

## El futuro de la red inteligente

*Alejandro Pérez Gaitán<sup>1</sup>*

### **Resumen:**

El futuro de redes inteligentes en el sector eléctrico abarca desde la comercialización, la distribución y la operación de la gestión eléctrica. Razón por la cual, el mundo se está preparando para un cambio drástico en el uso y generación de energía. El estudio permite profundizar los conceptos relacionados con este tema, así como también, redes de transporte de información, con el fin de gestionar datos eléctricos en empresas de energía. Hoy en día, se adaptan innumerables modelos de tecnologías de información (TI) para mejorar la optimización, producción y distribución de la red eléctrica.

El futuro de la sociedad de consumo eléctrico cambiará los modelos de redes eléctricas que ayudará a, minimizar los costos energéticos y lo más importante generar hábitos en la reducción de emisiones que evitarán la contaminación del planeta.

**Palabras clave:** energía, redes inteligentes, sector eléctrico, TI.

### **Abstract:**

The future of smart grids in the electricity sector covers the commercialization, distribution and operation of electricity management. Reason why, the world is preparing for a drastic change in the use and generation of energy. The study allows to deepen the concepts related to this topic, as well as, information transport networks, in order to manage electrical data in energy companies. Nowadays, innumerable models of information technology (IT) are adapted to improve the optimization, production and distribution of the electricity network.

The future of the electricity consumer society will change the models of electric networks that will help to minimize energy costs and, most importantly, generate habits in the reduction of emissions that will prevent pollution of the planet.

**Keywords:** electricity sector, energy, intellectual networks, IT.



## Introducción

Las redes inteligentes eléctricas se enfrentan a un gran desafío que les permite obtener grandes beneficios en la sociedad capitalista e industrial por los consumos eléctricos. El objetivo de este estudio permite tener modelos cercanos, como es el uso de tecnologías informáticas que ayudarán a las redes eléctricas para ser más eficientes. La importancia de estas redes inteligentes terminará generando mejores hábitos de consumo eléctrico. Este nuevo sistema permitirá generar la energía necesaria para el uso, con el fin que muchos de los medidores eléctricos con características electrónicas tendrían funciones gerenciables eléctricos, que son básicamente aplicaciones de control para ahorro eficiente de consumo eléctrico, conociendo en tiempo real, lo que se está consumiendo en todo momento.

Las redes de distribución de electricidad y todas las empresas eléctricas tienen una gran responsabilidad en los siguientes años lo que permitirá un cambio en toda la concepción. Entre los más centrales está la lucha contra el cambio climático, modelos cada día más grandes de generación renovable, que no tienen forma de gestionar el modelo de distribución. Este cambio implica el apoyo tecnológico para el campo energético, asociado a las tecnologías de la información y la comunicación, y a la gran demanda por parte de los usuarios de nuevos servicios energéticos, como son la recarga de vehículos eléctricos o la eficiencia energética que en Colombia tiene un camino nuevo para el caso de empresas como EPM y Codensa, empresas que están en el proceso de empezar proyectos, como el de smart-grid. En el nuevo sistema eléctrico sólo se generará la energía que sea necesaria en cada momento, proviniendo en su mayor parte de fuentes renovables. De esta forma el usuario final sabrá en cada momento lo que está consumiendo y qué puede hacer para ahorrar energía.

Muchos gobiernos están adaptando políticas como:

- Reducir un 20% los gases de efecto invernadero respecto a los niveles de 1990.
- Incrementar la eficiencia energética mediante un ahorro del 20% del consumo respecto a la previsión para 2020.
- Conseguir que un 20% de la energía generada provenga de fuentes renovables (Díaz, C. Hernández, 2011)

Por tanto, se inicia un proceso de transformación hacia un escenario donde la red de distribución eléctrica pasa a ser un actor importante que se gestiona de una forma activa, manteniendo siempre los adecuados niveles de seguridad y calidad; tendrá una elevada presencia de generación distribuida –renovable y cercana al consumo y en el que el consumidor pasa a ser un miembro activo, racional y eficiente del sistema, (Díaz, C. Hernández, 2011).

Con las Smart Grids se abren muchas posibilidades para el sistema eléctrico convirtiéndolo en un sistema vivo, capaz de transmitir información de sus elementos en tiempo real, de autogestionarse y prevenir riesgos y averías. La aplicación de las TIC a la red eléctrica es el elemento que permite la aparición de nuevos productos y servicios energéticos:

- Generación y almacenamiento distribuidos: se produce un cambio fundamental en la red tradicional con la aparición de pequeños generadores y sistemas de almacenamiento distribuidos en zonas cercanas a los lugares de consumo, de modo que se evitan las pérdidas asociadas al transporte y se hace uso más eficiente de la energía. Con

ello, aparecen flujos de energía bidireccionales y no gestionables, siendo necesario un sistema de control descentralizado que gobierne estos flujos para mejorar la calidad, mantenimiento y seguridad del suministro.

