionales tendrán un precio de carbono en un lugar cubriendo a alrededor de 850 millones de personas, alrededor del 30 por ciento de la economía global y alrededor del 20 por ciento de las emisiones globales<sup>[10]</sup>.

### Enfrentando el suministro y la demanda

Reduciendo las emisiones de carbono y por tanto las obligaciones financieras mientras la demanda por energía de los clientes sea satisfecha puedan ser solamente facilitadas por una red eléctrica inteligente con alimentadores bidireccionales, rápidos y de comunicaciones de amplio espectro, y control preciso usando DA moderna.

Pero hay otro desafío mayor de que la necesidad sea dirigida: los sistemas de electricidad tradicional son planificados alrededor de una estrategia que asegura que la generación de energía es suficiente para enfrentar cómodamente picos en la demanda con un margen adicional para garantizar la seguridad del suministro. A otras horas, y especialmente en la noche cuando la demanda es baja, mucha de la capacidad de la red eléctrica inteligente yace sin uso cuando generadores no pueden ser sencillamente detenidos y reiniciados. Un generador inactivo es 100 por ciento ineficiente – esto es estrictamente la mejor forma de reducir las emisiones de carbono.

Hoy día, para enfrentar la demanda anticipada, las compañías de suministro eléctrico programan cuanta electricidad se necesitará para ser generada, frecuentemente hasta de un año en adelante. La energía es generada por carga base-, carga continua- y plantas de potencias punta. Las unidades de carga base normalmente funcionan en la salida máxima y solamente reducen la salida durante mantención o reparación. Estas plantas producen electricidad al más bajo costo que cualquier tipo. Las plantas de energía de carga base incluyen carbón, nuclear, hidroeléctrica, biomasa y plantas de gas natural de ciclo combinado.

Las plantas de energía para carga continua suministran carga base a instalaciones durante el día y primer período de la tarde, la salida es reducida importantemente o la estación es apagada durante la noche y temprano por la mañana, cuando la demanda está en lo más bajo. Las turbinas a gas, hidroeléctricas y algunas formas de plantas nucleares son usadas para la carga continua<sup>[11]</sup>.

La demanda extra para las horas de demandas punta es principalmente enfrentada por las estaciones de energía que son altas en costo y grandes emisoras de carbono ambas. La demanda en punta es usualmente durante la tarde, particularmente en países como Los Estados Unidos y Australia donde los clientes usan una gran cantidad de aire acondicionado. Las plantas de turbinas a gas que queman petróleo diesel y combustible de jet, o unidades más económicas usan gas natural, son usadas para enfrentar la demanda punta.

El sistema de suministro de electricidad convencional es inherentemente ineficiente, debido a que mucha de la capacidad de generación continúa consumiendo combustible y produciendo emisiones de carbono cuando ninguna electricidad está siendo generada. Esto es debido a que actualmente no hay tecnologías probadas que guarden energía desde fuentes intermitentes de energía tales como viento-, olas- y solar para “suavizar” la salida; consecuentemente, las empresas de servicio tienen que mantener un nivel alto de generación a combustibles fósiles en reserva.

Mientras la naturaleza intermitente de los recursos renovables pueda ser mitigada en algún grado de mejorar los pronósticos – particularmente en el caso del viento que puede ser pronosticado con buena precisión por varios días posteriores – estos recursos no pueden todavía ser confiables en el mismo grado que el de las plantas convencionales y podrían liderar los periodos donde la demanda excede al suministro (ver *figura 7*) sin la capacidad de reserva de generación de combustibles fósiles. Esto desalienta un cambio en la inversión lejana desde las plantas convencionales, hacia las fuentes renovables que podrían de otra manera llevar a ahorros en las emisiones de carbono.

