

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES



Maestría en Energía

Energía Informacional – Smart Metering

Autor: Claudio Marcelo Cheminet

Título de Grado: Ingeniero Electrónico

Facultad Ingeniería Universidad de Buenos Aires – 1993

Maestría en Administración (MBA)

Facultad Ciencias Económicas Universidad Buenos Aires - 2004

Tutor: Mag. Ing. Gustavo Barbera

Agosto 2018, Buenos Aires

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES



Jurado de la tesis

Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento, a todas las instituciones, organizaciones y profesionales que me brindaron la información necesaria para la concreción de este trabajo, como así también al personal y docentes de la maestría multidisciplinaria en Energía.

También deseo reconocer la dedicación y consejos de mi tutor Gustavo Barbera.

Finalmente, a mi esposa Dorita y mis hijos Melina y Mauro que me permitieron parte de su tiempo para la realización del trabajo.

Índice General

1. RAZONES DEL PLANTEO DEL TEMA DE TESIS	1
2. PRESENTACIÓN DEL TEMA A TRATAR	3
3. INTRODUCCIÓN	8
4. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS	9
5. MARCO TEORICO	12
5.1 ENERGÍA Y SOCIEDAD	12
5.2 ELECTRICIDAD Y SOCIEDAD	18
5.3 SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO	19
5.4 SMART CITIES	22
5.5 SMART GRIDS	24
5.6 SMART METERING	26
5.7 ABORDAJE MULTIDISCIPLINARIO	28
5.8 MODELO REFERENCIAL	28
5.8.1 Modelo Conceptual de Smart Grid	28
5.8.2 Modelo Conceptual de Smart Metering	33
6. ANALISIS DE LOS DATOS E INFORMACIÓN	36
6.1 DOMINIO GENERAL Y/O SOCIAL	36
6.2 DOMINIO TECNOLÓGICO Y LAS TICs (COMO AGENTE MOTIVADOR O DRIVER)	60
6.3 DOMINIO ECONÓMICO/NEGOCIOS	79
6.4 DOMINIO INFORMACIONAL (O DE LA INFORMACIÓN)	97
6.4.1 La Información ¿Bien Público?	97
6.4.2 Bienes Públicos	97
6.4.3 Fallos de Información	98
6.4.4 Mecanismos Voluntarios	98
6.4.5 La información en el contexto de Smart metering	98
6.5 DOMINIO REGULATORIO	103
6.6 EJEMPLOS DE ROLL-OUT DE SMART METERS	120
7. ANÁLISIS DE ENCUESTAS A EXPERTOS EN DISTRIBUIDORES DE ENERGÍA ELECTRICA	131
7.1 RESPUESTAS DEL DOMINIO GENERAL Y/O SOCIAL	131
7.2 RESPUESTAS DEL DOMINIO REGULATORIO	135

7.3 RESPUESTAS DEL DOMINIO ECONÓMICO O NEGOCIOS	137
7.4 RESPUESTAS DEL DOMINIO TECNOLÓGICO Y LAS TICs	140
7.5 RESPUESTAS DEL DOMINIO DE LA INFORMACIÓN	142
8. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	145
8.1 CONCLUSIONES	145
8.2 OPINIONES, INTERROGANTES Y PROPUESTAS	149
9. BIBLIOGRAFÍA	151

Índice de Cuadros

Tabla 1 Dominios en una smart grid	30
Tabla 2 Datos consumo Europa.Fuente: Eurostat and European Environment Agency .	50
Tabla 3 Datos generación Europa.Fuente:Eurostat and European Environment Agency	51
Tabla 4 Costo de la energía por país (Europa).....	53
Tabla 5 Los principales DSOs de Europa.....	55
Tabla 6: Parámetros claves de smart metering para electricidad	87
Tabla 7 Parámetros claves de smart metering para gas.....	88
Tabla 8 Funciones de diferentes organismos en EE.UU para desarrollo de smart grid	106
Tabla 9 Ejemplo del estado de la regulación en los diferentes estados de EE.UU	109
Tabla 10 Despliegues de smart metering en europea	122
Tabla 11 Drivers para la adopción de smart metering	134
Tabla 12 Tipo de regulación SM.....	137

Índice de Figuras

Ilustración 1 Tasa de adopción de smart metering	7
Ilustración 2 Diagrama de Sankey	16
Ilustración 3 Modelo conceptual Smart Grid - Interacciones entre diferentes dominios ..	29
Ilustración 4 Modelo conceptual basado en el IEEE	31
Ilustración 5 Extensión Europea del modelo NIST	32
Ilustración 6 Las TICs en la cadena de valor de la energía eléctrica	32
Ilustración 7 Smart Meter en una sociedad basada en las TICs	33
Ilustración 8 Modelo conceptual Smart Metering	34
Ilustración 9 Ejemplo de tasa de adopción de las diferentes tecnologías	38
Ilustración 10 SM - drivers, restricciones y oportunidades.	49
Ilustración 11 Introducción Smart meters (fuente: Navigant Research)	58
Ilustración 12 Responsable de la implementación de Smart metering en Europa	58
Ilustración 13 Puntos de medición en países europeos	59
Ilustración 14 Tasa de inclusión de Smart meters hacia 2020	59
Ilustración 15 Convergencia caminos tecnológicos	60
Ilustración 16 Red eléctrica tradicional	61
Ilustración 17 Red eléctrica basada en Smart Grid	62
Ilustración 18 Bloques principales de una solución de Smart metering	63
Ilustración 19 Infraestructura de Smart Metering. Fuente: Berg Insight	64
Ilustración 20 Ejemplo redes de comunicaciones Source: Berg Insight/iStockphoto.....	65
Ilustración 21 Evolución tecnológica del mercado eléctrico	66
Ilustración 22 Evolución de los sistemas de medición inteligentes	67
Ilustración 23 Proceso de negocios soportados por un sistema MDM.	69
Ilustración 24 Conectividad basada en PLC. Fuente: MarketsandMarkets Analysis	73
Ilustración 25 Conectividad basada en RF. Fuente: MarketsandMarkets Analysis	74
Ilustración 26 Infraestructura de comunicaciones	75
Ilustración 27 Respuesta a la demanda por regiones. Fuente: Navigant Research.....	79
Ilustración 28 Formas de financiar el despliegue de Smart metering en Europa	94
Ilustración 29 Vida útil de los Smart Meters considerados en los modelos de negocios	95

Ilustración 30 Análisis costo – beneficio	95
Ilustración 31 Costo por punto de medición expresado en euros	96
Ilustración 32 Beneficios de implementar Smart metering	96
Ilustración 33 Responsables por la información generada en los Smart meters	103
Ilustración 34 Legislación y Regulación de Medidores Avanzados (smart metering)....	113
Ilustración 35 Legislación y Regulación sobre Respuesta a la Demanda	114
Ilustración 36 Legislación y regulación sobre medición neta y generación distribuida ..	114
Ilustración 37 Europa – Mercado competitivo vs regulado.....	115
Ilustración 38 Smart Meters estimados final 2014. Source: Greentech Media 2014	121
Ilustración 39 Incentivos del estado a la introducción de Smart Grid o Smart Meter.....	131
Ilustración 40 Hay decisión por parte del distribuidor de energía en adoptar SG o SM	132
Ilustración 41 Momento de despliegue de SM o SM+SG.....	133
Ilustración 42 Razones para implementar SM / SG	134
Ilustración 43 Grado de aceptación de los SM por los clientes	135
Ilustración 44 Debería haber regulación en SM y/o SG	136
Ilustración 45 Existen incentivos para desarrollar SM y/o SG.....	138
Ilustración 46 Opciones a partir de los Smart Meters y/o Smart Grid.....	139
Ilustración 47 Quien debería asumir los costos de implementar Smart Metering.....	140
Ilustración 48 Percepción madurez tecnología SM en ARG	141
Ilustración 49 Estandarización SM.....	141
Ilustración 50 Percepción de las soluciones de SM	142
Ilustración 51 Administrador de la información generada por los Smart Meters	143
Ilustración 52 Estandarización de la información generada en los Smart meters	143
Ilustración 53 Acceso a la información obtenida de los Smart Meters	144

Declaración

“Declaro que el material incluido en esta tesis es, a mi mejor saber y entender, original, producto de mi propio trabajo (salvo en la medida en que se identifique explícitamente las contribuciones de otros), y que este material no lo he presentado, en forma parcial o total, como una tesis en esta u otra institución.”

Abreviaturas

3PP: Third Party Product

ADN: Acido DesoxirriboNucleico

AMI: Advanced Metering Infrastructure

AMR: Automatic Meter Reading

ARRA: American Recovery and Reinvestment Act

CEARE: Centro de Estudios de la Actividad Regulatoria Energética.

CDs: Compact Disks

CENELEC: Comité Europeo de Normalización Electrotécnica

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CH4: Metano

CO2: Dióxido de Carbono

C&I: Commercial and Industrial

DCU: Data Concentrator Unit

DER: Distributed Energy Resources

DG: Distributed Generation

DOE: Department of Energy

DR: Demand Response

DSM: Demand Side Management

DSO: Distribution System Operator

DVDs: Digital Versatile Disc

EC: European Commission

ECR: European Commission Research

EMF: Electric and Magnetic Field

EPA: Environmental Protection Agency

EPRI: Electrical Institute of Standards

ESCO: Energy Service Companies

ETSI: European Telecommunications Standards Institute

EU: European Union

GLP: Gas Licuado de Petróleo

GPS: Global Positioning System

HAN: Home Area Network

ICT (TIC): Information and Communication Technologies

IHD: Information In-House Display

IEC: International Electrotechnical Commission

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers

IoT: Internet of the Things

IP: Internet Protocol

IPsec: Internet Protocol security

I+D: Investigación y Desarrollo

Kw: Kilowatt

Kwh: Kilowatthora

LAN: Local Area Network

M2M: Machine to Machine

MDM/S: Meter Data Management/System

MIT: Massachusetts Institute of Technology

MT/BT: Media Tensión / Baja Tension

NAN: Neighborhood Area Network

NIST: National Institute of Standards

N₂O: Óxido Nitroso

NO₂: Dióxido de Nitrógeno

ONG: Organizaciones No Gubernamentales

OPEN: Open Public Extended Network

PEV: Plug-in Electric Vehicle

PHEV: Plug-in Hybrid Electric Vehicle

PKI: Public Key Infrastructure

PLC: Power Line Communication

PUC: Public Utilities Commissions

RF: Radio Frequency

SG: Smart Grid

SM: Smart Meter

SO₂: Dióxido de Azufre

SUV: Sport Utility Vehicle

TIC: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

TOU: Time of Use

VEE: Validate, Estimate and Edit

WAN: Wide Area Network

We: Watts eléctricos

Wt: Watts térmicos

Resumen

Desde diferentes dominios, la distribución de la energía eléctrica se encuentra en un momento disruptivo a nivel global en la búsqueda de la eficiencia energética; donde uno de sus objetivos es minimizar los impactos del cambio climático. Esto ha motivado la innovación tecnológica a partir de la aparición de redes Smart Grid y Smart Metering.

Todo cambio tecnológico tiene un impacto social, más aún con el advenimiento de las TICs, que impacta en los consumidores, los propios proveedores del servicio y aparecen nuevos actores en la cadena de valor que requieren la adecuación tanto de la sociedad como de los actores intervinientes, dando lugar a una nueva revisión de la regulación, procesos y las costumbres sociales.

Este trabajo descriptivo de smart metering trata de analizar y si es posible responder los interrogantes que aquí se plantean a partir de un modelo referencial de análisis basado en 5 dominios principales. El dominio Social o General, el dominio Tecnológico y de las TICs, el dominio Económico o de Negocios, el dominio de la Información o Informacional y el dominio Regulatorio.

El dominio social o general analiza los temas generales que involucran o impactan a la sociedad cuando se introduce el concepto de smart metering, cuáles son los principales inductores de sus defensores y los principales puntos para quienes no la consideran una opción. El dominio de las tecnologías y de las TICs trata de analizar el impacto de la solución de smart metering y sus consecuencias, el grado de estandarización de la tecnología. El dominio económico o de negocios descubre cuáles son los impactos de la solución desde el punto de vista económico, tal como los beneficios que brinda a los involucrados en la cadena de valor. En el dominio de la Información por otro lado, se intenta analizar las características de la información obtenida de los smart meters, su manejo y gestión. Finalmente, el dominio regulatorio como marco de viabilidad, orden y equilibrio entre los actores intervinientes.

La información para el análisis del trabajo de tesis se obtuvo a través de investigación en la web, mediante bibliografía especializada y a través de encuestas y entrevistas de expertos en el medio.

A modo de resumen sobre las conclusiones se observa que el tema de smart metering se encuentra establecido en Europa, Estados Unidos y Canadá. A través de la regulación, los organismos de estandarización, los proveedores de tecnología, y en los distribuidores y usuarios mediante despliegues no sólo de smart metering sino también de smart grids.

En Latinoamérica están comenzando a tomar presencia el análisis y las discusiones respecto al smart metering. En Argentina no se ha llegado al nivel de discusión y análisis, al menos desde las empresas de distribución de energía eléctrica o el ministerio de energía y minería.

Una conclusión importante, que se deriva del análisis del desarrollo del trabajo, es que es necesario realizar un análisis de costo-beneficio para determinar las prioridades y estrategias de despliegues de smart metering. Por otro lado, la regulación debería poder definir las reglas de juego lo más claras posibles y posibilitar o generar incentivos para la adopción de smart metering, en el caso que smart metering sea definido como tema en la agenda del estado o gobierno.

El despliegue del sistema de smart metering no es algo simple, e involucra diferentes dominios, por lo que la planificación es otra de las características que impactan en este tipo de proyectos.

La tecnología de los smart meters, las TICs y la información generada o recibida en estos nuevos dispositivos son los principales disruptores del cambio en las redes de distribución de energía eléctrica. Por lo tanto, el grado de estandarización de las soluciones, como así también la gestión de la seguridad y confidencialidad de la información toman un rol significativo en los distribuidores de energía eléctrica.

Lista de palabras claves

Información – Energía Eléctrica – Energía informacional – Smart Meter – Smart Metering
– Smart Grid – Sociedad –Smart City – Seguridad – TICs

1. RAZONES DEL PLANTEO DEL TEMA DE TESIS

Motivado por el interés fundamental de conocer las relaciones entre los sistemas de energía, el cambio social, y los desafíos ambientales asociados con la energía, y el interés de la sociedad en la energía y sus efectos como una preocupación global de carácter crítico.