- **Contadores inteligentes:** se trata de un elemento fundamental en la red inteligente, permitiendo realizar las operaciones de telegestión de manera remota y pudiendo poner a disposición del usuario la información de sus hábitos de consumo. Además, posibilita la discriminación horaria que dará lugar a un rango más amplio de tarifas adaptadas a las necesidades del usuario. (Díaz, C. Hernández, 2011)
- **Vehículo eléctrico:** la gran demanda de los vehículos y la disminución de costo del mismo, tendría un modelo en la red, que lograría una estructura de recarga que soporte y revolucione. Para el caso de Colombia, se tendría un sistema eléctrico, cambiado estructura eléctrica en los centros comerciales. Por ejemplo, en los parqueaderos esta solución es importante para el fin del sistema de control que visualice la arquitectura global y pueda lograr una infraestructura al estado de la red. Además, la tecnología V2G usa la batería del vehículo como otro sistema de almacenamiento de

red, decidiendo cuándo y cómo consumir según criterios económicos y sostenibles. Para posibilitar este cambio es fundamental la implementación de Tecnologías de Información y Comunicaciones, convirtiendo a la red de distribución en la solución de cargas de vehículos eléctricos. Codensa está liderando un piloto de carros eléctricos aplicado a los taxis, con una proyección de ahorros de costos, que sería el comienzo de políticas ambientales y ecológicas. (<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-12451460>).

Naciones europeas están tratando de enfocarse en muchos proyectos en este campo, con el soporte del centro para el desarrollo tecnológico industrial. Entre los que se destaca Smartcity Málaga, liderado por Endesa. Este proyecto es de gran crecimiento y permite una innovación en el sector energético. Con estas tecnologías se pueden testear para el futuro las redes inteligentes. La clave fundamental de Smart Grid es la integración de todos los elementos que forman parte de la red eléctrica. Las telecomunicaciones hacen funcionar esta estructura de dispositivos intercomunicados, dejando atrás un modelo con sistemas de control centralizado y dando la bienvenida a un sistema de decisión completamente distribuido e integrado.

## Modelos de Smart Grid

Los modelos Smart Grid no son sólo una concepción, sino un esquema que combina diversas tecnologías, especialmente aquellas vinculadas a la comunicación y al control. Para transformar la actual red eléctrica en un modelo de generación distribuido, es importante tener en cuenta la confiabilidad y el de costo de la energía. Esas metas son importantes en aplicaciones, relacionada con la industria de las TIC para que se re-

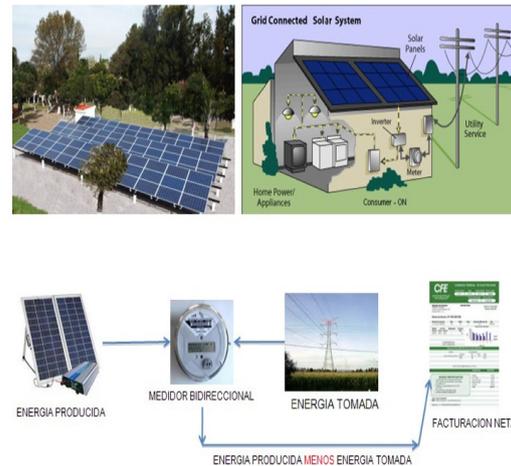
fleje en el crecimiento hacia las redes inteligentes, buscando la posibilidad un mayor flujo de energía bidireccional, con una interacción directa con el cliente, el desarrollo de sistemas tipo AMI, la seguridad informática y la capacidad de las carga de vehículos y un sistema avanzado de almacenamiento con redes distribuidas con diferentes protocolos.

## Generación distribuida

Entre las características más interesantes e importantes que diferencia la red eléctrica tradicional, es la capacidad de mantener un flujo de energía bidireccional. Es decir, pasar del esquema en que el flujo de energía va solo desde las grandes plantas de generación hacia los usuarios finales, particulares o industriales (sección a de la Figura 1) a otro que incorpora y aprovecha la capacidad de almacenamiento y generación. Además, un sistema que soporte la comunicación bidireccional, entre el consumidor final y las compañías eléctricas. La información proporcionada por los consumidores es utilizada por las compañías para permitir una operación más eficiente de la red eléctrica.

La idea que los clientes sean futuros proveedores de energía, sería la fase del modelo de tecnologías que generen energía renovable. Otra sería la solar fotovoltaica, eólica al estar estas, pequeñas generadoras integradas a la red de distribución y desarrollos de los sistemas de micro-almacenamiento residencial distribuido: pequeñas uni-

dades de almacenamiento residencial con capacidad de unos pocos kW/h.



**Figura 1.** Sistemas de energía inteligente distribuida.  
**Fuente:** wassertec catalogo-de-productos/energía-solar/sistemas-interconectados

Lo importante es lograr un diseño de una infraestructura de adecuado Smart Grid, que es la condición que implica estabilidad a las fuentes de energía renovable.