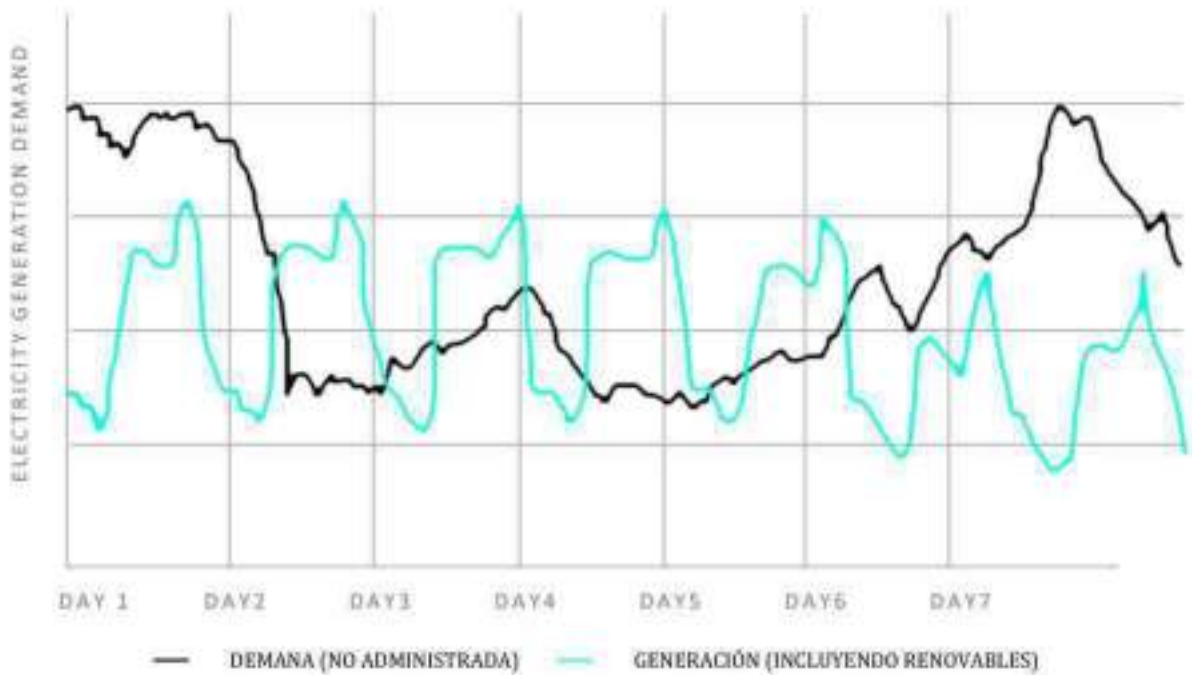


Figura 7: Los cortes de energía son inevitables cuando los picos en demanda exceden la capacidad de generación. En las otras horas las plantas de energía continúan funcionando – y producen emisiones de carbono – incluso cuando la energía no está siendo generada.

Una red eléctrica inteligente hace esto posible al cambiar el principio tradicional de generación de electricidad en la cabeza por la habilitación de administración más precisa de la demanda. La administración de la demanda reduce los costos de generación y emisiones de carbono debido a la reducida dependencia de costosas plantas para demandas punta, reducida necesidad para nueva capacidad de generación de carga base, y requerimientos más bajos para refuerzos de las redes de electricidad.

Una gran instalación de energía a base de viento, olas y solar proporcionaría a las empresas de servicio con seguridad que un recurso esté desconectado debido a, por ejemplo, falta de viento, otra estará disponible para tomar su lugar. Sin embargo, esto requeriría una inversión en la infraestructura de distribución para asegurar que los clientes sean conectados a varias fuentes de energía alternativa de modo que su suministro puede ser conmutado fácilmente desde una a otra. No obstante, algunos gobiernos están haciendo una pequeña contribución para fomentar esta diversificación.

La Figura 8 muestra como la mixtura de energía de Dinamarca, por ejemplo, ha cambiado por sobre las últimas dos décadas, desde una dependencia en centralizadas grandes plantas de poder a una donde esas plantas han sido suministradas con cientos de fuentes de energía renovable.



Figura 8: Por sobre un periodo de dos décadas, la capacidad de generación de Dinamarca ha cambiado desde una basada en grandes, centralizadas plantas a una de un sistema diversificado. (Fuente: Departamento de Energía de los Estados Unidos.)