A continuación, se exponen las razones que me impulsan a la realización del trabajo de tesis sobre el tema a tratar.

Razones Objetivas

El trabajo de tesis pretende describir las acciones que se están desarrollando alrededor de smart metering.

Esta propuesta puede resultar útil a:

- a. Funcionarios públicos nacionales, provinciales o locales, a generadores de políticas públicas, organizaciones no gubernamentales (ONGs), que estén comprometidos con la generación de políticas y proyectos para la búsqueda de eficiencias del lado de la demanda y sobre el uso racional de la energía.
- b. Empresas proveedoras de servicios de distribución de energía eléctrica (empresas privadas, estatales, cooperativas de servicios públicos) podrían considerar la tesis como una fuente útil de información para la determinación de políticas, estrategias o alianzas en el ámbito nacional, provincial, o local.
- c. Otro tipo de entidades u organizaciones a los cuales podría resultar útil este trabajo son los proveedores de tecnología, proveedores de comunicaciones y proveedores de soluciones TICs, quienes pueden generar una oportunidad de negocio dentro de la cadena de valor de soluciones de smart metering.

Razones Subjetivas

Adicionalmente, el tema de tesis tiene motivaciones profesionales y personales a partir del interés de smart cities, smart grids y smart metering.

Enlazado con lo anterior, está presente mi profesión, mi actividad y experiencia profesional en el campo de las telecomunicaciones y las TICs.

Por último, como inquietud personal deseo conocer con mayor detalle las diferentes dimensiones que intervienen en las actividades concernientes con las tecnologías de la información, las telecomunicaciones y el mercado de distribución de energía y, el

negocio y las necesidades que se desarrollan alrededor de éstas; la viabilidad y potencialidades que brindan estas actividades para el desarrollo de nuevos modelos de negocios, de eficiencia y sustentabilidad energética.

2. PRESENTACIÓN DEL TEMA A TRATAR

Nosotros, la sociedad toda, estamos siendo partícipes de un nuevo paradigma social con alto contenido tecnológico.

Este nuevo marco social se da en llamar sociedad del conocimiento, sociedad de la información o era digital. Su característica principal es el uso intensivo de las herramientas de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en todo orden de la actividad humana; donde su ignorancia o atraso impacta en un amplio espectro de las actividades, perdiendo ventajas competitivas y distintivas en actividades comerciales, económicas, educativas, financieras, gubernamentales y sociales.

La tecnología ha sido a través de los tiempos, una *dimensión fundamental* para el cambio de la sociedad.

La sociedad evoluciona y se transforma en función de una compleja interacción multidimensional de factores *culturales, económicos, políticos y tecnológicos*.

La revolución industrial constituyó el industrialismo, al pasar de una sociedad agraria centrada en una organización basada en artesanos y trabajadores y productores de la tierra, en un paradigma caracterizado por la capacidad de generar y distribuir energía a través de artefactos elaborados por el ser humano sin depender del entorno natural, considerando a la energía una fuente primaria para todos los tipos de actividades (Himanen, Pekka, 2002).

A partir de la década del 70' (1970) nace un nuevo paradigma organizado en torno a la tecnología de la información: el "Informacionalismo".

Se observa que existe una convergencia teórica entre los campos tecnológicos de la microelectrónica y la ingeniería genética alrededor del paradigma analítico basado en la interrelación en la red, la autoorganización y las propiedades emergentes (Manuel Castells, 2002).

El tema por tratar relaciona las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs), con los procesos de automatización de la información que los operadores de distribución de energía eléctrica pueden utilizar para la obtención de información sobre las características, requerimientos y necesidades de la demanda de energía de sus clientes o usuarios finales.

Trata de analizar el impacto de incorporar las herramientas que brindan las TICs para un mejor aprovechamiento de la información sobre la demanda de energía a nivel de distribución, tanto histórica como de tiempo real para los diferentes procesos o

actividades. También la posibilidad de obtener, agregar o generar nuevo conocimiento al contar con la capacidad de realizar análisis e interpretaciones correlacionando esta información, que quizás por falta de herramientas adecuadas, antes no era posible.

El informacionalismo proporciona la base para un determinado tipo de estructura social, “La Sociedad Red” como lo define Castells en la era de la información (Manuel Castells, 2002). Sin el informacionalismo, la sociedad red no podría existir. La nueva economía y la vida social se sustentan en redes.

Por definición una red carece de centro, y sólo tiene nodos. Los nodos aumentan su importancia para la red absorbiendo más información y procesándola de forma más eficiente. Las redes operan con una lógica binaria: Inclusión/Exclusión.

Tal como los gobernantes (de EE. UU.) reconocieron, en la década del 30' (1930), que los sistemas de autopistas y carreteras eran vitales para el futuro, la interconexión y disponibilidad de información hoy se convierten en un recurso vital para la Sociedad en Red.

La analogía con las autopistas nacionales (EE.UU.) refleja que las redes soportan y mantienen a toda la sociedad moderna. Las naciones con redes bien construidas y mantenidas tienden a prosperar.

Las redes de transporte llevan mercancías, las redes de energía entregan poder y combustible; y las redes de comunicaciones transportan información, ideas, conocimiento, creatividad, e inteligencia para que las organizaciones y las personas los utilicen.

Las externalidades de red fueron primeramente definidas y comentadas por Jeffrey Rohlfs (1974). La idea permaneció latente durante varios años hasta que Katz y Shapiro (1985) reconocieron su importancia estratégica (Shapiro Carl, Varian Hal, 1999).

El nivel de conectividad entre actores e ideas se está incrementando dramáticamente.

Se comienza a observar su impacto, y sólo una parte de ello ha sido medido e interpretado; la nueva economía se rige por la eficiencia dinámica, y no estática como fue en la sociedad industrial.

Otro concepto (relacionado tanto a las TICs, como a la capacidad de creación de valor de la información disponible en diferentes actividades o procesos que puedan ser utilizados de manera eficiente, en tiempo real o no, por otras actividades o como

complementos a otras actividades y fuentes de información o lógicas de correlación), es el que se define o se conoce como Big Data¹.

Dentro del contexto de “Smart Cities”, focalizando el análisis en el sistema de distribución de energía eléctrica, evolucionando hacia soluciones basadas en “Smart Grids”², y dentro del contexto de éstas, especificando aún más dentro del sistema de distribución de energía eléctrica, el objetivo es concentrarse en el análisis de “Smart Metering”.

El concepto de smart metering propone un primer paso en la evolución hacia soluciones de distribución de energía eléctrica con la capacidad de obtener información en tiempo real, permitiendo tanto al distribuidor como al usuario o regulador disponer de información sobre los consumos individuales, agregados e históricos para diversos fines según quién utilice la información generada.

Para los consumidores, disponer de información con el fin de poder determinar y planificar los consumos diarios, o para conocer cuando la oferta de la energía es más conveniente desde el punto de vista tarifario.

En caso de ser un distribuidor de energía, conocer con detalle las estacionalidades o fenómenos eventuales, esporádicos u ocasionales; tener la capacidad de disponer información sobre la evolución de los consumos en su área de aplicación, por ejemplo con el fin de poder determinar con mayor precisión la planificación de sus inversiones, o tener la posibilidad de ofrecer diferentes productos de energía, pudiendo diferenciar el valor de la energía dependiendo del momento en que se ofrece (un producto energético diferente dependiente del tiempo en función a los costos horarios). Disponer de información útil y capacidad de control y auditoría para proveer “energía eléctrica básica” a sectores de bajos recursos que no tienen capacidad de afrontar una tarifa residencial estándar.

Al ente regulador o el ministerio de energía y minería, puede resultarle útil disponer de información que permita definir políticas (relacionadas al área), o como herramienta de planificación tanto a nivel de distribución como de transporte o de generación.

¹ Big Data es el término para una colección de conjuntos de datos tan grandes y complejos que es dificultoso procesar utilizando las herramientas de base de datos disponibles o las aplicaciones de procesamiento de datos tradicionales. El desafío incluye la captura, aseguramiento, búsqueda, intercambio, transferencia, análisis y visualización. - White, Tom (10 May 2012). Hadoop: The Definitive Guide. O'Reilly Media. p. 3. ISBN 978-1-4493-3877-0.- "MIKE2.0, Big Data Definition". - Kusnetzky, Dan. "What is "Big Data?"". ZDNet. - Vance, Ashley (22 April 2010). "Start-Up Goes After Big Data With Hadoop Helper". New York Times Blog.- "Data, data everywhere". The Economist. 25 February 2010. Retrieved 9 December 2012.

² Smart grid es una red eléctrica modernizada que usa tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) para reunir y actuar en función de la información, tal como información acerca de los comportamientos de los proveedores y consumidores, y de una manera automática proveer una mejora en la eficiencia, disponibilidad, economía, y sustentabilidad de la producción y distribución de la electricidad. - U.S. Department of Energy. "Smart Grid / Department of Energy". Retrieved 2012-06-18.

Adicionalmente, disponer de información para analizar e implementar políticas de subsidios a la energía eléctrica.

Además, proveer la capacidad, tanto para los consumidores, distribuidores o reguladores, de disponer de información para poder auditar el uso de la energía eléctrica de forma más precisa, óptima y focalizada.

La idea subyacente intenta analizar si la automatización de los procesos de lectura de consumo de energía y obtención de información, aplicando tecnologías de las TICs, permite extraer conclusiones sobre los siguientes objetivos:

¿Es posible que la aplicación de las TICs permita o ayude a implementar o diseñar políticas o acciones tendientes a lograr eficiencia del lado de la demanda de energía?

¿Qué razones tendrían los distribuidores de energía para implementar este tipo de soluciones en sus operaciones?

¿Existe un beneficio para la sociedad en su conjunto, al implementar este tipo de soluciones?

¿Los reguladores, qué deberían regular? ¿Existen planes para regular, en el corto o mediano plazo, la adopción de estas soluciones?

¿Quién es el “dueño” de la información obtenida? ¿Es el Regulador, es el operador, son los usuarios o consumidores?

¿La información obtenida desde las redes de distribución de energía eléctrica, se regula? ¿Se debe regular? ¿Quién la debe regular?

¿La información obtenida debe ser pública, privada o restringida? ¿Por qué?

¿Hay recursos locales, tanto a nivel de soluciones (tecnología) como de recursos humanos, que puedan intervenir en la cadena de valor para el desarrollo de este tipo de soluciones, o son soluciones con tecnología y recursos humanos foráneos?

Se tratará de describir en qué fase se encuentra el proceso de adopción de Smart Metering a nivel global, como también indagar acerca de las posibilidades de su implementación en el país, tratando de identificar cuáles son los drivers o impulsores que impactan en su adopción.

El tema que engloba los interrogantes antes mencionados podríamos sintetizarlo en:

Las tecnologías de la Información y las comunicaciones (TICs) y el sector de distribución de energía eléctrica: smart metering.

¿La adopción de smart metering es una opción? ¿Para quién?

Como reflexión final, tratar de deducir en qué fase se encuentra la adopción de smart metering y qué políticas o acciones se podrían aplicar para acelerar su introducción.

¿Pueden las políticas regulatorias o acciones independientes de las distribuidoras de energía eléctrica acelerar la adopción de Smart Metering?

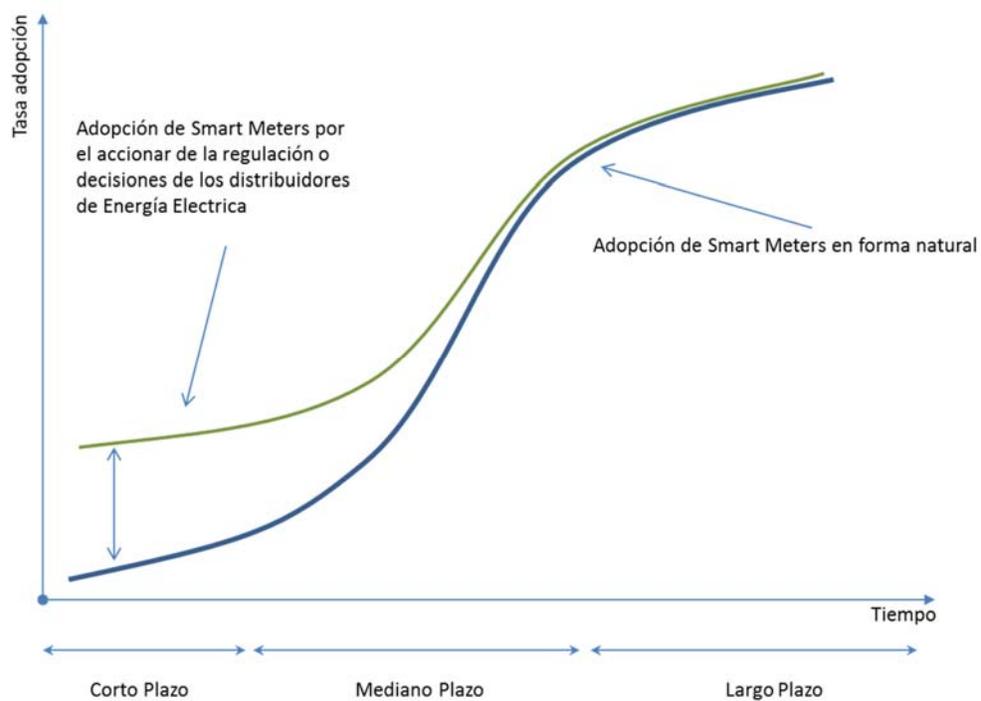


Ilustración 1 Tasa de adopción de smart metering

3. INTRODUCCIÓN

El ámbito de la energía informacional abarca conceptos como energía, sociedad e información posibilitando una relación más fluida, dinámica mediante un intercambio bidireccional de información y energía entre las empresas de distribución de energía eléctrica y sus usuarios, con beneficios no solo para ellos sino para la sociedad toda, a partir de eficiencias posibles de obtener con la introducción de soluciones de smart metering.

El concepto de smart metering propone un primer paso en la evolución hacia soluciones de distribución de energía eléctrica con la capacidad de obtener información en tiempo real, permitiendo generar información útil para los diferentes actores intervinientes en la cadena de valor, y tomar las acciones posibles donde el objetivo resulte en la utilización eficiente de la energía eléctrica, posibilitando el acceso a la energía a toda la sociedad dentro de un marco sustentable tanto del consumo como de la generación.