## Modo de trabajo

Las interacciones del cliente en la gestión de su propio consumo de energía, se han limitado al control voluntario de la demanda y a programas de control directo de carga, como usar más bombillos ahorradores. El futuro de la tecnología Led en Colombia, es muy incierto, por los costos. Ya que empresas, como Alutrafic solo tiene una planta de desarrollo de esta tecnología con Smart Grid, y es posible que los usuarios con dispositivos instalados al lado del cliente, tomen decisiones para controlar la demanda que se adapten mejor a sus necesidades financieras y sociales. La proyección en la red eléctrica será interactiva,

tanto para las entidades de generación de energía, como para los actores del lado del consumo. En 2020 las empresas operadoras de energía permitirán a los clientes el acceso a prestar estos servicios, como la gestión de la demanda. El resultado de los medidores AMI, las tecnologías de control electrónico, los medios modernos de comunicación y la mayor conciencia de los usuarios, la gestión local del consumo de electricidad, jugará un papel clave en la prestación de nuevos servicios que crearán valor para las partes involucradas (European Commission, 2006).



## Advanced metering infrastructure (AMI)

La infraestructura de medición avanzada está incorporando el sistema eléctrico a través de la implantación de las nuevas redes de comunicación y sistemas de bases de datos, proporcionando importantes beneficios a las empresas productoras y consumidores. AMI es un sistema de comunicación bidireccional que implica la medición de dispositivos “inteligentes” y otros de gestión de energía. Esto permite a las empresas responder con mayor rapidez a los problemas potenciales. Las señales de precios ofrecen a los consumidores incentivos financieros para reducir su consumo de electricidad.

Un elemento importante de la infraestructura AMI es la lectura automática de medidores (AMR). Aunque muchos de estos jugadores apoyan elementos de red inteligente, no es suficiente para desarrollar todo su potencial, sobre todo porque está apoyado en el ANSI C.12.22, que se centran en proporcionar una mayor flexibilidad e independencia de los diferentes datos de medición, arquitecturas de comunicación. Utilizando la red de telefonía móvil, redes inalám-

bricas, bandas sin licencia, líneas eléctricas o los satélites. Para lograr todo el potencial de la Red Inteligente, la red de comunicaciones debe ser compatible con los protocolos y aplicaciones de no medición. Por lo tanto, el mayor desafío está en extender por completo IP como protocolo de la capa de unificación de todos los segmentos de red inteligente, incluyendo las redes de IAM y los dispositivos finales. Estas y otras limitaciones se abordan por Flynn (2007), ambos sistemas, la generación distribuida y almacenamiento, junto con ciertas capacidades de control, proporcionará acceso a una serie de nuevas características, aplicaciones y modelos de negocio que van más allá de la actual iniciativa de algunas empresas de energía, lo que limita la sustitución de los medidores en los hogares y empresas de contadores inteligentes para las tareas de vigilancia. Mahmood, Aamir y Anis (2008) describen las pautas y técnicas para el diseño y la implementación de un sistema AMR que provee beneficios importante de monitoreo y control, como esquema inicial de Smart Grid (Hart, 2008).

## Seguridad en la red de datos

Smart Grid consiste en la integración de los sistemas informáticos, lo que podría llevar a nuevos sistemas de gestión de riesgos de seguridad cibernética, la generación y distribución de la red eléctrica inteligente.

Según el Instituto de Investigación de Energía Eléctrica uno de los mayores desafíos que enfrenta el desarrollo de sistemas inteligentes relacionados con la red de seguridad en redes de datos que estén sobre el internet. Según EPRI la seguridad informática es un tema crítico, debido

a la creciente posibilidad de ataques cibernéticos y los incidentes críticos en contra de este sector, ya que se vuelve cada vez más interconectado. El primer paso hacia la protección de Smart Grid contra las violaciones de seguridad, involucra un análisis de riesgos. En una posible amenaza de sistema de energía eléctrica serían los riesgos más importantes de la interrupción de la red eléctrica, la pérdida de la disponibilidad del sistema y la posibilidad de perder el control de ciertos aspectos de la red.



Además de enfrentar apagones y la pérdida de disponibilidad, es necesario tener en cuenta las consecuencias de los fallos de la red. En el caso de las industrias de paradas forzadas que emplean procesos continuos, refinerías petroquímicas y fabricación de productos farmacéuticos, entre otros, podría ser afectada en gran medida. También puede tener daños en los equipos sensibles en situaciones donde la electricidad proporciona funciones básicas de ventilación y refrigeración.

## Vehículo en Smart-Grid

El vehículo eléctrico tendrá un papel importante en el ecosistema Smart Grid. Como tecnología, puede mejorar la economía, por lo menos de dos maneras: la primera con uso más eficiente desde la energía y la infraestructura, así como su contribución a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector del transporte.