La política de una red eléctrica inteligente en Australia es parte de muy grandes esfuerzos en incrementar las fuentes renovables de energía para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. En el 2009, el gobierno de Australia anunció un Objetivo Mandatorio de Energía Renovable (MRET) de 45,000 megawatts o 20 por ciento del suministro de la electricidad de los países que provienen de fuentes de energía renovable para el 2020<sup>[12]</sup>.

Una diferencia clave entre la red eléctrica tradicional y una red eléctrica inteligente usando fuentes de energía diversificada es que la primera entrega energía desde grandes plantas remotas vía redes eléctricas de transmisión de alta tensión para más tarde simplificar la conexión de fuentes de energía renovables directamente a la red de distribución de media tensión.

Previamente, el recurso de ingeniería y el equipamiento para la interfaz de los recursos renovables hacia la red eléctrica de distribución de manera segura para después asegurar la calidad de energía que fue mantenida y era demasiado costosa para justificar las fuentes de energía de menos que unos pocos megawatts.

Sin embargo, dispositivos DA completamente integrados tales como reconectores ahora permiten a los distribuidores de electricidad hacer mejoramientos efectivos en costos para hacer su infraestructura 'inteligente' mientras evitan los gastos y riesgos de 'sobre-ingeniería' asociadas con las soluciones a la medida.

Los mejoramientos para perfeccionar la confiabilidad de la red eléctrica inteligente y reducir la frecuencia y duración de apagones son vitales para asegurar que la infraestructura de transmisión y distribución sea capaz de cooperar con la demanda futura. Además, el relativamente rebajado estándar de DA justifica la conexión de fuentes de energía menores que un megawatt para la red eléctrica de distribución.

Por ejemplo, una tienda tiene paneles fotovoltaicos (PV) en su techo (ver figura 9), o una piscina de natación municipal calienta el agua con gas usando su capacidad adicional de generar energía, son pequeñas fuentes de electricidad respectivamente que pronto llegarán a ser opciones prácticas para conectarse a la red eléctrica vía reconectores.



*Figura 9: Un conjunto de paneles fotovoltaicos serán pronto rentables para la interfaz directa hacia la red eléctrica de distribución*

La generación diversificada, la comunicación rápida y la DA permitirán a las empresas de servicio estar un paso más adelante con una red eléctrica inteligente para configurar “microredes eléctricas”. Las microredes eléctricas serán auto-contenidas “islas” que con su propia fuente de energía podrían mantener a una comunidad energizada en el evento de una falla mayor de la red eléctrica principal.

El definido protocolo IEC 61850 podría permitir a las empresas de servicio controlar la generación, la DA y el almacenamiento de energía de la microred eléctrica que sería suficientemente rápida para mantener el sistema estable. Mientras las microredes eléctricas no son factibles hoy día, los fabricantes de DA están desarrollando productos que harán tal sistema práctico en un futuro cercano.

Las diversificadas fuentes de energía pronto serán un beneficio para las empresas de servicio, porque no solamente ellas reducirán el riesgo de apagones – y las sanciones financieras tales como la compensación por fallas – pero ellas también asegurarán que suficiente energía esté disponible para los picos de unas pocas horas en los días de verano cuando los clientes están, por ejemplo, todos haciendo funcionar sus aires acondicionados.

Eso elimina el requerimiento de construir, hacer funcionar y mantener una costosa planta para alta demanda – solo para cubrir los ocasionales máximos en demanda – junto con sus asociadas ineficiencias y emisiones de carbono. Esta desventaja de energía diversificada es importante especialmente mientras la carga promedio en la red eléctrica ha descendido en los años recientes, las empresas de servicio reportan que los picos transientes se han estado elevando más.

Una red eléctrica inteligente ayuda a administrar la demanda de otra importante manera para permitir que la cadena de suministro eléctrico fije tarifas dinámicas, reflejándose en los costos (e índice de carbono) de generación, transmisión y distribución en una hora particular, o recompensas para los clientes por usar electricidad en horas cuando las fuentes renovables estén produciendo mucha energía.