La geopolítica de la energía es compleja, costosa y polémica. Mientras que la mayoría de los países se basan en los mercados mundiales de energía para la provisión de sus necesidades de petróleo, gas natural, uranio, o electricidad; las vulnerabilidades económicas y políticas de la dependencia energética son cada vez más evidentes, las redes inteligentes son parte de las reformas del sistema de energía para mejorar la independencia energética.

La promesa de redes inteligentes (smart grid) para la independencia energética se extiende más allá de los EE. UU como principal impulsor de la eficiencia e independencia energética. El gobierno danés se ha comprometido a lograr la independencia energética para el año 2050, y el desarrollo de redes inteligentes es fundamental para su estrategia. Debido a que Dinamarca no tiene recursos fósiles nativos, la independencia energética requiere vínculos con una red eléctrica nórdica y la independencia de los combustibles fósiles.

Es por ello, como la energía toca diferentes dominios de la actividad humana, sociales, políticos, técnicos, regulatorios y económicos, el trabajo de tesis toma un abordaje de los sistemas más allá de la visión lineal convencional de la ciencia, la tecnología y la innovación. Se considera una visión más amplia que incorpora además la dimensión social y regulatoria.

4. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS

El trabajo de tesis pretende ser un punto de partida en el análisis y estudio de smart metering y sus implicancias en los diferentes dominios de los cuales forma parte. La importancia de smart metering emerge al formar parte de smart grid, y toda implicancia tecnológica tiene sus consecuencias sociales y políticas, es por ello por lo que el trabajo de tesis intenta abarcar temas interdisciplinarios.

Deseando que esta tesis pueda ser tomada como referencia para analizar si existe algún grado de correlación entre los indicadores que muestran el grado de adopción de “smart metering” con la generación de eficiencias y nuevos modelos de negocios por parte de los distribuidores de energía, los beneficios para la sociedad y los consumidores, como así también el grado óptimo o mínimo de regulación que permitan la adopción de “smart metering”.

Tomando como premisa que nos encontramos inmersos en un marco social donde se observa la irrupción de las TICs en todo orden de las actividades humanas, se propone.

Objetivos Generales

Los objetivos generales del trabajo de tesis consisten en:

“Realizar una descripción de los principales planes, acciones, argumentos, programas o estrategias que llevan a la adopción de smart metering”

Se intenta responder los siguientes interrogantes:

¿La adopción de smart metering es una opción? ¿Para quién?

Objetivos Específicos

Como objetivos específicos se pretende:

- a. Presentar los indicadores relacionados con la adopción de Smart Metering.
- b. Describir la regulación o incentivos existentes en los países donde se ha adoptado smart metering.
- c. Realizar una comparativa entre los planes, acciones o programas que muestran los diferentes distribuidores de energía eléctrica sobre el estado de adopción de Smart Metering. Se pretende tomar como referencia exterior principalmente a países europeos y Estados Unidos.

d. Obtener opiniones calificadas sobre las ventajas, desventajas, beneficios o no sobre la adopción de Smart Metering.

e. Proveer de referencias o lineamientos sobre posibles estrategias a seguir para la adopción de smart metering. Mostrar estrategias alternativas a seguir por estas organizaciones y/o la regulación. Mostrar casos testigos si existen.

f. Describir el impacto del lado de la demanda, respecto a la eficiencia económica.

g. Describir los esquemas regulatorios en países donde se ha implementado smart metering (si existen).

h. Analizar los siguientes interrogantes:

- ¿Qué implica no implementar smart metering?

- ¿Los directivos de las organizaciones conocen los beneficios o no de smart metering?

- ¿Las autoridades de gobierno (nacional, provincial o local) conocen el concepto y ventajas o desventajas (impactos positivos y/o negativos) de smart metering?

Disponer de la descripción de los planes, acciones, programas o estrategias que se están desarrollando, permite disponer de una base referencial para poder analizar a largo plazo si existe algún grado de correlación entre los indicadores que muestran la adopción de smart metering y los beneficios o no obtenidos tanto para la sociedad, como para los consumidores o los operadores de distribución de energía eléctrica.

Técnicas utilizadas para alcanzar los objetivos

La definición de las técnicas, herramientas e instrumentos para alcanzar los objetivos requiere adicionalmente definir el universo de elementos a considerar relacionadas con el problema de investigación. Además, la población, las muestras y las unidades.

Entendemos por instrumentos a las diferentes tecnologías utilizadas para la obtención de los datos.

Las tareas de operacionalización de conceptos y de construcción del soporte material en el que se registrarán los datos, se caracterizan al momento de construcción de los instrumentos. (Rut Vieytes 2004).

El tema de estudio se basa en una problemática contemporánea, que tiene que ver con el desarrollo de las sociedades y las tecnologías.

Para dar cumplimiento a los objetivos específicos considerados, el trabajo de tesis se basará en las siguientes actividades principales:

Planteo teórico (definiciones teóricas del concepto de smart metering y de los indicadores involucrados).

1. Para ello, las técnicas de obtención de datos se basarán principalmente en información bibliográfica, publicaciones existentes, documentos y papers elaborados por diferentes actores involucrados (universidades, reguladores, proveedores de tecnología, expertos en el área de energía y de las TICs).

2. Encuestas para la obtención de datos desde los distribuidores de energía eléctrica, entidades y organismos públicos y privados nacionales.

3. Entrevistas a expertos locales sobre el tema central del trabajo.

5. MARCO TEORICO

Cuando se propone conocer sobre la energía, de alguna forma nos proponemos establecer las reglas que determinan su funcionamiento con el objeto de controlarla en forma útil para la supervivencia en primer lugar, y para nuestro progreso en segunda instancia.

Lo obvio no se percibe hasta que su ausencia nos pone en evidencia sobre su utilidad. La energía, en sus diferentes formas, ha sido inherente al ser humano desde su aparición en la Tierra. Sin embargo, las primeras leyes científicas asignadas específicamente a la explicación de la energía – la termodinámica – son del siglo XIX y sus bases teóricas previas se ubican algunas décadas antes de los trabajos de Joule³.

Este trabajo de tesis representa una mirada holística que integra en forma crítica las dimensiones culturales y sociales, las cuales han sido generalmente minimizadas (o ignoradas) en una perspectiva reduccionista tecno-económica como generalmente se abordan los dominios descriptivos de los sistemas de energía.

5.1 ENERGÍA Y SOCIEDAD

La Energía ha estado vinculada o ha sido causante del desarrollo de la organización económica y social del ser humano a lo largo de la historia, desde la dominación del fuego hasta la fisión nuclear.

Por ello requiere del basamento científico y de su evolución a través del tiempo y, además, del conocimiento de cómo las fuentes de energía que la humanidad ha dominado con el correr de los años han contribuido a su transformación organizativa en lo económico-social y político. (CEARE – Materia Historia Económica y Social del Desarrollo Energético – 2013)

La necesidad de la energía es evidente, en primer orden porque la propia vida biológica está basada en procesos de oxidación que consumen energía y generan residuos. Adicionalmente, porque la actividad humana requiere en cada momento, de forma indispensable y generalizada, emplearla: en la agricultura (abonos, secaderos,

³ James Prescott Joule (1818 - 1889) Físico inglés, conocido sobre todo por sus investigaciones en electricidad, termodinámica y energía. Joule estudió el magnetismo, y descubrió su relación con el trabajo mecánico, lo cual le condujo a la teoría de la energía. La unidad internacional de energía, calor y trabajo, el Joule (o julio), fue bautizada en su honor. Trabajó con Lord Kelvin para desarrollar la escala absoluta de la temperatura, hizo observaciones sobre la teoría termodinámica (Efecto Joule-Thomson) y encontró una relación entre la corriente eléctrica que atraviesa una resistencia y el calor disipado, llamada actualmente como ley de Joule. Joule recibió muchos honores de universidades y sociedades científicas de todo el mundo. Sus escritos científicos (2 volúmenes) se publicaron en 1885 y 1887 respectivamente

plaguicidas, cosechadoras, etc.), en todos los procesos industriales (calor, frío, metalurgia, alimentación, etc.), en los medios de transporte (terrestres, marítimos y aéreos), en los hogares, en las actividades recreativas, en los servicios (financieros, información, comunicación), etc.

En definitiva, las sociedades actuales, sea cual fuere su nivel de bienestar, no pueden funcionar ni sobrevivir sin un abastecimiento adecuado y regular de energía, de forma que todo el proceso del ciclo energético (obtención, procesado y suministro de energía allí donde y cuando se requiera y al menor costo posible) constituye un apartado significativo del sistema económico mundial. También, por todo ello y por su carácter de "insustituible", la energía es un factor geopolítico y geoeconómico que protagoniza las relaciones y la convivencia humana, con sus conflictos y sus logros.

La enorme importancia de la energía en el mundo actual no debe inducirnos a pensar que su uso sea algo exclusivo de las economías modernas, pues desde tiempos remotos el hombre ha sabido utilizar, además de su propio esfuerzo físico, el de algunos animales domésticos para obtener energía mecánica; a ello unirá después las fuerzas del viento y de las corrientes de agua. El ciclo energético antiguo se completa con el calor obtenido por la combustión de la madera, usado en los hogares y en incipientes actividades fabriles para fundir metales y obtener todo tipo de herramientas y utensilios.

Con el inicio de la Revolución Industrial en Inglaterra durante el siglo XVIII, extendida a Europa y EE. UU. a lo largo de la primera mitad del siglo XIX, se producen transformaciones cualitativas y cuantitativas importantes al desaparecer paulatinamente en las sociedades más avanzadas el modelo de consumo y producción hasta entonces imperante, sustituyéndose las fuentes empleadas durante milenios por otras nuevas cuyo uso, además, se incrementa exponencialmente. La coincidencia no es casual, pues el gran salto que supone este proceso de transformaciones económicas, sociales y técnicas, conocido con el ya acuñado término de Revolución Industrial, habría sido imposible sin la sustitución de las energías hasta entonces disponibles (biomasa con la madera, animales de carga: caballos y bueyes, algunos molinos hidráulicos, etc...) por el carbón y luego por los hidrocarburos y la hidroelectricidad, añadiendo más tarde el gas y la energía nuclear, todas las cuales constituyen uno de los pilares básicos de la economía de las sociedades modernas.

Para que lo anterior sucediese fue preciso un espectacular desarrollo tecnológico, desde la máquina de vapor al reactor nuclear, pasando por el motor de explosión y el generador eléctrico que, en definitiva, hizo operativa la aplicación de esas fuentes energéticas a múltiples usos.

Aunque desde ciertas perspectivas del pensamiento ecológico se quiera negar la evidencia, existe una alta correlación entre consumo energético y toda una serie de magnitudes económicas que facilitan el bienestar social. Así, se puede comprobar cómo los países de mayor consumo de energía son los que presentan mejores niveles de bienestar y desarrollo económico. Mientras en unas sociedades existe derroche (corregible educando conductas y utilizando el sistema socioeconómico), en otras lo que falta es lo mínimo, y para subsanarlo, inevitablemente se incrementará la demanda energética (Foro Nuclear. Foro de la industria Nuclear Española. Capítulo 2. Energías y Sociedad).

Diferentes fuentes de energía: primarias, secundarias, vectores energéticos

De acuerdo con el documento de la Cepal “Sostenibilidad Energética en América Latina y El Caribe: El Aporte de las Fuentes Renovables”, se define como energía primaria y secundaria a:

Energía primaria: recursos naturales disponibles en forma directa o indirecta que no sufren ninguna modificación química o física para su uso energético. Las principales fuentes normalmente consideradas por los balances energéticos de los países de América Latina y el Caribe son: petróleo, gas natural, carbón mineral, hidroelectricidad, leña y otros subproductos de la leña, biogás; geotérmica, eólica, nuclear, solar y otras primarias como el bagazo y los residuos agropecuarios o urbanos.

Energía secundaria: conjunto de productos energéticos que han sufrido un proceso de transformación química o física, que los hace más aptos para su utilización final. Por lo general se consideran como productos secundarios: fuel oil (también denominados petróleos combustibles o bunker), diésel oil (o gas oil), gasolinas (de diferentes octanajes), kerosene, gas licuado de petróleo (GLP), gasolina y kerosene de aviación, gas de refinería, electricidad, carbón vegetal, gases, coke, gas de alto horno.

En el lenguaje cotidiano, energía es un concepto ambiguo con diversas acepciones. En física, energía es una magnitud que asociamos con la capacidad que tienen los cuerpos para realizar un trabajo.

Desde el punto de vista social y económico, se define energía como el recurso natural necesario en la producción de bienes y servicios fundamentales para el desarrollo.

En ocasiones, estos diferentes sentidos del término energía y sus derivados causan confusiones, como por ejemplo mezclar conceptos entre una fuente de energía primaria y una fuente de energía secundaria.

La ley de la conservación de la energía, fundamento del primer principio de la termodinámica, nos afirma que en un sistema físico aislado no podemos crear una nueva energía, pero podemos realizar transformaciones de la ya existente en el sistema. La energía primaria es aquella que se encuentra disponible en la naturaleza antes de ser transformada.

Las fuentes primarias derivan de la energía contenida en el sol, el calor de la tierra, el viento, el agua (ríos, lagos, mares y océanos), los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural), la biomasa, y los minerales radiactivos como el uranio. Algunas otras formas naturales de energía, como el campo magnético de la tierra, el rayo y el sonido, no son fuentes útiles para realizar trabajo (al menos en la actualidad).

Para la obtención de la energía primaria es necesario emplear energía. Consideramos a un recurso primario explotable siempre que la energía útil que nos ofrezca sea superior a la energía que invertimos en conseguirla. Pero la mayoría de las principales fuentes primarias no son utilizables directamente en el sistema. Para serlo deben ser transformadas. El resultado de esta conversión es otra fuente que denominamos portador o vector energético.

Los vectores energéticos son los productos resultantes de las transformaciones o elaboraciones de recursos energéticos naturales. El único origen posible de toda energía secundaria es un centro de transformación, y el único destino posible un centro de consumo.

A continuación, un ejemplo de los flujos de energías primarias y secundarias en un diagrama de Sankey⁴, donde también se observa la energía útil y no útil resultantes.