La V2G (Vehicle-to-Grid) utiliza la energía almacenada en las baterías para los vehículos eléctricos, tales como baterías de vehículos eléctricos (BEV) y el plug-in de vehículos eléctricos híbridos (PHEV), para suministrar electricidad a la red cuando los operadores y la solicitud (horas pico, sobre todo). La ventaja de V2G es no sólo el coste de reducción equivalente en la movilidad, sino también aumentar la eficiencia y la fiabilidad de la red existente, el efecto de la reducción del uso de aceite y la integración de una mayor proporción de ener-

Otro aspecto de la seguridad informática en el internet, es considerar la privacidad de los usuarios. El mal uso puede dar lugar a determinar el equipo que se vive en un hogar y sus patrones de uso, el número de personas que viven en un hogar y sus hábitos (hora de levantarse e ir a la cama, comidas, lugares de vivienda donde pasan la mayor parte del tiempo), y la presencia de los dispositivos médicos podría inferir problemas de salud entre los habitantes de la casa.

gías renovables intermitentes (por ejemplo, energía eólica, solar).

El vehículo eléctrico, como cualquier nueva tecnología debe superar ciertas barreras para su introducción, tanto por el desconocimiento de los usuarios de las posibilidades reales y beneficios que ofrece, tales como la necesidad de que la oferta crece lo más ampliamente posible. Sin duda, el vehículo eléctrico o el enchufe, vivirá por muchos años con las actuales tecnologías basadas en el motor de combustión interna.

Actualmente, hay una campaña para fomentar la compra de vehículos eléctricos. Si su despliegue en masa se convirtió en realidad, como parece que será, la red debe ser capaz de hacer frente a un enorme aumento de la demanda. Por lo tanto se espera que las baterías se aprovechan de los PHEV como reservas de energía para cumplir con picos muy altos de consumo.

## Metodología

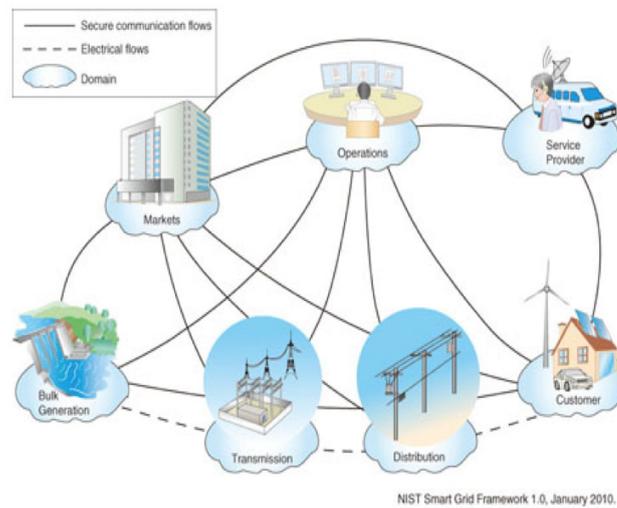
### **Modelo de infraestructura y de trabajo**

El modelo conceptual del NIST Smart Grid es una colección de diferentes puntos de vista (diagrama) y descripciones que son la base para la discusión de las características, usos, comporta-

miento, interfaces, requisitos y normas en materia de Smart Grid. En particular, el modelo no representa el marco de la arquitectura final, pero es una herramienta para describir y discutir el desarrollo de esta arquitectura.

El modelo conceptual de la Figura 2 muestra el futuro modelo conceptual de infraestructura y discutir temas de interoperabilidad para avanzar en la integración. Es importante resaltar las áreas clave del problema de la interoperabilidad que puede ayudar a resolver problemas en las relaciones de los sistemas eléctricos y otras infraestructuras, y también reflejar la creciente importancia de la tecnología. En el modelo los dominios se conectan o interactúan a través de

interfaces de carácter eléctrico o conexiones de comunicaciones. En la Figura 2, las interfaces eléctricas se muestran con líneas discontinuas amarillas y las interfaces de comunicación con líneas continuas azules. Cada una de estas interfaces puede ser bidireccional. Las interfaces de comunicación no representan necesariamente conexiones físicas sino conexiones lógicas de información entre distintos dominios.