Los clientes podrían incluso optar por planes que permitan que los electrodomésticos se enciendan o apaguen automáticamente por el operador de la red eléctrica que ayuda a mantener segundo a segundo el balance entre el suministro y la demanda. En Queensland, Australia, por ejemplo, los aires acondicionados pueden ser apagados por períodos cortos durante la demanda punta usando controladores electrónicos especiales.

## El impacto de los EVs en la futura demanda en punta.

Muchos de los grandes fabricantes de vehículos están planificando introducir EVs que podrían ser enchufados a una toma corriente estándar domiciliario para recargar sus baterías. Aptos para viajar hasta 65 km en modalidad solamente eléctrica, la mayoría de los EVs funcionan con baterías de energía para enfrentar las necesidades diarias de la mayoría de los conductores, en acuerdo con el Instituto Eléctrico Edison (EEI) en los Estados Unidos.

EPRI estima que los EVs y los Vehículos Eléctricos de Conexión Híbrida (PHEV – autos que usan el motor de petróleo convencional una vez que sus principales baterías de carga se han agotado) podrían reducir el consumo de combustibles fósiles por cerca del 60 por ciento comparado con los vehículos convencionales.

Además para ahorrar petróleo, un grupo de EVs y PHEVs reduciría en Los Estados Unidos las emisiones de gases de efecto invernadero a dos tercios comparados con un grupo equivalente de autos accionados por combustibles fósiles. El Departamento de Energía de Los Estados Unidos estima que podría sumar hasta 9.3 billones de toneladas desde 2010 al 2050<sup>[13]</sup>.

Estos ahorros en las emisiones son hechas directamente desde los tubos de escape de los autos y serían un pequeño beneficio si ellos estuvieran compensados por la emisión adicional de las plantas de energía que generan la electricidad para recargar las baterías de los EVs. Una red eléctrica inteligente podría evitar este suceso por asegurar que la recarga de energía provenga de la capacidad adicional de plantas bases que estén funcionando continuamente o, mejor aún, desde recursos renovables cuando ellas están generando electricidad.



*Figura 10: La carga de los EVs utilizando recursos renovables maximizará el ahorro en las emisiones de carbono. (Fuente: Tesla.)*

Los EVs podrían también ser usados como una fuente preparada-lista de energía almacenada, siendo cargada cuando los recursos renovables estén conectados, y dejar la electricidad hacia la red eléctrica cuando la capacidad extra es necesitada en las horas punta.



Mientras los EVs representan una fracción pequeña del conjunto de vehículos de hoy – en el Reino Unido, por ejemplo, figura desde el 2009 (el más reciente disponible) muestra que de los 26 millones de autos del país, sólo 55 EVs fueron vendidos a compradores que esperaron subvenciones del gobierno cuando éstas llegaron a estar disponibles – ese número está firme de crecer rápidamente por sobre las próximas dos décadas. En Bretaña, el gobierno estima que un total de 1.7 millones de autos eléctricos serán necesitados para el 2020 para ayudar a enfrentar las rigurosas metas de reducción de carbono del país.

El Dr. Alan Finkel, Jefe Directivo de Tecnología con el proveedor australiano de infraestructura EV Better Place, dijo que él supuso un exceso de veinte por ciento de que las nuevas compras de vehículos serán EVs para el 2020, durante una entrevista con la publicación comercial de *Electronics News* <sup>[14]</sup>.

Y en los Estados Unidos, el respetado diario de noticias *Time* mencionó que desde el 2013 el mercado verá incrementada la competencia de liderar la caída de precios. El artículo continuó por concluir que “habrán más autos eléctricos en el mercado, y ellos serán más abordables y prácticos” <sup>[15]</sup>. El artículo de *Time* recalca que mientras los EVs no sean la primera opción de muchos clientes habrá un amplio rango de modelos para atraer la mayoría de los gustos liderando a muchos más en la carretera.