⁴https://www.researchgate.net/publication/270223154_Using_Sankey_diagrams_to_map_energy_flow_from_primary_fuel_to_end_use

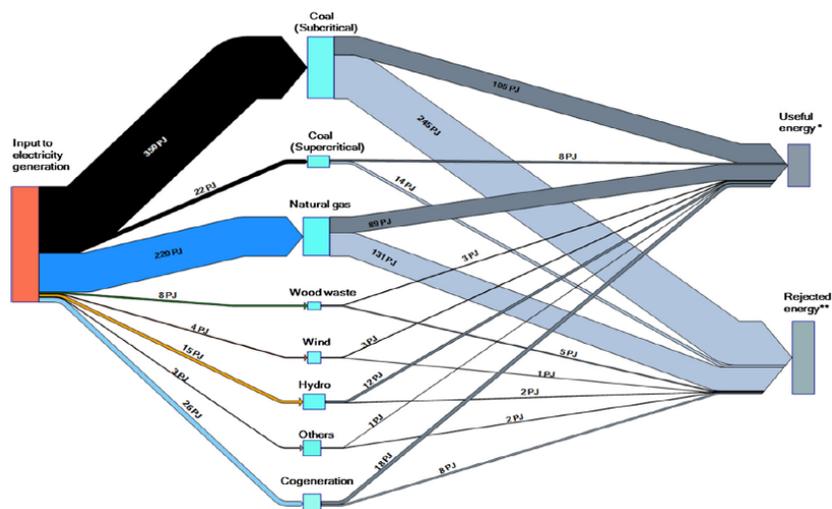


Ilustración 2 Diagrama de Sankey

Los principales vectores energéticos son los combustibles derivados del petróleo (gasolina, gasoil, queroseno), del gas natural (comprimido o licuado), de las rocas sedimentarias de carbón, de la biomasa, de los residuos, y la electricidad obtenida por transformación de diversas fuentes primarias como los combustibles fósiles, la energía nuclear, hidráulica, eólica, solar, etc. En todos los casos son necesarios procesos que tienen un gran consumo de energía primaria y emisiones de gases. En un diagrama de flujos energéticos como el diagrama de Sankey, se pueden observar las pérdidas o dispersiones por transferencia que tiene un determinado flujo de energía primaria en sus distintos procesos hasta convertirse en energía útil para la sociedad.

Los combustibles fósiles son los recursos energéticos básicos en la economía mundial con aproximadamente un 80% de la energía primaria consumida. Se utilizan prácticamente en todos los sectores económicos. Los derivados del petróleo se emplean de forma masiva y casi exclusiva en los diferentes sistemas de transporte, carretera, aviación, navegación marítima y en menor proporción en el ferrocarril. También son de gran importancia en todo lo concerniente a nuestra alimentación, en la maquinaria agrícola, fertilizantes, pesticidas, etc. Mientras que los derivados del carbón y últimamente de forma creciente el gas natural, son algunas de las bases principales de la generación eléctrica.

En los procesos de transformación de la energía primaria fósil a energía útil se ha de destacar la mejora en la eficiencia energética que proporcionan los avances tecnológicos en máquinas térmicas. No obstante, las cadenas de conversión son complejas. Por ejemplo, desde la energía que proporciona una reacción de combustión procedente de la

energía química del combustible, hasta un uso final como podría ser la energía mecánica, existen intercambios como la energía termodinámica del vapor de agua obtenida por la combustión del combustible fósil, que a su vez se transforma en energía mecánica en el movimiento de un generador que produce la electricidad que genera movimiento (por ejemplo sería el caso en el que se alimenta a un motor eléctrico). En cada paso de elaboración hasta el consumo final existen pérdidas de energía que reducen el rendimiento final. Las máquinas que transforman energía térmica en mecánica, como los motores de combustión interna, tienen rendimientos bajos. Por el contrario, las transformaciones entre energía mecánica y energía eléctrica, como generadores o motores eléctricos, suelen tener rendimientos elevados. Sin embargo, la elevada densidad energética, en particular de los derivados del petróleo, así como la posibilidad de almacenar y transportar energía, hace que estos vectores sean de difícil sustitución, sobre todo en los sistemas de transporte y alimentación.

La electricidad es un portador de energía básico en hogares, industria y telecomunicaciones. Debe ser transformada en otras formas de energía para que se pueda realizar un trabajo útil. Se puede convertir en movimiento, en calor o frío, en luz y en energía química. También se emplea para amplificar y procesar señales portadoras de información, en la rama de la electricidad aplicada que llamamos electrónica.

A diferencia de los derivados de combustibles fósiles, la energía eléctrica prácticamente no es acumulable (aunque el concepto de smart grid prevé su almacenamiento en distintas formas). Se tiene que consumir en el momento que se genera, por ello uno de los problemas de gestión de una red eléctrica es coordinar las variaciones de demanda con los distintos sistemas de generación.

La electricidad se puede producir a partir de energías renovables como eólica, solar, hidroeléctrica, biomasa y geotérmica, también mediante energía nuclear, aunque la mayoría es por medio de la combustión de combustibles fósiles.

Aunque una vez generada la energía eléctrica es muy versátil y puede ser transformada a otras energías con rendimientos elevados, se ha de tener en cuenta que alrededor del 80% de la producción de electricidad mundial se obtiene de energía térmica (turbinas de vapor), debido a los ciclos termodinámicos y añadiendo las pérdidas durante la distribución, el rendimiento medio se sitúa en aproximadamente un 31%, lo que significa que por cada Watt eléctrico producido se consumen 3 Watt térmicos (relación de equivalencia $1 We = 3 Wt$).

En resumen, el uso de la energía eléctrica es muy eficiente como vector energético y se considera una energía de alta calidad, pero se pierde aproximadamente un 65% de la

energía primaria utilizada para su generación, fundamentalmente en forma de energía térmica.

5.2 ELECTRICIDAD Y SOCIEDAD

Al final del siglo XIX existía una visión pesimista sobre el futuro de una vida con la electricidad. Se utilizó ampliamente el ejemplo de "La vida eléctrica", una novela de ciencia-ficción escrita en 1890 por el francés Albert Robida, quien veía con tintes apocalípticos el mundo de 1955 bajo el dominio de la electricidad: las familias no se hablan en las casas ya que todos escuchan las noticias con auriculares, no hay bibliotecas, sino modernas fonotecas, se pierden puestos de trabajo por la electrificación de las fábricas... Eso se decía hace más de cien años, cuando no existía televisión, ni vídeo, ni robots, ni Internet.

La electricidad es factor de progreso y bienestar que afecta todas las actividades de la sociedad moderna. Su costo incide generalmente en un pequeño porcentaje del costo de los productos industriales o del presupuesto familiar, pero a pesar de ello, suprimiendo la electricidad en la sociedad se produciría el mismo efecto que si se suprimiera el agua al cuerpo humano.

El fluido eléctrico interesa pues por esta razón no sólo a los técnicos y especialistas sino más bien a un país entero; especialmente si se tiene en cuenta que este fluido es la forma conocida más económica de transporte, transformación y uso de la energía disponible en la naturaleza.

La posibilidad de la electricidad de entrar en todos los campos de la actividad humana, tanto en las actividades productivas como de bienestar, teniendo en cuenta que no es susceptible de almacenarse (aunque el concepto de smart grid prevé su almacenamiento en distintas formas), nos permite evaluar a modo de índice verdadero el grado de progreso económico de los pueblos.

El fluido eléctrico, factor multiplicador del esfuerzo muscular y mental del hombre, es objeto de estudio constante y consideración por parte de los sectores públicos y privados.

La ausencia o deficiencia en la previsión del suministro eléctrico, puede afectar profundamente la marcha económica de una nación. Los problemas de orden social y económico que tienen que afrontar los estados deben ser resueltos con el concurso de un adecuado aprovisionamiento de energía eléctrica. En el desarrollo de dicho aprovisionamiento deben intervenir una serie de recursos que deben ser provistos oportunamente con eficiencia y con eficacia. Dichos recursos son de distinta índole, a saber:

- a) Humanos.
- b) Capital.
- c) Materiales y equipos.

Es difícil imaginar un mundo sin electricidad, cómo afecta e influye nuestra vida diaria. Se ve el uso de la electricidad directamente en nuestros hogares para iluminación, para el funcionamiento de los aparatos domésticos, el televisor, el receptor de radio, estufas, etc. También se ve el empleo de la electricidad en el transporte y la industria. La electricidad se ha usado en la fabricación de la mayoría de los artículos que empleamos, ya sea directamente, como para operar las máquinas que manufacturan o procesan los productos que se necesitan. Sin la electricidad, la mayor parte de las cosas que se usan y de las que se disfrutan hoy en día no serían posibles⁵.

5.3 SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

Estamos siendo partícipes de un nuevo paradigma social con alto contenido tecnológico. Este nuevo marco social se da en llamar sociedad del conocimiento, sociedad de la información o era digital. Su característica principal es el uso intensivo de las herramientas de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en todo orden de la actividad humana, donde su ignorancia o atraso impacta en un amplio espectro de las actividades, perdiendo ventajas competitivas y distintivas en actividades comerciales, económicas, educativas, financieras, gubernamentales y sociales.

Dentro de este contexto social emerge nuevamente el concepto de brecha, en este caso denominada brecha digital; considerada una de las barreras principales para el desarrollo de la sociedad del conocimiento.

La brecha digital es otra manifestación de la exclusión social, con la potencialidad de ampliar las diferencias entre países, regiones, individuos y organizaciones.

La tecnología ha sido a través de los tiempos, una dimensión fundamental para el cambio de la sociedad.

La sociedad evoluciona y se transforma en función de una compleja interacción multidimensional de factores culturales, económicos, políticos y tecnológicos.

La revolución industrial constituyó el industrialismo, al pasar de una sociedad agraria centrada en una organización basada en artesanos y, trabajadores y productores de la

⁵ <http://www2.ubu.es/ingelec/ingelect/HistI.pdf>

tierra, en un paradigma caracterizado por la capacidad de generar y distribuir energía a través de artefactos elaborados por el ser humano sin depender del entorno natural, considerando a la energía una fuente primaria para todos los tipos de actividad (Himanen Pekka, 2002).

A partir de la década del 70' (1970) nace un nuevo paradigma organizado en torno a la tecnología de la información, el Informacionalismo⁶.

El paso del informacionalismo no es el equivalente histórico del paso de las economías agrícola a la economía industrial, ya que existe una agricultura informacional, industria informacional, y actividades de servicios informacionales que producen y distribuyen, basándose en la información y el conocimiento, difundiéndose en todas las áreas de la actividad humana.

Schumpeter (1911) sostenía que el crecimiento económico es el resultado de combinaciones de productos, procesos, mercados, fuentes de suministro, y organizaciones. La economía es un sistema consistente de elementos y conexiones.

Lo enunciado por Schumpeter hoy tiene vigencia en las redes de información, como lo fueron y continúan siendo para los activos tangibles las carreteras y otros medios de comunicación, y se suman a esta lógica las redes de distribución de energía, tal el caso de las redes de energía eléctrica y de provisión de gas.

Big Data

Los seres humanos estamos creando y almacenando información constantemente, y cada vez más en cantidades astronómicas. Se podría decir que si todos los bits⁷ y bytes⁸ de datos del último año fueran guardados en CD's, se generaría una gran torre desde la Tierra hasta la Luna y de regreso.

⁶ Concepto de Informacionalismo: un paradigma tecnológico que se basa en el aumento de la capacidad humana de procesamiento de la información en torno a las revoluciones parejas en microelectrónica e ingeniería genética (Manuel Castells, 2002).

⁷Bits: Un bit es la unidad básica de información en computación y las comunicaciones digitales. Un bit puede tener sólo uno de dos valores, y por lo tanto puede ser implementado físicamente con un dispositivo de dos estados. La representación más común de estos valores son 0 y 1. El término bit es un acrónimo de dígito binario.

⁸ Bytes: El byte es una unidad de información digital en la informática y de telecomunicaciones que más comúnmente consta de ocho bits. Históricamente, el byte fue el número de bits utilizados para codificar un solo carácter de texto en un ordenador y por esta razón es la unidad direccionable más pequeña de memoria en muchas arquitecturas de computadora.

Esta contribución a la acumulación masiva de datos la podemos encontrar en diversas industrias, las compañías mantienen grandes cantidades de datos transaccionales, reuniendo información acerca de sus clientes, proveedores, operaciones, etc., de la misma manera sucede con el sector público. En muchos países se administran enormes bases de datos que contienen datos de censo de población, registros médicos, impuestos, etc., y si a todo esto le añadimos transacciones financieras realizadas en línea o por dispositivos móviles (en Twitter son cerca de 12 Terabytes de tweets creados diariamente y Facebook almacena alrededor de 100 Petabytes de fotos y videos), ubicación geográfica mediante coordenadas GPS, en otras palabras, todas aquellas actividades que la mayoría de nosotros realizamos varias veces al día con nuestros "smartphones", estamos hablando de que se generan alrededor de 2.5 quintillones de bytes diariamente en el mundo.

1 quintillón = 10^{30} = 1,000,000,000,000,000,000,000,000,000

De acuerdo con un estudio realizado por Cisco, entre el 2011 y el 2016 la cantidad de tráfico de datos móviles creció a una tasa anual de 78%, así como el número de dispositivos móviles conectados a Internet excede el número de habitantes en el planeta. Las Naciones Unidas estiman una población mundial de 7.5 billones para el 2016 de tal modo que habrá cerca de 18.9 billones de dispositivos conectados a la red a escala mundial, esto conllevaría a que el tráfico global de datos móviles alcance 10.8 Exabytes mensuales o 130 Exabytes anuales. Este volumen de tráfico previsto para 2016 equivale a 33 billones de DVDs anuales o 813 cuatrillones de mensajes de texto.

Pero no solamente somos los seres humanos quienes contribuimos a este crecimiento enorme de información, existe también la comunicación denominada máquina a máquina (M2M machine-to-machine) o Internet de las Cosas (Internet of Things - IoT) cuyo valor en la creación de grandes cantidades de datos también es muy importante. Sensores digitales instalados en contenedores para determinar la ruta generada durante una entrega de algún paquete y que esta información sea enviada a las compañías de transporte, sensores en medidores eléctricos para determinar el consumo de energía a intervalos regulares para que esta información sea enviada a las compañías del sector energético.