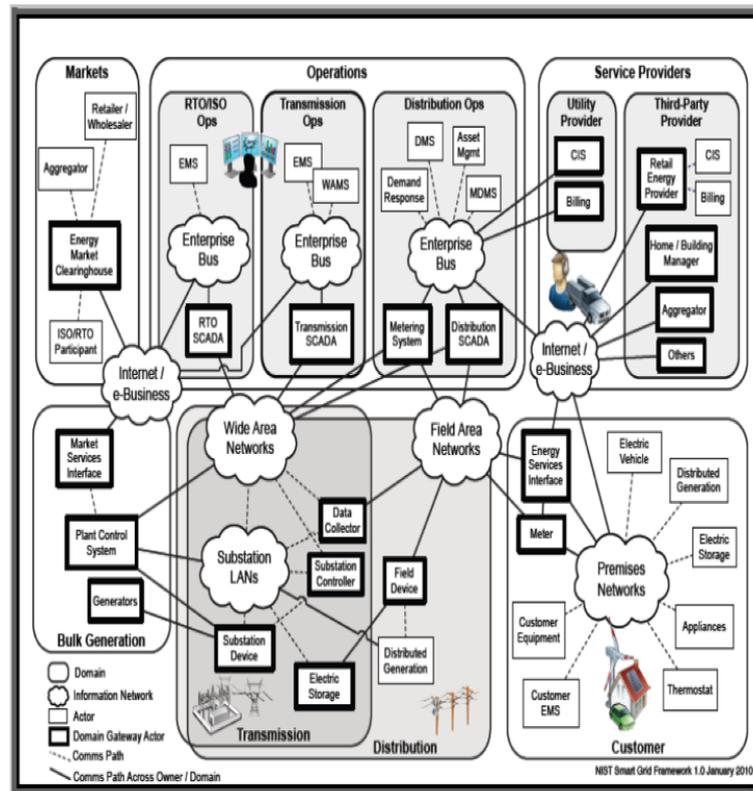


**Figura 2.** Modelo Conceptual- Conceptual domain model of Smart Grid by NIST

La parte inferior del modelo identifica cuatro áreas funcionales en las que tradicionalmente se ha subdividido la red: generación, transmisión, distribución y consumo, incluyendo los flujos de energía en una dirección, desde el punto de generación hasta el usuario. Sin embargo, gracias a la aplicación de las cuestiones clave discutidas Smart Grid (Modelos Smartgrid, la proliferación y el crecimiento de las energías renovables y vehículos eléctricos esperado) modelo de red se verá alterado irrevocablemente.

El modelo conceptual descrito proporciona una perspectiva global de alto nivel. No es solo una herramienta para la identificación de actores

y posibles vías de comunicación en la red inteligente, sino también una forma útil para la identificación de las interacciones potenciales, intradominio e interdominio, y las aplicaciones potenciales y capacidades habilitadas por estas interacciones. Por otro lado, el diagrama de referencia conceptual del NIST (Figura 3) tiene la intención de ayudar en el análisis; no es un esquema de diseño que define una solución y su implementación. En otras palabras, el modelo conceptual es solo descriptivo. Su propósito es fomentar la comprensión de las complejidades operativas de Smart Grid, pero no determinar la forma como la red inteligente se llevará a cabo.



*Figura 3. Conceptual Reference Diagram for Smart Grid Information Networks.*

El modelo conceptual descrito, proporciona una perspectiva general de alto nivel. No es sólo una herramienta para la identificación de los actores y las posibles vías de comunicación de la red inteligente, sino también una forma útil para identificar posibles interacciones intra-e inter-dominio y el potencial aplicaciones y capacidades habilitadas por estas interacciones. El modelo conceptual representado en la Figura 2 y la Figu-

ra 3 está destinada a ayudar en el análisis, no es un diagrama de diseño que define una solución y su implementación. En otras palabras, el modelo conceptual es descriptivo y no prescriptivo. Tiene el propósito de fomentar la comprensión de las inteligentes complejidades operacionales cuadrícula, pero no prescribir cómo se implementará la red inteligente.

## Arquitectura de Smat Grid

Aunque la generación y transmisión convencional todavía existen en este nuevo modelo, las redes de energía son cada millón de nodos interconectados. Una parte de la electricidad generada en las grandes plantas convencionales será reemplazada por sistemas de almacenamiento

de la generación distribuida, las fuentes renovables, la gestión activa de la demanda. Los usuarios serán destinatarios meramente pasivos de electricidad para convertirse, al mismo tiempo, las fuentes y los sumideros de energía.

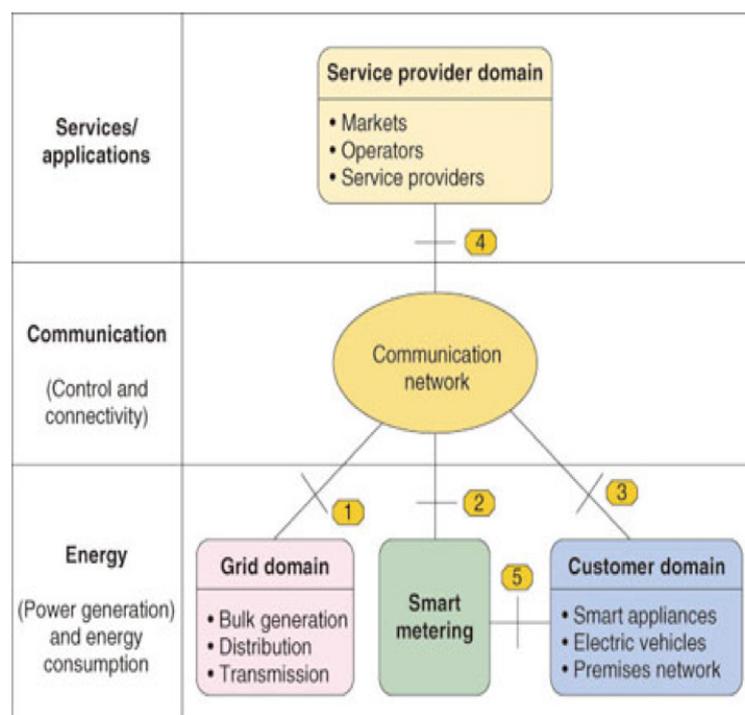


Figura 4. Arquitectura tres capas (Three-layer architecture model (Global Standardization Activities))