El pionero EV Tesla, por ejemplo, solo ha lanzado un auto premium, el Modelo S, apuntado de frente al mercado de prestigio. El Modelo S alardea con un rango de 480 Km y la compañía declara que el auto “es el primer sedan premium del mundo construido desde los cimientos como un vehículo eléctrico y ha sido diseñado para elevar las expectativas del público de lo que un sedan premium puede ser”.

Mientras los beneficios del cambio a EVs incluirían un nuevo gran flujo de ingresos para las empresas de servicio, un gran requerimiento de los vehículos pondría inevitablemente carga adicional en la tradicional red eléctrica.

Algunas organizaciones discuten que una red eléctrica inteligente pueda encargarse de la carga extra sin añadir capacidad de generación significativa para suavizar la demanda. Innovaciones tales como solamente cargar los EVs cuando exista capacidad extra o recursos renovables estén disponibles y usando medidores inteligentes para determinar cuando un EV esté recibiendo carga y entonces recompensar al cliente con una tarifa más reducida si la carga es hecha en horas de baja demanda limitarían la magnitud de los picos.

El Foro de Transporte Internacional – un cuerpo intergubernamental que es parte de la Organización para la Co-operación y Desarrollo Económico (OECD) – por ejemplo, sugiere que las tecnologías de la red eléctrica inteligente pueden hacer esto posible para los vehículos eléctricos (EV) de proliferar sin recargar la industria de suministro eléctrico <sup>[16]</sup>.

Pero no todas los acuerdos tienen este optimista punto de vista. En Europa, por ejemplo, como el número de EVs se eleva rápidamente, hay dudas serias acerca de la capacidad de la infraestructura eléctrica existente para alojar el asociado dramático crecimiento en la demanda de electricidad. Entonces el interés de los europeos que un proyecto con base en La Unión Europea titulado “Modelo Innovador de Red Eléctrica de Movilidad-E” ha sido establecido. NEMO planea evaluar el impacto de los EVs en la red de energía eléctrica y evaluar las posibles soluciones tales como la extensión de la red eléctrica o la administración de carga <sup>[17]</sup>.

En Victoria, Australia, La Comunidad Científica Autónoma Australiana y la Organización de Investigación Industrial (CSIRO) ha producido un reporte <sup>[18]</sup> que – asumiendo que los EVs se componen del 46 por ciento de la partida de vehículos para el 2033 – concluye: “Bajo el caso base de velocidades de penetración y carga de demanda, el incremento en punta de carga domiciliaria [debido a EVs] es mayoritariamente menor que el 10 por ciento para días de alta demanda, pero puede ser hasta el 15 por ciento en el extremo para un puñado de días y locaciones geográficas. Los

impactos en la carga pico bajo la carga fuera de punta son mayoritariamente menores que el 5 por ciento”.

Y en estudio encargado por la Comisión Europea <sup>[19]</sup> llegó a una conclusión similar, exponiendo que “una electrificación completa de la partida europea resultaría en una demanda adicional de cerca del 10 al 15 por ciento”.

Mientras una investigación más a fondo sea requerida, las empresas de servicio deberían estar consientes que la carga extra en la red eléctrica debido a la alta penetración de los EVs probaría la dificultad de satisfacerla sin la capacidad de generación convencional adicional, incluso tomando en cuenta el beneficio de una red eléctrica inteligente completamente implementada.

### **Cuantificando los ahorros de carbono de una red eléctrica inteligente**

El preciso control sobre la capacidad prometida por una red eléctrica inteligente permitirá a las empresas de servicio enfrentar los picos ocasionales en demanda sin hacer funcionar continuamente grandes instalaciones de plantas de energía a base de petróleo, carbón o gas. Los IEDs de la red eléctrica inteligente tales como reconectores pueden ser usados para conmutar a suministros de energía renovable a la red de distribución para enfrentar la demanda en punta. La infraestructura de la red eléctrica inteligente hace que la adopción de los EVs y los PHEVs una proposición más convincente para el público.

Estas tres ventajas claves liderarán significativos ahorros en las emisiones de carbono; pero ¿cuánto exactamente?