El primer cuestionamiento que posiblemente llegue a su mente en este momento es ¿Qué es Big Data y porqué se ha vuelto tan importante? pues bien, en términos generales podríamos referirnos como a la tendencia en el avance de la tecnología que ha abierto las puertas hacia un nuevo enfoque de entendimiento y toma de decisiones, la cual es utilizada para describir enormes cantidades de datos (estructurados, no estructurados y semi-estructurados) que tomaría demasiado tiempo y sería muy costoso

cargarlos a un base de datos relacional para su análisis. De tal manera que, el concepto de Big Data aplica para toda aquella información que no puede ser procesada o analizada utilizando procesos o herramientas tradicionales.

Sin embargo, Big Data no se refiere a alguna cantidad en específico, ya que es usualmente utilizado cuando se habla en términos de petabytes y exabytes de datos. Entonces ¿Cuánto es demasiada información de manera que sea elegible para ser procesada y analizada utilizando Big Data? Analicemos primeramente en términos de bytes:

Gigabyte = 10^9 = 1,000,000,000

Terabyte = 10^{12} = 1,000,000,000,000

Petabyte = 10^{15} = 1,000,000,000,000,000

Exabyte = 10^{18} = 1,000,000,000,000,000,000

Además del gran volumen de información, existe en una gran variedad de datos que pueden ser representados de diversas maneras, por ejemplo de dispositivos móviles, audio, video, sistemas GPS, incontables sensores digitales en equipos industriales, automóviles, medidores eléctricos, anemómetros, etc., los cuales pueden medir y comunicar el posicionamiento, movimiento, vibración, temperatura, humedad y hasta los cambios químicos que sufre el aire, de tal forma que las aplicaciones que analizan estos datos requieren que la velocidad de respuesta sea lo suficientemente rápida como para lograr obtener la información correcta en el momento preciso. Éstas son las características principales de Big Data.

Es importante entender que las bases de datos son una parte importante y relevante para una solución analítica. De hecho, se vuelve mucho más vital cuando se usa en conjunto con la plataforma de Big Data⁹.

5.4 SMART CITIES

Las ciudades tienen un gran impacto en el desarrollo económico y social de las naciones. Son verdaderas plataformas donde las personas viven y trabajan, donde las empresas desarrollan su actividad, y en el marco de las cuales se prestan numerosos servicios.

Ante este escenario que muestra un entorno urbano con una demanda creciente de eficiencia, desarrollo sostenible, calidad de vida y sabia gestión de los recursos, las administraciones públicas han de plantearse una evolución en los modelos de gestión de

⁹ <http://www.ibm.com/developerworks/ssa/local/im/que-es-big-data/index.html>

las ciudades. Para ello, la aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) se hace imprescindible y se traduce en el concepto Smart City, que adelanta con sus servicios, lo que ha dado en denominarse Internet de las cosas y la propia Internet del Futuro (IoT – Internet of the Things).

Se denomina Smart City (en castellano Ciudad Inteligente) a aquella ciudad que usa las tecnologías de la información y las comunicaciones para hacer que tanto su infraestructura crítica, como sus componentes y servicios públicos ofrecidos sean más interactivos, eficientes, y los ciudadanos puedan ser más conscientes de ellos. Es una ciudad comprometida con su entorno, tanto desde el punto de vista medioambiental como en lo relativo a los elementos culturales e históricos.

El concepto de Smart City está asociado con el de Internet de las Cosas, ya que ambos tienen las comunicaciones M2M (Machine to Machine) como base de su definición. Una Internet que no solo consistirá en la conexión de cada vez más personas, sino en el planteamiento de un mundo digital en el que, idealmente, todo podrá estar conectado, desde dispositivos, hasta objetos del mundo físico que habitualmente no disponían de esta conectividad; es el caso de los elementos urbanos, de los edificios, los automóviles, los electrodomésticos, los contadores, etc. y en general todo aquello que haya que gestionar o controlar.

En este contexto, una Smart City es un sistema complejo, un ecosistema en el que intervienen múltiples agentes, en el que coexisten muchos procesos íntimamente ligados. Además, la Smart City se convierte en una plataforma digital que permite maximizar la economía, la sociedad, el entorno y el bienestar de las ciudades, y facilita el cambio hacia un comportamiento más sustentable entre todos los agentes: usuarios, empresas y administración.

Por otro lado, permite habilitar nuevos modelos de negocio, constituyendo una excelente plataforma para la innovación en su entorno.

De manera descriptiva, una Smart City es un espacio urbano con infraestructuras, redes y plataformas inteligentes, con millones de sensores y actuadores, dentro de los que hay que incluir también a las propias personas y a sus teléfonos móviles.

En una Smart City la información adecuada llega en el momento preciso, integrando “digitalmente” a las personas y a las cosas del entorno. Los espacios digital y físico se

recombinan en la ciudad; por ello, constituye un primer paso de la Internet de las Cosas y por extensión, de la Internet del Futuro¹⁰.

Por otro lado, existen universidades con iniciativas donde se promueven espacios de investigación, como es el caso del Massachusetts Institute of Technology (MIT)¹¹, donde se ha creado una iniciativa denominada City Science, que tiene como ejes de estudio los siguientes temas de investigación y desarrollo:

- 1- Análisis urbano y modelado (Urban Analytics and Modeling)
- 2- Incentivos y gobernanza (Incentives and Governance)
- 3- Redes de movilidad (Mobility Networks)
- 4- Lugares para vivir y trabajar (Places of Living and Work)
- 5- Redes sociales y electrónicas (Electronic and Social Networks)
- 6- Redes de Energía (Energy Networks)

5.5 SMART GRIDS

Como su nombre en inglés lo indica, las smart grids son redes "inteligentes", ya que no sólo transportan electricidad, sino también información que se convertirá en una parte activa del sistema de suministro eléctrico. El despliegue de las redes inteligentes permitirá una gestión más eficiente de la red y la integración de las energías renovables.

La electricidad es la columna vertebral de nuestra economía y sociedad. El aumento de la demanda, las materias primas cada vez más escasas y el cambio climático plantean nuevos e importantes retos para nuestro sistema energético. Es esencial acelerar nuestros esfuerzos para encontrar nuevas soluciones que ofrezcan el máximo grado de eficiencia económica, seguridad energética y compatibilidad medioambiental. Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) tendrán un papel clave en este proceso.

Por ejemplo:

¹⁰ <http://smartcity-telefonica.com/?p=373>

¹¹ <http://cities.media.mit.edu/about/cities>

Alemania, Austria y Suiza han decidido aunar esfuerzos en la promoción de proyectos de investigación y desarrollo orientados a la creación de sistemas de energía basados en las TICs. Esta cooperación internacional se centra en el desarrollo y ensayo de estrategias para la introducción de las redes inteligentes. Esto proporcionará "regiones pioneras de red inteligente", con más oportunidades para intensificar y ampliar sus investigaciones sobre los sistemas de energía del futuro más allá de las fronteras nacionales. Un Memorando de Entendimiento se firmó oficialmente en la conferencia anual de e-energética el 26 de noviembre de 2009.

La colaboración entre los tres países se centrará en el desarrollo de redes eléctricas inteligentes, que generalmente se referencia como "redes inteligentes" o la "Internet de la energía". Un objetivo adicional consiste en la integración de sistemas para la movilidad eléctrica¹².

Las smart grids claramente juegan un papel central en la integración de todos los usuarios de la red eléctrica, con el objetivo de disponer de un sistema que se ajuste a los mismos objetivos sociales como la sostenibilidad a largo plazo (reducción de la emisión de dióxido de carbono (CO₂), la economía (precios basados en el mercado para la electricidad, teniendo en cuenta las restricciones de un sistema basado en red), los precios regulados de red (con incentivos para el uso más eficiente de la infraestructura de la red) y la seguridad de las metas de suministro.

La gran penetración de los contadores inteligentes (smart meters) hacia 2020 y las nuevas tecnologías TICs permitirá a los investigadores abrir nuevos campos de investigación para este tipo de soluciones y estrategias de gestión. Tienen que tener en cuenta, por un lado, el aumento de nuevos usos de la electricidad (por ejemplo, vehículos eléctricos, bombas de calor, calefacción y refrigeración flexible, etc.), así como el desarrollo de edificios inteligentes y, por otra parte, la voluntad de los poderes públicos para el desarrollo de un enfoque global hacia "ciudades inteligentes"¹³.

Las necesidades de información y comunicación para las smart grids:

En primer lugar, la integración requiere rápidas arquitecturas de transferencia de datos entre las zonas de control de red y entre los sistemas de distribución y transporte de los operadores; una enorme cantidad de datos tiene que ser intercambiado en tiempo real y con una alta fiabilidad entre las zonas con el fin de reaccionar rápidamente ante cualquier cambio en los parámetros de funcionamiento de la red. Con el fin de

¹² <http://www.e-energy.de/en/1247.php>

¹³ http://ec.europa.eu/information_society/activities/sustainable_growth/grids/index_en.htm

aprovechar las economías de escala y ofrecer soluciones escalables, los dispositivos de campo empleados y los sistemas tienen que ser interoperables y estandarizados.

En segundo lugar, grandes volúmenes de datos procedentes de dispositivos de control inteligente de red y los medidores inteligentes (smart meters) deben ser gestionados de manera eficiente. Este crecimiento en el flujo de datos debe ser organizado y estructurado con la información relevante para su distribución y comunicación.

Esto requiere de actividades mejoradas para asegurar un alto nivel de seguridad informática y el respeto a la privacidad. Al igual que en cualquier otro tipo de infraestructura basado en las TICs, la seguridad informática tiene que ser profundamente analizada. Un único punto de falla o acceso no permitido en el sistema de gestión de la red puede ser aprovechado para interrumpir o bloquear el suministro eléctrico de un país, lo que resulta en enormes pérdidas económicas, poniendo en peligro a toda la comunidad.

Además, las smart grids basadas en las TICs transferirán muchos datos sensibles que pueden ser explotados para violar la privacidad, por lo tanto, se tiene que asegurar que la protección de datos y la privacidad sean una prioridad de la técnica que se tenga en cuenta.

Este futuro sólo es posible si se aplican las normas (estándares) internacionales abiertas a todos los niveles. La comunidad tradicional de las redes debe seguir trabajando y cooperando estrechamente con la comunidad de las TIC sobre estos asuntos. Es muy importante destacar la interoperabilidad de las soluciones de smart grid¹⁴.

5.6 SMART METERING

Los contadores inteligentes (smart meters) son una nueva clase de medidor de energía. Esta "nueva generación" de medidores es el reemplazo de los medidores existentes (denominado medidores "mudos o pasivos"), que permiten enviar lecturas de los consumos a su proveedor de energía en forma automática.

Los contadores inteligentes pueden venir con pantallas en el hogar, lo que le da información en tiempo real sobre su consumo de energía y lo que le está costando esa energía. Hay contadores inteligentes de gas, de agua y de electricidad.

¹⁴ <http://www.smartgrids.eu/documents/sra2035.pdf> <http://www.smartgrids.eu/>

Un medidor inteligente funciona comunicándose directamente con su proveedor de energía, por lo que la empresa tendrá siempre una lectura precisa de medición sin necesidad de ir al sitio para obtener el estado de consumo.

Los contadores inteligentes pueden trabajar en una variedad de maneras diferentes, incluyendo el uso de la tecnología de tipo de telefonía móvil inalámbrica para enviar datos.

Ventajas principales en el uso de los contadores inteligentes:

- Facturas más precisas; significa el fin de las facturas estimadas, y por lo tanto el fin de pagar en exceso (o por defecto) la energía consumida.
- No hay que ir a la casa del consumidor para leer su medidor, lo cual reduce considerablemente los costos operativos de la compañía.
- Una mejor supervisión y gestión del consumo de energía con una base de datos en tiempo real.
- Posibilidad de emplear la información recolectada para el planeamiento de la red, y para el control del fraude.

Definición de medidores inteligentes y sistemas de medición inteligentes:

Los medidores inteligentes son dispositivos electrónicos de medición utilizados por las empresas para comunicar la información a los clientes de su facturación y operación de sus sistemas eléctricos.

Inicialmente, el uso de esta tecnología se aplicó a clientes comerciales e industriales, debido a la necesidad de tasas más sofisticadas y los requisitos de datos de facturación más granulares. El uso de contadores electrónicos entró en servicio en los clientes más importantes de las distribuidoras de energía y con el tiempo se expandió gradualmente a todas las clases de clientes. Esta migración fue posible gracias a la disminución de costos y los requisitos de facturación avanzada para todas las clases de clientes.

La combinación de los contadores electrónicos con tecnología de comunicación bidireccional de información, el monitoreo y el control se conoce comúnmente como la infraestructura de medición avanzada (AMI). Los sistemas anteriores, que utilizan comunicaciones unidireccionales para recoger datos de los contadores se denominan sistemas AMR (lectura automática de medidores).

5.7 ABORDAJE MULTIDISCIPLINARIO

Tratando de unificar los conceptos antes mencionados, a partir de una visión desde lo macro a lo micro, se observan las relaciones e interrelaciones de la energía, la sociedad, la tecnología, la economía, las tecnologías de la información y comunicación (TICs), las ciudades, y las redes, hasta arribar al concepto de smart metering.

El trabajo pretende el análisis de smart meter, sus consecuencias y alcances. Es decir, el análisis de smart metering donde se presentan los diferentes dominios interdisciplinarios (el dominio de la tecnología, la regulación, la economía y el dominio social) a partir del estudio de sus impactos, relaciones e interrelaciones.

5.8 MODELO REFERENCIAL

Se presenta el modelo de referencia como base de análisis, a partir del cual se consideran sus elementos componentes para el desarrollo del trabajo de tesis.

El modelo, además de mostrar la base de referencia sobre la que se basa el análisis del trabajo de tesis, tiene la intención que como modelo de referencia pueda ser útil para futuros trabajos, cuyo objetivo, a partir de una visión diacrónica del escenario y/o problemática que se plantea, tratar de arribar a conclusiones más determinantes sobre la evolución de las redes de distribución de energía eléctrica y los beneficios para la sociedad.

En el modelo se encuentran representados los dominios que podrían ser considerados en un análisis de mediano-largo plazo que permita determinar el interrogante planteado:

¿La adopción de Smart Metering es una opción? ¿Para Quién?

5.8.1 MODELO CONCEPTUAL DE SMART GRID

El Modelo conceptual de Smart Grid del National Institute of Standards and Technology (NIST), el cual es adoptado por muchos cuerpos de estandarización como Electrical Power Research Institute (EPRI), European Commission Research (ECR), e International Electrotechnical Commission (IEC), se muestra en el siguiente diagrama (Ekram Hossain, Zhu Han, H. Vincent Poor, 2012. Smart Grid Communications and Networking. Cambridge University Press).