## Arquitectura de comunicaciones de Smartgrid

En esta sección se propone un marco para la arquitectura de comunicaciones de SmartGrid con sus segmentos clave y elementos constitutivos. Es un refinamiento del modelo de cuatro niveles (ver Figura 4). Su arquitectura se define en el nivel inferior. La Figura 5 muestra los componentes básicos de un sistema de comunicaciones de extremo a extremo e incluye la terminología utilizada para definir los múltiples segmentos de red y los puntos de demarcación (límites), que tienen un rol clave para una adecuada interoperabilidad, la definición de acuerdos de nivel de servicio (SLA) y el cumplimiento de métricas de rendimiento de las mismas interfaces. Esta segmentación y la demarcación ofrecen un enfoque modular y flexible que permite definir el segmento de interoperabilidad, las interfaces

y los elementos para la gestión y operación, con base en las mejores prácticas de la industria de telecomunicaciones y energía.

En el caso específico de la arquitectura de comunicaciones que muestra la Figura 5, Smart Grid es un sistema de sistemas que combina una gran variedad de tecnologías en que dichos subsistemas requieren interfaces bien definidas y armonizadas con los estándares existentes. Se propone una arquitectura que utiliza IP como protocolo unificador de múltiples protocolos, intradominios e interdominios. En la misma figura se presenta una segmentación en diferentes tipos de redes, a su vez contrastada con los dominios del sistema de potencia (generación, transmisión y distribución).

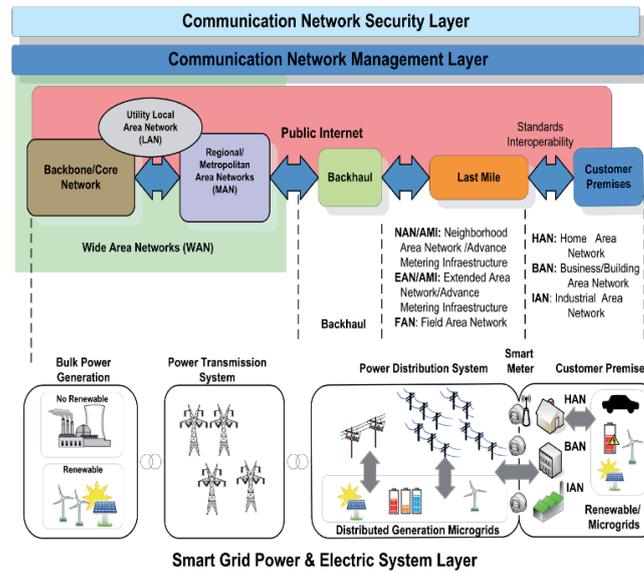


Figura 5. Arquitectura de comunicaciones para smart grid (Guide-for-Smart-Grid-interoperability)

## Resultados

### Iniciativas en el mundo

En la actualidad hay muchas actividades en paralelo relacionadas con la estandarización de redes Smart Grid. Dado que estas actividades son relevantes para el mismo tema, es inevitable cierto traslape y duplicación de ellas. Existen varios organismos de desarrollo y estandarización, entre ellos:

**IEEE P2030.** Es un grupo de trabajo de la IEEE para el desarrollo de una guía paralela de interoperabilidad de Smart Grid en la operación de las tecnologías energéticas y tecnología de la información con el sistema de energía eléctrica (EPS) y las cargas y aplicaciones de usuario final (Boswarthick et al., 2010).

### National Institute of Standards and Technology (NIST).

No es un cuerpo de estandarización en sí mismo, sino que ha recibido la designación del gobierno de los Estados Unidos para gestionar el proyecto de selección de un conjunto de estándares para la red Smart Grid de ese país (NIST, 2010b).

### EU Commission task force for Smart Grids.

Su misión es asistir a la Comisión Europea en las políticas y directrices de la reglamentación europea y coordinar los primeros pasos hacia la implementación de Smart Grid en la prestación del tercer paquete energético (EC TF for Smart Grids, 2010).

Hay avances en redes inteligentes como el grupo de Colombia inteligente que están trabajando en conjunto con los operadores de energía eléctrica para proyectar y modelar nuestro futuro del Smargrid en Colombia. El gobierno con su Ministerio de Minas de Energía (MME) tiene la misión de generar las políticas de funcionamiento. Este tipo de redes es una iniciativa de desarrollo hacia las nuevas tecnologías y tendencias mundiales. Es una evolución de muchos de los sistemas actuales, trabajando de manera intersectorial. En este marco se trabaja en los siguientes sectores: energía con el sector eléctrico y el consumidor, construcción y transporte. Su objetivo general es hacer que Colombia cuente con las mejores prácticas relacionadas con eficiencia

energética y tecnológica en las actividades relacionadas de los sectores propuestos como se señala en el sitio oficial “colombia inteligente”.