En acuerdo a un reporte de EPRI publicado en el 2008<sup>[20]</sup>, en ese año, el total de emisiones de gases de efecto invernadero en Los Estados Unidos fue el equivalente a 7,053 megatoneladas de dióxido de carbono. De este total, 2,359 megatoneladas fueron atribuibles a las emisiones de CO<sub>2</sub> desde el sector de energía eléctrica, como es ilustrado en la *figura 11* desde la Administración de Información de la Energía de Los Estados Unidos (EIA).

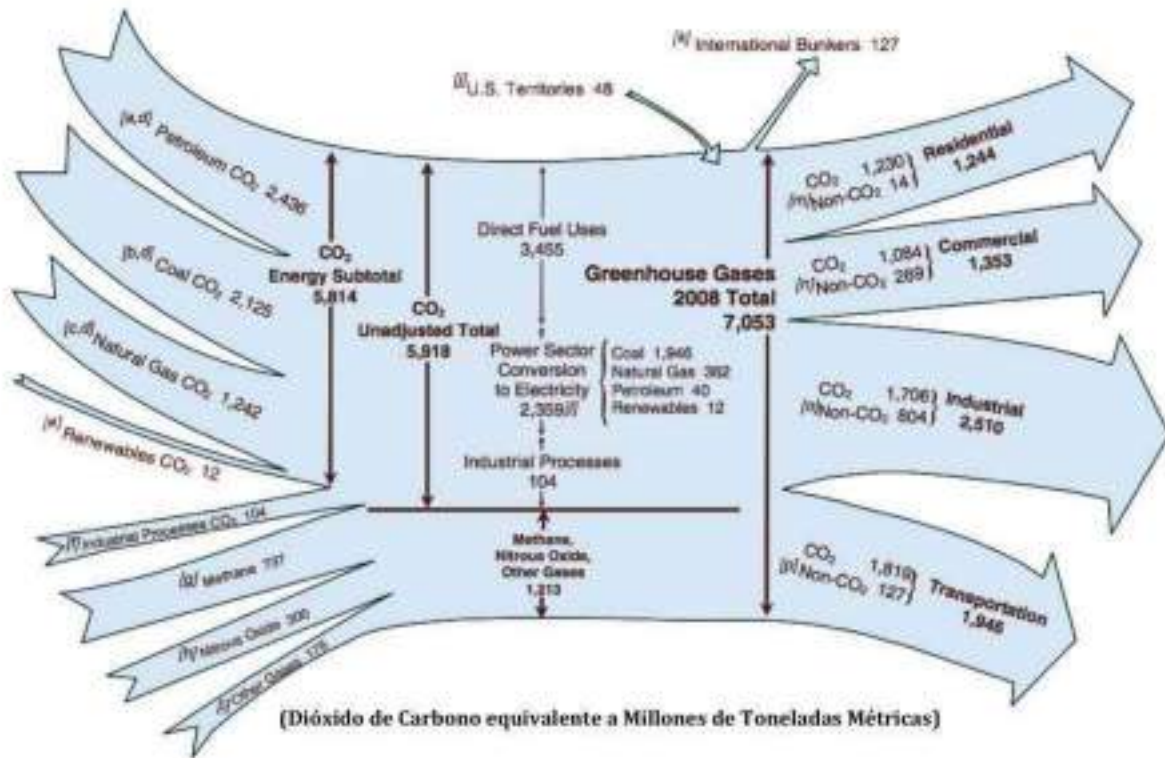


Figura 11: La emisión de gases de efecto invernadero en los Estados Unidos, 2008. 2,359 megatoneladas fueron generadas por la producción de electricidad. (Fuente: Administración de Información de la Energía de Los Estados Unidos (Dic. 2009).)

El reporte de la EPRI que concluye con una estimación del impacto de la reducción de emisiones de una red eléctrica inteligente de Los Estados Unidos basado en cinco aplicaciones disponibles por la infraestructura: el compromiso continuo para edificios comerciales; control del voltaje de distribución; respuesta de demanda mejorada y control de carga; retroalimentación directa sobre el uso de la energía, y las capacidades de medición y verificación del programa de eficiencia mejorada de la energía.