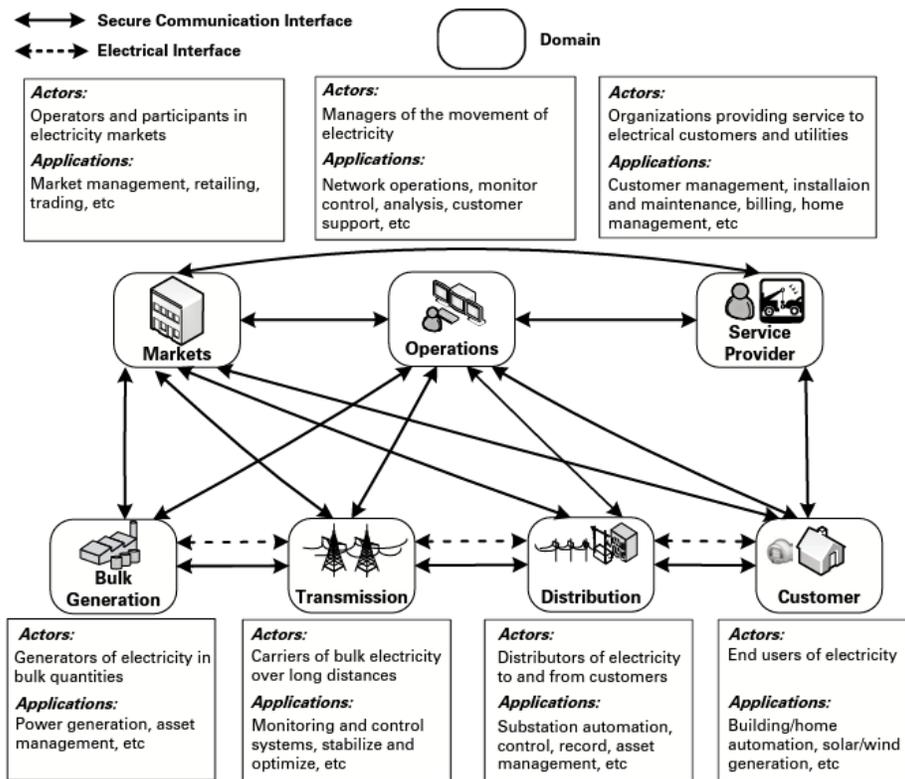


Ilustración 3 Modelo conceptual Smart Grid - Interacciones entre diferentes dominios

El modelo conceptual, no solo identifica las diferentes partes componentes, sino también provee diferentes interfaces eléctricas y de comunicación requeridas para entender varios marcos de interoperabilidad. Por este propósito, NIST ha dividido la smart grid en siete (7) dominios, como se muestra en el diagrama de arriba.

Cada dominio está compuesto por un grupo de actores y aplicaciones. Los actores son típicamente dispositivos, sistemas o programas que toman decisiones e intercambian información a través de una variedad de interfaces de modo de ejecutar aplicaciones y procesos. Las aplicaciones son las variadas tareas realizadas por un actor dentro de un cierto dominio. Los dominios se pueden comunicar uno con otro a través de interfaces de comunicación, ésta es crítica para la interoperabilidad total de smart grid, permitiendo colectivamente generar y distribuir electricidad en forma eficiente basados en los inputs de todos los dominios.

A continuación, en la siguiente tabla se muestran los dominios de una red smart grid y las interfaces eléctricas y de comunicación asociadas con las aplicaciones típicas.

Dominio	Interfaz de Comunicación	Interfaz Eléctrica
Cliente	Distribución, Mercados, Operaciones, Proveedor de Servicio	Distribución
Distribución	Cliente, Transmisión, Mercados, operaciones	Cliente & Transmisión
Transmisión	Distribución, Mayorista de Generación, Mercados, operadores	Mayorista de Generación & Distribución
Mayorista de Generación	Transmisión, Mercados, Operaciones	Transmisión
Mercados	Cliente, Distribución, Transmisión, Mayorista de Generación, Operaciones, Proveedores de Servicios	N/A
Operaciones	Cliente, Distribución, Transmisión, Mercados, Proveedores de Servicios	N/A
Proveedores de Servicios	Cliente, Mercados, Operaciones	N/A

Tabla 1 Dominios en una smart grid

Infraestructura de Comunicación de una Smart Grid

Una red smart grid puede ser considerada como una red de muchos sistemas y subsistemas que se encuentran interconectados de modo inteligente para brindar en forma costo-efectiva y segura-fiable la provisión de energía para dar respuesta en un contexto de incremento continuo de la demanda. Con las técnicas de comunicación avanzadas se espera que mejore enormemente la disponibilidad, seguridad, interoperabilidad, y eficiencia de la red eléctrica, mientras se reducen los impactos ambientales promoviendo el crecimiento económico.

Idealmente, cada uno de los dominios, miembros y tecnologías interactuarían con cada uno para proveer los objetivos de negocios, tecnológicos y sociales de la smart grid. Esta interacción es posible usando infraestructura de medición avanzada (AMI o smart metering), la cual actuará como la puerta de entrada (gateway) para acceder permitiendo el flujo bidireccional de información y energía, el soporte de la gestión de los recursos de

distribución de energía (DER) o generación distribuida (DG) y la participación del consumidor.

Otra fuente de referencia donde se define el modelo conceptual de smart grid es el IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

Se verifica el mismo modelo conceptual de Smart Grid basado en dominios e interfaces entre ellos.

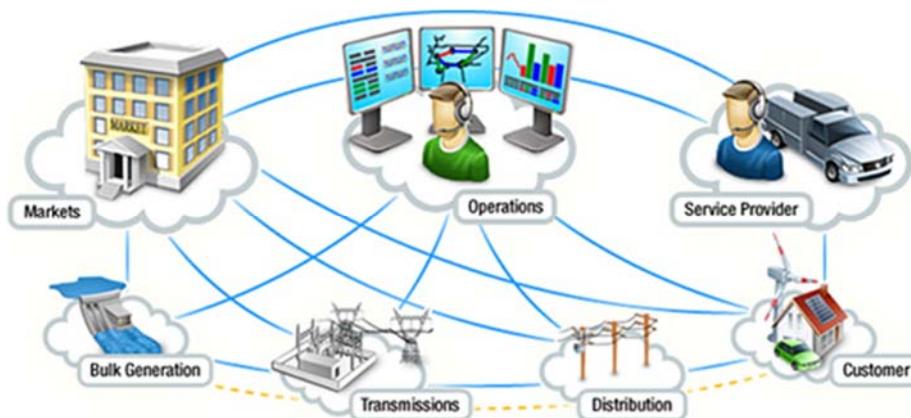


Ilustración 4 Modelo conceptual basado en el IEEE

Respecto a la visión europea, como modelo conceptual tenemos un modelo similar al modelo del NIST

La European Commission (EC) Smart Grid Task Force actualmente está utilizando el modelo NIST (US National Institute of Standards and Technology – NIST 2010) como base para la definición de la arquitectura de referencia de la red Smart Grid, siendo utilizado para el análisis de las brechas de normalización, amenazas de seguridad cibernética (cyber-security) y opciones para futuros modelos de mercado en Europa. Como se muestra en la siguiente figura, para ajustarla al contexto europeo, la EC Smart Grid Task Force (en particular el grupo de expertos trabajando en la estandarización) ha extendido el modelo NIST al incluir el dominio Recursos de Energía Distribuida (Distributed Energy Resources domain) se observa en líneas azules en el siguiente diagrama.

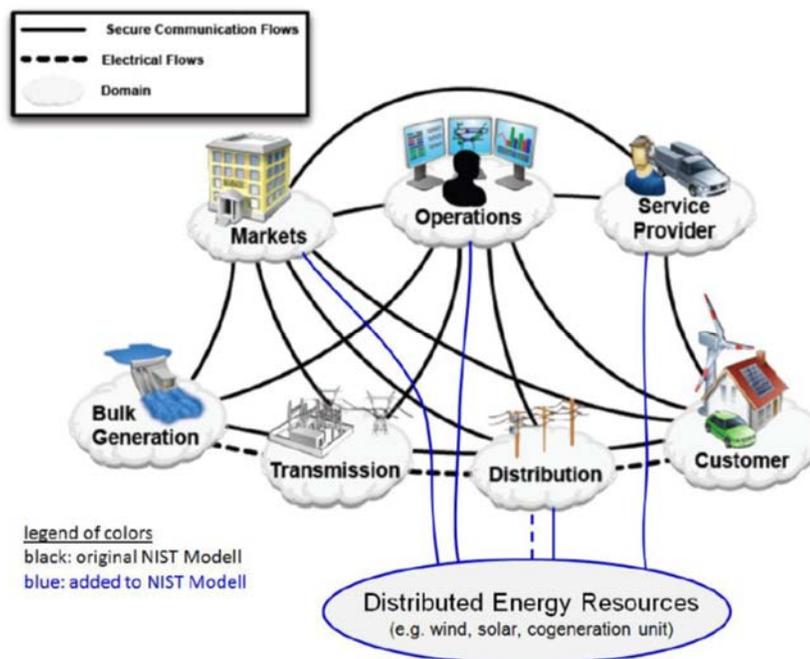


Ilustración 5 Extensión Europea del modelo NIST

Se observa en los modelos mencionados la irrupción de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs), lo que posibilita a actores nuevos y existentes en la industria de la energía eléctrica relacionarse de una manera diferente a como ha sido en el pasado donde predominaba una relación unidireccional.

En el siguiente diagrama se observa el impacto de las TICs (ICT – Information and communication technologies) en toda la cadena de valor de la energía eléctrica.

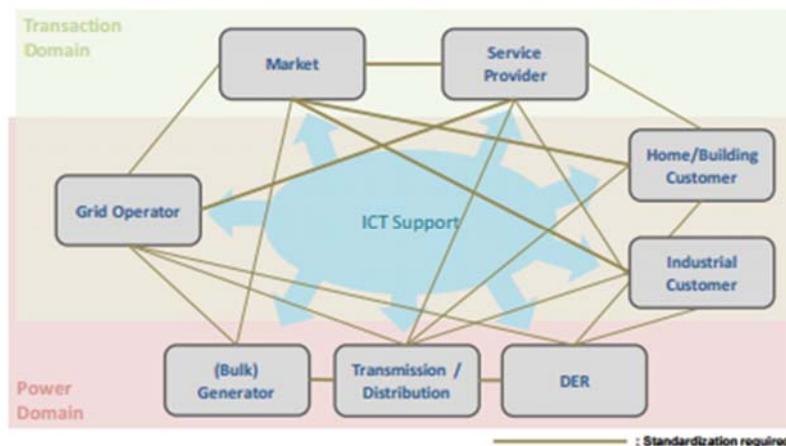


Ilustración 6 Las TICs en la cadena de valor de la energía eléctrica

A partir de la referencia de los modelos conceptuales de EU y de US, se plantea como referencia conceptual, juntamente con el marco teórico descrito, un modelo focalizado en smart metering, y ubicando a los smart meters como un elemento, sistema o enabler imprescindible dentro de smart grid, como smart grid lo es a smart city, y como smart city lo es a la sociedad moderna.

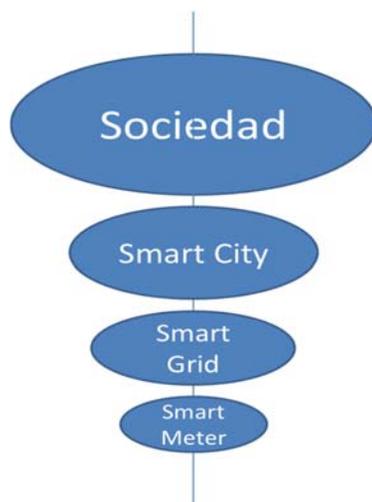


Ilustración 7 Smart Meter en una sociedad basada en las TICs

5.8.2 MODELO CONCEPTUAL DE SMART METERING

El Modelo conceptual de smart metering considera la premisa que la energía eléctrica se considera en estos tiempos una energía informacional, donde aparecen nuevos actores de la industria, y los existentes deben reconfigurarse en esta nueva convergencia de las TICs, IoT (Internet of the Things) y la energía eléctrica.

El modelo referencial para el análisis de los datos e información en este trabajo se observa en el siguiente diagrama.

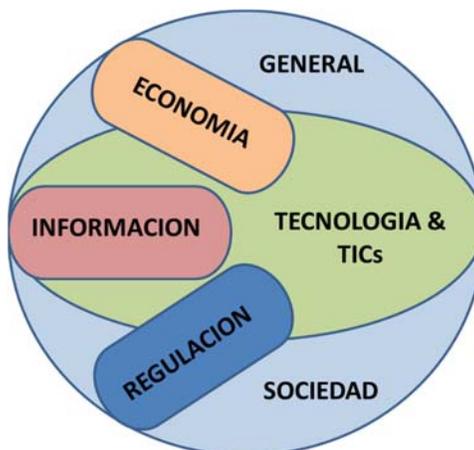


Ilustración 8 Modelo conceptual Smart Metering

Si bien es sabido que los dominios que aquí se exponen están relacionados entre sí, y dentro de cada dominio existen dominios autosimilares, por una cuestión de análisis de los objetivos que persigue la tesis, se plantea la configuración de los dominios como se observan en el diagrama anterior.

Smart metering se analiza a partir de un modelo 4+1 que contiene 4 dominios principales y un dominio que abarca a todos los demás más.

Los dominios del modelo se definen como:

- General y/o Social (dominio que abarca a todos los demás dominios del modelo)
- Tecnológico & las TICs (tecnologías de la información y las comunicaciones) como elemento nuevo (como agente o enabler o con un rol nuevo preponderante en la actualidad)
- Informativa (o de la información)
- Económico y/o de Negocios
- Regulatorio

A menudo se hace difícil la justificación de inversión de evolucionar el sistema eléctrico a partir de una única promesa dominante. Mientras que las múltiples promesas de red inteligente se pueden clasificar en distintos tipos de beneficios sociales (fiabilidad, mejoras del medio ambiente, eficiencia de los recursos, etc.), la mayor parte es que ellos están vinculados estrechamente entre sí.