**Comisión de regulación de energía y gas (CREG)**

Su misión es generar decretos y resoluciones que contribuyan a la implementación de estas tecnologías del futuro.

**Instituto Colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC)**

El instituto está trabajando en conjunto de los operadores y fabricantes de este tipo de tecnologías para crear normas internacionales, que se constituyan estándares futuros para la seguridad informática de las redes inteligentes.

Empresas colombianas en el sector eléctrico como: Interconexión Eléctrica (ISA), Empresas Públicas, Empresas municipales de Cali (EMCALI), Empresa de energía del pacifico y Codensa entre otras, están apuntando en dimensionar el futuro del Smartgrid.

El Cidet se ha constituido como centro de investigación y desarrollo tecnológico del sector eléctrico que lidera tecnologías y certificaciones de medidores convencionales y electrónicos con características tipo AMI y AMR.

La siguiente figura 6 es un modelo del alcance para nuestro futuro de smartgrid

EE.UU.		EUROPA		BRASIL/LATAM	
<b>ECONÓMICAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estímulos</li> <li>• Creación de empleo</li> <li>• Emprendimiento tecnológico</li> </ul>	<b>ENERGÍA LIMPIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia</li> <li>• Energías renovables y generación distribuida</li> <li>• Vehículos eléctricos</li> </ul>	<b>OPERATIVAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar medidores viejos</li> <li>• Pérdidas no técnicas</li> <li>• Reducir costos de lectura</li> </ul>
<b>OPERATIVAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir OPEX</li> <li>• Mejorar gestión de activos</li> </ul>	<b>LIBERALIZACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desregulación</li> <li>• Competencia</li> <li>• Innovación en el servicio</li> </ul>	<b>SEGURIDAD ENERGÉTICA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia energética</li> </ul>
<b>CONFIABILIDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar SAIDI/SAIFI</li> <li>• Manejar tormentas</li> </ul>	<b>MERCADOS INTEGRACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mercado eléctrico europeo</li> <li>• Super-red europea</li> </ul>	<b>LIBERALIZACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarifas dinámicas</li> </ul>
<b>SEGURIDAD ENERGÉTICA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia energética</li> <li>• Gestión de picos de demanda</li> <li>• Integración de ER y VE</li> </ul>	<b>OPERATIVAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir OPEX</li> <li>• Mejorar Gestión de activos</li> </ul>	<b>ENERGÍA LIMPIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energías renovables</li> </ul>

Figura 6. Factores motivadores de las redes inteligentes.



El organismo Colombia inteligente está comprometida con un programa de Energía Sostenible, donde todos los sectores hagan uso eficiente de los recursos energéticos preservando el medio ambiente y logrando niveles adecuados de calidad.

Lo anterior, en concordancia con políticas, estrategias, planes, acciones y servicios que integren diferentes fuentes de energía, redes eléctricas y tecnologías de información y comunicaciones con una participación activa de la demanda.

Su misión consiste trabajar en la iniciativa sectorial en el modelo de conceptualización nacionales de RI, análisis de barreras y soluciones regulatorias de RI foros de pensamiento y discusión, aceptación de normas y recomendar desarrollo de estándares y normas. Promover pilotos de tecnologías.

La siguiente figura 7 muestra los lineamientos estratégicos.

### Lineamientos Estratégicos

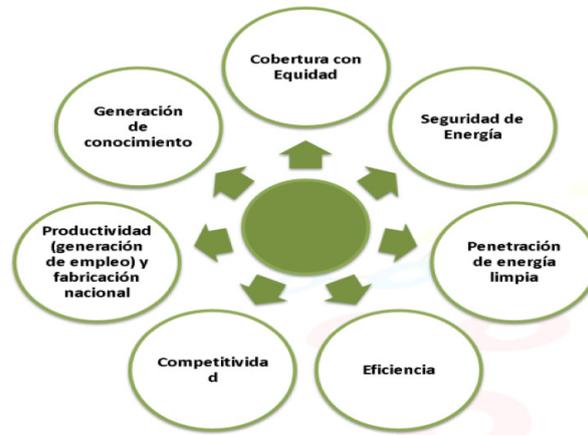


Figura 7. Lineamientos estratégicos

La siguiente figura 8 muestra los resultados y Beneficios Esperados.

### Resultados y Beneficios Esperados



Figura 8. Resultados y beneficios Esperados.

Colombia está en un proceso de trabajo de ingeniería en el sector eléctrico. Se espera que en un futuro todos los departamentos de trabajo estén

encaminados a lograr la sinergia necesaria para lograr los objetivos propuestos en la figura 9.