Además, las estimaciones de primer orden de los impactos de las reducciones de las emisiones de CO<sub>2</sub> fueron cuantificadas por dos mecanismos no ligados directamente para ahorros de energía: facilitación de integración expandida de fuentes renovables intermitentes y facilitación de la penetración del PHEV en el mercado. El impacto de la reducción de emisiones de una red eléctrica inteligente de los Estados Unidos, basada en estos siete mecanismos, es estimado de 60 a 211 megatoneladas de CO<sub>2</sub> por año para el 2030. (El ahorro en las emisiones de carbono atribuido específicamente a los PHEVs es de 10 a 60 megatoneladas.)

En términos financieros, el EPRI también estimó el actual costo de la red de beneficio medioambiental de una red eléctrica fluctuaría entre US\$102 y 390 billones (AU\$98 y 376 billones).

En China, el ahorro estimado en las emisiones de carbono por año para el 2020 es un monto impactante de 1,649 megatoneladas de las cuales 68.7 megatoneladas son atribuidas a los PHEVs [21].

En acuerdo con el Departamento de Cambio Climático y Eficiencia Energética del Gobierno de Australia, las emisiones de carbono del país fueron de 580 megatoneladas en el 2012 [22]. De esto, la generación de energía eléctrica está estimada de ser la responsable por el 35 por ciento de las emisiones de carbono del país. Una red eléctrica inteligente implementada completamente reduciría las emisiones de carbono del sistema eléctrico por alrededor del 25 por ciento y las emisiones globales por el 9 por ciento o 52 megatoneladas por año [24]. (Esto es una proporción más alta de los ahorros de

Los Estados Unidos que quizás reflejan la actual mayor dependencia de Australia en altas emisiones de carbono de las estaciones de energía termoeléctrica a carbón.)

Un ahorro de 52 megatoneladas en las emisiones de carbono equivalen a un ahorro de casi AU\$1.2 billones en pagos cuando el carbono está tasado a AU\$23 por tonelada.

## Conclusión

Las empresas de servicio eléctrico adoptan una estrategia de riesgo adverso operacional que restringe la inversión en nueva tecnología, que resulta en ritmo lento de innovación y divisa el enfoque de las compañías en grandes y centralizadas instalaciones de generación de energía para asegurar que la potencia suficiente esté disponible para cubrir grandes incrementos ocasionales – incluso si esto resulta en ineficiencias.

La consecuencia es una red eléctrica que es costosa de hacer funcionar y mantener y es un gran contribuidor de emisiones de carbono. Peor aún, la interfaz de fuentes renovables de energía es compleja y costosa, desalentando la inversión en esta tecnología.

Sin embargo, la desregulación, la competencia incrementada y los incentivos financieros para limitar las emisiones de carbono están proporcionando un estímulo muy necesitado para las empresas de servicio a que adopten la tecnología probada para dotar a la red eléctrica con inteligencia. Una supuesta red eléctrica inteligente es más eficiente, permite a las empresas de servicio cuidadosamente enfrentar el suministro y la demanda, incita al suministro de energía desde recursos diversificados y emite menos carbono.

Pero moviéndonos desde las redes de décadas pasadas, una red eléctrica inteligente requiere una inversión en computarización, redes de comunicación y la automatización esencial de los ‘bloques de construcción’ tales como reconectores, además de una completa revisión de las prácticas de trabajo de administración y mantenimiento y un programa de educación para los clientes.

No obstante, el impulso hacia la implementación de las redes eléctricas inteligentes se está incrementando, encabezado por China y seguido cercanamente por Los Estados Unidos y otras naciones desarrolladas y en vías de desarrollo. Con suministros finitos de combustibles fósiles y la evidencia del calentamiento global a lo ancho del planeta que muchos científicos lo atribuyen a las emisiones de carbono antropométricas, este progreso no puede llegar de un minuto a otro.



Figure 12: Una red eléctrica inteligente ayuda las empresas de servicio a disminuir la dependencia de plantas de energía que emiten carbono.