5.8.2.1 DOMINIO GENERAL Y/O DOMINIO SOCIAL

En el dominio general o social se intenta analizar las implicancias, como bien dice el título de este ítem, más generales juntamente con las implicancias sociales de la implementación o no de smart metering por parte de los distribuidores de energía eléctrica.

5.8.2.2 DOMINIO TECNOLÓGICO Y DE LAS TICS COMO ELEMENTO NUEVO (COMO AGENTE O ENABLER)

Este dominio intenta analizar el estado del arte de la tecnología de los dispositivos smart meters y la arquitectura tecnológica sobre la cual se basa la implementación de smart metering (ej. smart grid, arquitecturas, conceptos funcionales).

Adicionalmente, la intención es analizar las implicancias de las TICs como elemento disruptivo y driver para la concepción de nuevas oportunidades y amenazas al ser utilizadas intensivamente en el dominio de la energía, especialmente en smart grids y como consecuencia en smart metering.

5.8.2.3 DOMINIO ECONÓMICO Y/O DE NEGOCIOS

Toda actividad tecno-social tiene un correlato económico, es por ello por lo que en este dominio se intenta analizar las implicancias económicas de smart metering, y nuevos modelos de negocios de las empresas distribuidoras de energía eléctrica.

5.8.2.4 DOMINIO INFORMACIONAL (O DE LA INFORMACIÓN)

Este dominio, si bien podría considerarse un subdominio del dominio tecnológico o del dominio de las TICs, la idea de separarlo es intentar focalizar más en la información proveniente de los smart meters que se genera, se colecta y se almacena.

Tratar de brindar las respuestas sobre quiénes son los dueños de la información generada, quienes son los actores que pueden hacer uso de ella.

5.8.2.5 DOMINIO REGULATORIO

La actividad de distribución de energía eléctrica se encuentra enmarcada en políticas generadas por el Ministerio de Energía y Minería y por un ente regulador que genera normas para darle viabilidad a la actividad de distribución de energía eléctrica.

Smart metering como disruptor de la actividad permite la llegada de nuevas posibilidades y actores al dominio de distribución de energía eléctrica, presenta un desafío sobre el grado de regulación, o mejor dicho la evolución de la regulación en el dominio de la distribución de energía eléctrica, y de toda la cadena de valor de la actividad de producción, transporte y distribución de energía eléctrica.

6. ANALISIS DE LOS DATOS E INFORMACIÓN

El análisis de los datos y la información obtenida se presenta a continuación, en función del ordenamiento mostrado en el modelo referencial del capítulo anterior (Capítulo 5: Marco Teórico, ítem 5.8.2).

6.1 DOMINIO GENERAL Y/O SOCIAL

Prácticas Sociales

La gente usa la energía para hacer las cosas; tener acceso a la electricidad no es un fin en sí mismo. Elizabeth Shove ha escrito mucho sobre las actitudes, el comportamiento y la forma de elección de prácticas sociales interconectadas que, a su vez, forma el uso de la energía (Shove, 2007, Shove, 2010).

Shove hace hincapié en que las personas que participan en las prácticas sociales usan cosas como refrigeradores, máquinas de afeitar eléctricas, teléfonos celulares, televisores, y no energéticos. Por ejemplo, las actitudes sociales hacia la forma de limpieza a su vez dan forma a la energía utilizada para el suministro, el calor, y disponer de agua. Shove también expone cómo las culturas configuran el uso de energía. La gente se alimenta en diferentes momentos a través de las culturas y esta "sincronización social de la práctica" da forma a los patrones de uso de energía. Por ejemplo, el tamaño del hogar, mercado, tiendas y hábitos influenciados por la cultura afectan el tamaño del refrigerador. Hábitos sociales dan forma a cómo construimos nuestros hogares, calentamos y enfriamos, y les proporcionará electrodomésticos y aparatos electrónicos que afectan el consumo de electricidad.

El consumo comercial e industrial también está conformado por las convenciones y expectativas. Si bien estas prácticas son la base de la demanda de energía y evolucionan y cambian, con el tiempo y el espacio, estas dimensiones culturales están a menudo ausentes en los debates de la red inteligente.

Los datos detallados que los contadores inteligentes proveen permiten que las empresas de servicios públicos desagreguen los datos del uso de la energía y puedan así entender mejor cómo los consumidores utilizan la energía. Esta información les permite crear perfiles detallados de energía doméstica. Los perfiles domésticos de energía pueden ayudar a empresas de servicios públicos a dirigir o enfocar sus acciones de comunicación y gestión de la demanda, aunque este perfilado (profiling) sea un problema de privacidad para algunos consumidores.

La red inteligente podría aumentar el compromiso de los consumidores con el sistema eléctrico, permitiendo a ellos controlar su consumo de energía y producir electricidad a través de la generación distribuida como techos solares fotovoltaicos o sistemas de cogeneración.

Visionarios de redes inteligentes a menudo hablan de la aparición del "prosumer" como se ha mencionado anteriormente, la integración de la producción de electricidad con su consumo.

Tasa de Difusión o Adopción de las Tecnologías por la sociedad

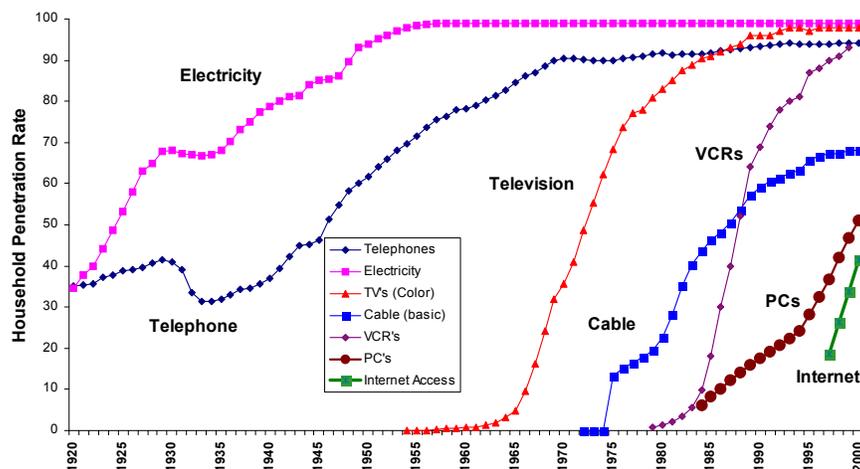
La evidencia muestra que las personas o sociedades no adquieren los mismos productos, tecnologías o servicios al mismo tiempo.

La difusión es el proceso en el cual una innovación es comunicada a través de ciertos canales en un lapso temporal entre los miembros de un sistema social.

La innovación es un acto de crear algo realmente nuevo, que se introduce generalmente en forma comercial, y su futuro será decidido por el mercado o las necesidades de la sociedad. La innovación es el resultado de la combinación de una tecnología y de una idea creativa.

La representación gráfica de la velocidad de adopción de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs), la electricidad, así como de otros productos o tecnologías sigue una curva de forma tipo "S".

Como se evidencia en el siguiente gráfico, a modo de ejemplo, se puede observar la forma que se tiene de las tasas de adopción de los siguientes productos y tecnologías en EE.UU.



Sources: Telephone and electricity industry data from 1920-1970 from Historical Statistics of the United States: Colonial Times to 1970, Part 2, p. 783. 1970-present and from Statistical Abstract of the United States, various years. Cable data from A.C. Nielsen Co. data as reported by the National Cable Television Association (NCTA). VCR, PC, and TV data from Consumer Electronics Association, E-Brain (<http://www.ebrain.org/>). Internet data from U.S. Department of Commerce (<http://www.ntia.doc.gov/niahome/ftn00/charts/contents.html>).

Ilustración 9 Ejemplo de tasa de adopción de las diferentes tecnologías

Vulnerabilidad y Cambio

La idea no es esperar hasta que ocurra un evento disruptivo (negativo) para que desde el dominio político haya que poner foco en alguna actividad o dominio que afecte el bienestar y seguridad de la población.

Se sabe que es difícil predecir, por lo que planificar y prevenir son las acciones óptimas desde el punto de vista de los efectos sociales y políticos que puedan ocurrir. Es por ello, que la situación de octubre de 2012 marcó un hito en EE. UU cuando la supertormenta Sandy produjo la pérdida de energía eléctrica a más de 8 millones de hogares. Esta tormenta dejó por semanas sin electricidad a la gente, y afectó el mercado financiero de New York, dejándolo sin operar por 3 días consecutivos.

El huracán Sandy no solo ha puesto en discusión aspectos técnicos, sino que también ha despertado una discusión social sobre la vulnerabilidad de la infraestructura eléctrica y plantea un desafío de largo plazo en cuanto a inversiones, resiliencia y disponibilidad en las redes de energía eléctrica. Tema fundamental donde se focaliza la discusión, entre diferentes consideraciones y temas de estudio es en smart grid, y por transitividad también en smart meters, y sus impactos políticos y de políticas que ello implica (Ekram Hossain, Zhu Han, H. Vincent Poor, 2012. Smart Grid Communications and Networking. Cambridge University Press).

Asociado con la posibilidad de una nueva arquitectura para sistemas eléctricos (ej. Caso EE. UU), no solo se limita a la introducción de nuevas tecnologías, sino que ésta implica consideraciones a tener en cuenta en la que están solapadas por varias jurisdicciones y diversas prioridades y perspectivas entre los diferentes actores. Cambia todo el complejo sistema social y tecnológico, lo que puede generar tensiones y conflictos, como también nuevas posibilidades y oportunidades.

Múltiples tensiones y oportunidades aparecen entre los diferentes dominios que integran la cadena de valor de smart grid.

Smart grid no es una tecnología simple, más bien es un término ambiguo que representa múltiples visiones y tecnologías a través de la cadena de valor del sistema eléctrico.

La mayoría de la gente no piensa mucho en los sistemas de electricidad. Generalmente se le presta atención cuando hay interrupción de la energía eléctrica, o cuando llega la factura mensualmente.

La disponibilidad y accesibilidad han sido los principios sobre los cuales se ha basado el desarrollo de los sistemas eléctricos en los últimos 150 años. Mientras que los primeros sistemas eléctricos se enfocaron solamente en generar energía para la iluminación, actualmente estos sistemas se han convertido cada vez más en una infraestructura crítica.

En la actualidad los sistemas de energía eléctrica son utilizados por sistemas de comunicación, la industria de la alimentación, la salud, el transporte, y otras necesidades básicas. Si el sistema de energía eléctrica se interrumpe, toda la actividad social y económica se paraliza.

Consideraciones similares a los EE. UU, suceden en Europa respecto de la energía eléctrica, smart grids y smart meters.

Por ejemplo, en Dinamarca se enfatiza la resiliencia del sistema como también las preocupaciones respecto al medioambiente. En Italia, la instalación de smart meters tuvo como objetivo inicial enfocarse en minimizar la problemática del robo de energía eléctrica.

Por lo que tanto en EE. UU como en Europa, están preparando las redes para hacerlas más resilientes a las disrupciones, y es una de las principales motivaciones por el interés de la innovación de las redes eléctricas.

Las oportunidades y desafíos del desarrollo de las smart grids varían significativamente de país en país, y de región en región dentro de un mismo país. El cambio en los sistemas eléctricos incluye complejos desafíos jurisdiccionales.

Sistemas sociotécnicos incluyen tecnología, infraestructura, redes de mantenimiento, y redes de aprovisionamiento, como también regulaciones, mercados, prácticas de los usuarios, y significado o significancia cultural.

Los sistemas sociotécnicos pueden llegar a ser bastante estables y resistentes al cambio cuando la dinámica social y técnica a partir de mecanismos se refuerzan para proteger y promover el régimen arraigado (Jennie C. Stephens, Elizabeth J. Wilson, and Tarla Rai Peterson 2015 - Smart grid (R)evolution: electric power struggles). El status quo se perpetúa y se fortifica como actores establecidos, instituciones y tecnologías para contribuir a mantener los arreglos corrientes. Pero un sistema sociotécnico puede llegar a ser inestable cuando hay una dirección de presión empujando hacia cambios de sistemas más amplios (Jennie C. Stephens, Elizabeth J. Wilson, and Tarla Rai Peterson 2015 - Smart grid (R)evolution: electric power struggles). Cuando esto sucede, el sistema puede transicionar hacia una configuración novedosa que podría eventualmente estabilizarse como un sistema diferente.

Los impactos negativos sobre el medio ambiente y la salud en la producción de energía podrían ser eliminados o minimizados al tener sistemas de electricidad más sofisticados. Se podrían minimizar los impactos de las emisiones de polución del aire y de efecto invernadero como dióxido de azufre (SO₂), óxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), y partículas que contribuyen al cambio climático y enfermedades como al asma infantil (EPA, U. S, 2013). Estos sistemas de redes eléctricas sofisticados podrían también producir un cambio en la generación de electricidad a través de fuentes renovables.

Entre las preocupaciones, la visión pesimista sobre la evolución de las redes de smart grid y smart metering, se encuentran potenciales obstáculos que podrían ser riesgos inaceptables tanto para los individuos como para la sociedad, como ejemplo de ello se pueden incluir costos económicos altos, incrementos de la inequidad social, la ciberseguridad y la disminución de la privacidad de las personas.

Electrificación del transporte

Una de las particularidades de la red inteligente es su promesa de hacer que la electrificación del sector del transporte sea una realidad. En Estados Unidos, el

transporte contribuye aproximadamente al 30% de las emisiones de gases de efecto invernadero, el 22% de las emisiones de metano (CH₄), y el 46% de las emisiones de óxido nitroso (N₂O) (EPA, U. S, 2013b). La electrificación del transporte será esencial para descarbonizar significativamente el sector de la energía, y también podría promover mejoras indirectas en la calidad ambiental, como los vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV) desplazando a camionetas livianas, SUVs y Vans. La electrificación del sector del transporte también podría mejorar la seguridad energética, porque la mayor parte de la energía consumida por el transporte proviene del petróleo. Una red inteligente que permite una mayor penetración de los vehículos eléctricos podría reducir estas emisiones mediante la coordinación de las operaciones de carga de los vehículos eléctricos y del sistema eléctrico.

Hay, por supuesto, numerosos escenarios con respecto a los beneficios prometidos de la integración de los vehículos eléctricos enchufables (PEVs - plug-in electric vehicles) al sistema eléctrico.