### Colombia está incursionando en cada eslabón, aunque desarticuladamente

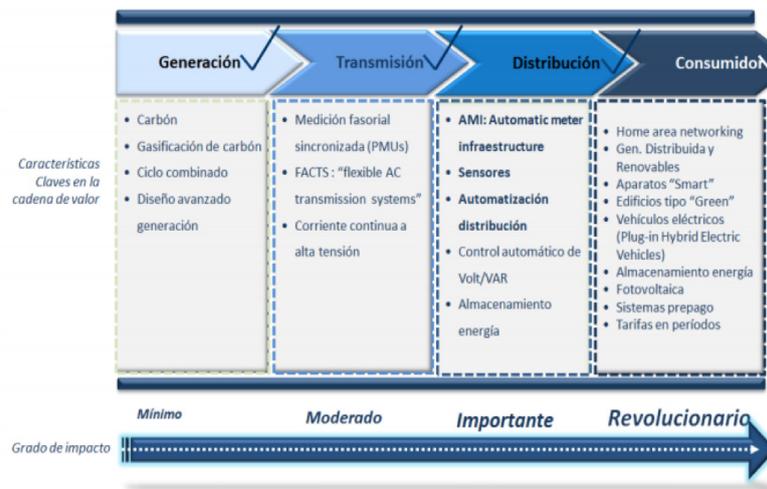


Figura 9. Grupos de trabajo para la medición inteligente

EPM Tiene muchas iniciativas de smartgrid centros de control: como Scada/EMS, MAR (DMS) Scada integración de electricidad y gas Dasip (Adquisición de datos IP-IEC 104)

Centro de control de virtual con la filial EDEQ-Multisite las automatizaciones de subestaciones red eléctrica proyectos pilotos de loop de auto-

matización proyecto de piloto de gestión remota del alumbrado público, Pilotos de vehículos eléctricos, sistemas prepago de energía, por ejemplo la empresa Excelec única en Colombia lidera el tema de tecnologías smart grid con soluciones de energía prepago, únicas en el sector colombiano. (<http://www.transformacionsostenible.com.co/uploads/portafolio-bbs-espanol.pdf>)

## Conclusiones

Colombia está en un proceso de crecimiento y aprendizaje en toda la estructura de medición inteligente, para los cual se tiene en cuenta:

Analizar los costos que implica la implementación de estas tecnologías y modelos de red y mirar las tablas tarifarias.

En Colombia falta políticas y campañas que permitan estructuras de eficiencia en consumos energéticos.

Los modelos bidireccionales necesitan tener claro negociaciones para lograr y facilitar entrega de los excedentes.



Colombia tiene que crecer es más discusiones sobre las redes inteligentes que aportan valores importantes en toda la estructura de la red con mejoras en la eficiencia, y así lograr costos interesantes.

## Referencias

- ◆ Díaz, C. Hernández, J. 2011, Smart Grid: Las TICs y la modernización de las redes de energía eléctrica.
- ◆ J.A. Barrantes, 2012 abril [http://www.aec.es/c/document\\_library/get\\_file?uuid=697160ba-ed93-45ce-9d2a-2ed47c445ceb&groupId=10128](http://www.aec.es/c/document_library/get_file?uuid=697160ba-ed93-45ce-9d2a-2ed47c445ceb&groupId=10128) Diseñando el sistema eléctrico del futuro Director de Calidad y Smartgrids de la Dirección General de Distribución de Endesa.
- ◆ T. Masuo, Activities and Status of Focus Group on Smart Grid in ITU-T (2011, 9 septiembre), [https://www.ntt-review.jp/archive/ntttechnical.php?contents=ntr201109gls.pdf&mode=show\\_pdf](https://www.ntt-review.jp/archive/ntttechnical.php?contents=ntr201109gls.pdf&mode=show_pdf)
- ◆ P.D. Gallagher, Director U.S. Department of Commerce (Enero 2010)
- ◆ [http://www.nist.gov/public\\_affairs/releases/upload/smartgrid\\_interoperability\\_final.pdf](http://www.nist.gov/public_affairs/releases/upload/smartgrid_interoperability_final.pdf)
- ◆ <http://www.andesco.org.co/site/assets/media/III-Eficiencia/4-COLOMBIA-INTELIGENTE.pdf>
- ◆ Andesco-UPME(19 de febrero 2013) <http://www.andesco.org.co/site/assets/media/III-Eficiencia/4-COLOMBIA-INTELIGENTE.pdf>
- ◆ Ministro de Comercio, Industria y Turismo(2012).<http://www.transformacionsostenible.com.co/uploads/portafolio-bbs-espanol.pdf>
- ◆ ZeitgeistLab.ca (2013) <http://zeitgeistlab.ca/doc/Guide-for-Smart-Grid-interoperability.html>
- ◆ [8] SCE-Cisco-IBM SGRA Team( Julio 14 2011)
- ◆ <http://www.pointview.com/data/files/1/636/2181.pdf>