#### Referencias

1. "La Red Eléctrica Inteligente", Departamento de Energía de Los Estados Unidos.
2. "Sistemas SCADA en la Red Eléctrica Inteligente", Daryl Cowie y Bob Gohn, Pike Research, 3Q 2012.
3. "Hacia una Red Eléctrica Inteligente", S. Massoud Amin y Bruce F. Wollenberg, *Revista IEEE P&E*, vol. 3, iss. 5, pp34-41, 2005.
4. "Estimando los Costos y Beneficios de la Red Eléctrica Inteligente: Una Estimación Preliminar de los Requerimientos de Inversión y los Beneficios Resultantes de una Red Eléctrica Inteligente Funcionando Completamente", Instituto de Investigación de Energía Eléctrica.
5. "Redes Eléctricas Más Inteligentes: La Oportunidad", Departamento de Energía y Cambio Climático del Reino Unido, Diciembre del 2009.
6. "Evolución de una red eléctrica inteligente en China", McKinsey & Company, 2010.
7. <http://www.smartplanet.com/blog/smart-takes/top-10-states-leading-us-smart-grid-deployment/9399>
8. <http://www.prnewswire.com/news-releases/brazils-smart-meter-regulations-not-a-binding-mandate-but-still-indicate-significant-smart-grid-market-potential-168583546.html>
9. [http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm)
10. <http://www.sbs.com.au/news/article/1492651/Factbox-Carbon-taxes-around-the-world>

11. [http://en.wikipedia.org/wiki/Load\\_following\\_power\\_plant](http://en.wikipedia.org/wiki/Load_following_power_plant)
12. <http://smartgrid.ieee.org/resources/public-policy/Australia>
13. *"Como la Red Eléctrica Inteligente Promueve un Futuro Más Verde"*, Departamento de Energía de Los Estados Unidos.
14. <http://www.electronicnews.com.au/features/where-are-the-electric-cars->
15. *"Autos Eléctricos: Más Modelos, Precios Más Baratos Llegando en el 2013"*,  
<http://business.time.com/2012/12/13/electric-cars-more-models-cheaper-prices-coming-in-2013>
16. *"Redes Eléctricas Inteligentes y Vehículos Eléctricos: ¿Hechos el uno para el otro?"*, Foro de Transporte Internacional, Julio 2012
17. *"Colaboración de proteger las redes de electricidad europeas por la entrada de los vehículos eléctricos"*,  
[http://www.dnv.com/press\\_area/press\\_releases/2013/collaboration\\_to\\_prepare\\_european\\_electricity\\_networks\\_for\\_influx\\_of\\_electric\\_vehicles.asp](http://www.dnv.com/press_area/press_releases/2013/collaboration_to_prepare_european_electricity_networks_for_influx_of_electric_vehicles.asp)
18. *"Modelamiento Espacial de la Demanda de Carga del Vehículo Eléctrico e Impactos en la Carga Eléctrica Domiciliaria En Punta en Victoria, Australia"* Comunidad Autónoma Científica Australiana y Organización de Investigación Industrial (CSIRO), Junio 2012
19. *"Impactos de los Vehículos Eléctricos - Distribuible 3: Evaluación del futuro del sector eléctrico"*, CE Delft, Abril 2011
20. *"La Red Eléctrica Verde: Ahorros de Energía y Reducciones en las Emisiones de Carbono Disponibles por una Red Eléctrica Inteligente"*, EPRI Junio 2008
21. *"Un Manual Básico (Sólido) de una Red Eléctrica Inteligente y su Potencial para reducir las Emisiones de GHG en China y Los Estados Unidos"*, A. Lu, Octubre del 2010
22. <http://www.climatechange.gov.au/en/government/reduce/national-targets/factsheet.aspx>
23. *"La revisión Garnaut del Cambio Climático: Reporte Final"*, R. Garnaut, 2008.
24. *"Una Red Eléctrica Inteligente Australiana - Infraestructura crítica para enfocarse en el calentamiento global"*, Diario de Telecomunicaciones de Australia. Brendan Herron, CURRENT Group, LLC, 2009.

© NOJA Power 2013

[www.nojapower.com.au](http://www.nojapower.com.au)