Un medidor inteligente (smart meter) y un programa inteligente de carga pueden reducir los costos y el impacto medioambiental midiendo el tiempo de carga de los PEVs. Otros esfuerzos para modelar los programas Red-a-Vehículos o Vehículos-a-Red resaltan el papel que los vehículos eléctricos enchufables (PEVs) podrían jugar en la gestión de la red y en el almacenamiento de electricidad.

Otros beneficios ambientales

Ciudadanos empoderados, una de las más interesantes promesas de la red inteligente, podría permitir a los ciudadanos participar más activamente en la generación y gestión del sistema eléctrico en múltiples niveles, es decir comunidades, organizaciones, familias e individuos. El empoderamiento ciudadano podría transformar las interacciones entre los usuarios de electricidad y las empresas de servicios públicos, al permitir la integración de los nuevos productores de electricidad, y dar a las comunidades y los consumidores más participación en las decisiones sobre el desarrollo y el despliegue de la red eléctrica.

Proporcionar a los consumidores con más información sobre el uso en tiempo real de la electricidad a través de medidores inteligentes es una manera de potenciar a las personas a tener una mayor participación e intencionalidad en su consumo de energía. Dado que los consumidores obtienen datos sobre los precios en sus contadores inteligentes, son más capaces de gestionar su propio consumo de energía. El término estándar de la industria para describir esta promesa es la gestión de la demanda.

Proporcionar acceso al cliente de las señales de precios en tiempo real ofrece el potencial de los hogares para armonizar sus patrones de consumo, con la disponibilidad de electricidad a bajo precio y para tener en cuenta sus prácticas cotidianas de manera más integral. Esta información también invita a las personas y familias a considerar opciones para generar su propia electricidad y convertirse en usuarios avanzados de energía, (Prosumers).

Tomando el control

Otra de las promesas de la red inteligente es que las personas que han sido previamente solo consumidores relativamente pasivos pueden estar comprometidas activamente en la toma de decisiones importantes acerca de cómo van a interactuar con el sistema eléctrico. Esta promesa abraza la idea de que la información es poder; si los clientes tienen más información podrían tener un mayor control, y desempeñar un papel activo en la alineación de sus prioridades en la gestión de su sistema eléctrico. El prosumer de la red inteligente podría estar implicado en la creación de sistemas de energía en la comunidad, la integración de la generación distribuida, tales como paneles solares, etc.

Más allá de los cambios técnicos asociados a los prosumers para generar su propia electricidad, los prosumidores tienen el poder de cambiar las reglas que han regido el sistema durante el siglo pasado. Aunque no pueden cambiar las leyes de la física, sí pueden presionar por nuevas reglas y nuevos modelos de negocios.

La palabra prosumer se utiliza normalmente en el sector de la energía para describir a personas que a la vez son productores y consumidores de energía eléctrica (Grijalva, S. y M. U. Tariq, 2011), estos individuos tienen una importancia social mucho más amplia.

Visiones no tan positivas sobre Smart Grid (redes inteligentes) – Smart Metering (medidores inteligentes)

Un artículo en la página web de Counterpunch, 2011 muestra una visión extrema describiendo a smart grid como una debacle económica sobre la salud, la seguridad, las finanzas, con el potencial de incrementar el consumo eléctrico, poner en peligro el ambiente, dañar la salud pública, disminuir la privacidad, y hacer de las redes eléctricas un sistema más inseguro, causar pérdidas de trabajo, y hacer los mercados de energía más especulativos.

El despliegue de smart grid, particularmente la instalación de smart meters, ha engendrado una intensa discusión sobre las debilidades de smart grid.

Una publicación de “social science research” sobre smart grid en las provincias canadienses de British Columbia, Ontario y Quebec han mostrado que los peligros y obstáculos de smart meter están especialmente predominantes o prevalentes en el discurso público durante la fase de despliegue de smart meter, pero una vez que finaliza esta fase, las promesas y potencialidades de smart meter aparecen nuevamente como más prominentes (Mallett, A., R. Reiber, D. Rosenbloom, X. D. Philion, and M. Jegen, 2014).

Algunas personas se encuentran preocupadas por la salud humana y el daño al medio ambiente que puedan causar las ondas electromagnéticas de los smart meters. Similar preocupación a la que ocurrió en líneas de energía alta tensión en la década de 1990 (MacGregor, G.G., P. Slovic, and M.G. Morgan, 1994), como las preocupaciones sobre los teléfonos celulares y nuevamente una pequeña comunidad, pero que se hace oír, se encuentra preocupada por los efectos acumulativos de la exposición a radiación de los campos electromagnéticos (EMF) en la banda de radio frecuencia (RF) de las tecnologías inalámbricas usadas en los Smart Meters.

Los autores del libro Smart Grid (R)Evolution, en el capítulo “Smart Grid Actors, Their Priorities, and interactions”, exponen 4 categorías de los actores de la sociedad involucrados en el desarrollo de Smart Grid:

1. Empresas de servicios públicos, compañías proveedoras de servicios de energía, y proveedores de equipos de sistemas de electricidad.
2. Entidades de gobierno en múltiples niveles.
3. Consumidores de electricidad.
4. Sociedad Civil.

Riesgos y Preocupaciones: Oposición y Resistencia:

Agregado a las presiones e incentivos que afectan las decisiones de inversión de las empresas de servicios públicos, entender la heterogeneidad de las instalaciones de smart meter requiere considerar las preocupaciones del público asociadas con su despliegue.

Dado que los smart meters (como dispositivo identificable) son los elementos más visuales y fácil de reconocer por el público en los sistemas de electricidad, la mayoría de las dificultades del sistema smart grid son también identificadas como dificultades de los smart meters.

Identificando principalmente a los smart meters como preocupaciones o riesgos a los dominios de salud, privacidad, seguridad y costos para el público.

Una reciente investigación caracterizando la oposición del público a los smart meters apunta que desde la perspectiva política hay al menos dos caminos para responder a la resistencia:

1. La oposición puede ser vista como una falla en la comunicación de las empresas de distribución de energía a sus clientes, o
2. La oposición puede ser vista como una oportunidad para la innovación del diseño total del sistema (Hess, D. J, 2013).

Es importante contextualizar la oposición a los smart meters: la mayoría de las nuevas tecnologías encuentran escepticismo y algún nivel de resistencia en los despliegues iniciales. La investigación pone de manifiesto la percepción de riesgo que a menudo no percibimos el riesgo de una manera racional (Slovic 2006). En cambio, las percepciones del riesgo son conformados y a menudo amplificadas por factores sociales que influyen nuestro procesamiento cognitivo (Daniel Kahneman, 2012).

Con las nuevas tecnologías, los investigadores han demostrado que las personas que han sido informadas en las decisiones relacionadas con la implementación de una nueva tecnología son más propensas a minimizar los riesgos potenciales y ver la tecnología favorablemente, mientras que aquellos que no han sido involucrados o informados son más propensos a maximizar potenciales riesgos y ver a la misma tecnología desfavorablemente. Estas diferencias se pueden exacerbar aún más cuando las personas sienten que tienen poco poder o influencia sobre la dirección del cambio tecnológico.

La oposición pública a los contadores inteligentes se ha justificado por múltiples preocupaciones que varían según la jurisdicción. En algunas comunidades, la preocupación prominente es el impacto sobre la salud de la radiación electromagnética, mientras que en otras comunidades las preocupaciones más importantes se relacionan con mayores costos o la facturación incorrecta o la pérdida de privacidad dada la enorme cantidad de hogares que son fuentes de datos específicos de la electricidad.

El escepticismo sobre la gestión eficaz, uso apropiado y el intercambio de las enormes cantidades de datos recogidos por los contadores inteligentes ha aumentado en respuesta a la creciente preocupación social sobre la vigilancia de comunicaciones. Una investigación reciente encontró que los europeos están más preocupados por los riesgos de privacidad, mientras que los americanos del norte (EE. UU. y Canadá) están más preocupados por los riesgos de salud (Hess, 2013).

Las preocupaciones de seguridad con respecto a los medidores inteligentes también han surgido y están relacionados con varios incendios eléctricos que se iniciaron después de la instalación de medidores inteligentes defectuosos; la causa aparente de incendios reportados en Pennsylvania, California y Columbia Británica fue por smart meters defectuosos o por su instalación defectuosa (Clarke, C.,2012). Adicionalmente, relacionadas con el costo excesivo y la facturación incorrecta han remarcado la posibilidad de que, en vez de alcanzar la promesa de ahorrar dinero a los consumidores, los smart meters podrían aumentar los costos y proporcionar beneficios mínimos a los consumidores.

Preocupaciones sobre la salud

Las preocupaciones por la salud debido a los medidores inteligentes están relacionadas principalmente con el riesgo bien caracterizado por la incerteza y no tener bien caracterizada la exposición a la radiación de los campos electromagnéticos (EMF) en la banda de frecuencia de radio (RF) de la tecnología inalámbrica que se utiliza en muchos contadores inteligentes. Este tipo de radiación, a menudo referido como energía de RF EMF, es no ionizante, lo que significa que es radiación de relativamente baja energía y no alta frecuencia como es el caso de los rayos X. La RF EMF no tiene suficiente energía como para dañar directamente el ADN dentro de las células vivas. Mientras que la radiación ionizante se sabe que causa la ruptura celular, los impactos de las radiaciones no ionizantes son menos conocidos; se sabe que la radiación no ionizante tiene un efecto térmico en el que en ciertos niveles de exposición a la radiación calienta el tejido vivo, pero si esto se traduce en daños siguen siendo inciertas (Rivaldo, A., 2012).

La frecuencia y la potencia de las ondas de RF de los smart meters son similares a las de los teléfonos celulares y dispositivos Wi-Fi cuando se utiliza la red inalámbrica para la comunicación con el sistema central. En comparación con los teléfonos celulares, la exposición a RF de los smart meters (contadores inteligentes) es menor debido a que los contadores inteligentes se comunican mediante mensajes cortos durante el día y se instalan en general fuera del hogar, por lo que la fuente de las ondas de RF está alejada de las personas y no afectan como un teléfono celular que se sujeta cerca de la cabeza.

La fuerza de RF disminuye con la distancia a su fuente, por lo que muchos expertos no consideran que la exposición a RF de los contadores inteligentes sea un riesgo significativo.

Estándares y directrices para la exposición a la RF han sido establecidos por las organizaciones nacionales e internacionales, aunque existe una variación significativa en estas normas. En los Estados Unidos las dos agencias gubernamentales, la Comisión Federal de Comunicaciones, y Asociación de la industria (incluyendo el Instituto Americano de Estándares y el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) han estado involucrados en el establecimiento de normas. En parte, como respuesta a un movimiento creciente de activistas que impulsan una revisión y ajuste de los estándares de RF existentes en todo el mundo (BWG, 2012). La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha iniciado un proceso para armonizar los estándares de un país con otro (WHO, 2014 - Organización Mundial de la Salud 2014).

Por otra parte, no todos los medidores inteligentes emiten RF, en Europa y en algunas jurisdicciones canadienses donde hay un extenso soterramiento de cables, muchos contadores inteligentes se basan en cableado o fibra para las comunicaciones bidireccionales. Pero en los Estados Unidos y en otros lugares donde hay soterramiento mínimo de cables de electricidad o la falta de redes de fibra óptica, los medidores inteligentes utilizan la comunicación inalámbrica que se asocia con RF.

Una controversia más general que rodea a los impactos sobre la salud de los campos electromagnéticos de radiofrecuencia ha ido creciendo en los últimos años como la tecnología inalámbrica, incluyendo teléfonos celulares, Wi-Fi, teléfonos inalámbricos, antenas celulares, y las torres, se han convertido omnipresentes. Un nuevo término, "contaminación electromagnética", representa esta preocupación por el aumento de la exposición a la radiación de bajo nivel resultante de la explosión de las tecnologías inalámbricas. Conectado a la conciencia social generalizada sobre los efectos en la salud de la contaminación del aire, se manifestaron con la siguiente cita de un informe publicado en la web por un investigador independiente: "contaminación electromagnética" ... como el smog de verdad ... puede tener serios efectos en nuestra salud (Goldsworthy, A., 2007). Algunas personas son particularmente sensibles a la radiación electromagnética, con una amplia gama de síntomas que incluyen dolores de cabeza, náuseas, mareos y problemas para dormir (BWG 2012).

La instalación de medidores inteligentes en la última década ha coincidido con la rápida expansión de todo tipo de tecnologías inalámbricas, de modo que los medidores inteligentes son sólo uno de los muchos nuevos dispositivos que están asociados con esta percepción de un nuevo riesgo. Una serie de informes científicos publicados

recientemente han revisado los impactos en la salud de los campos electromagnéticos de radiofrecuencia, la mayoría de estos informes concluyen que el riesgo es mínimo (EPRI, 2010); Sin embargo, algunos permanecen preocupados por este conjunto emergente de riesgos mal caracterizados (BWG 2012).

Para los medidores inteligentes en particular, el riesgo para la salud parece menor que en el caso de otras tecnologías, como los teléfonos móviles o sistemas Wi-Fi en interiores, pero tales medidores siguen recibiendo una atención significativa. Mientras que los beneficios de los teléfonos celulares y Wi-Fi están aceptados para los consumidores, las personas sienten a menudo que los contadores inteligentes son tecnologías nuevas que son forzadas sobre ellos por los proveedores de servicios públicos y que no se benefician directamente. Estas controversias alrededor de la RF son similares a las líneas de transmisión de alta tensión de los alrededores de vecindarios, y de alguna manera, también similar a los reclamos de incertidumbre científica y los riesgos asociados con las vacunas, el fluoruro en el agua potable, e incluso organismos modificados genéticamente (Hess, D. J, 2014). Cada una de estas luchas sociales implica la redefinición de los expertos y el establecer las percepciones de los riesgos que son difíciles de probar o negar de manera inequívoca. Estas luchas involucran un fuerte sentido de que, a la población, estos nuevos riesgos están siendo forzados sobre ellos sin su consentimiento, y que tienen pocas opciones para negarse a adoptar o usar la nueva tecnología.

Preocupaciones sobre la privacidad:

Más allá de los problemas de salud percibidos a causa de los contadores inteligentes, algunos ciudadanos también han expresado su preocupación por la protección de la intimidad. Los medidores inteligentes reúnen datos sobre el uso de la electricidad a nivel sub-horario y cuando los servicios públicos tengan acceso a los datos de uso de electricidad específicos del hogar, algunos temen una pérdida de privacidad. Estos datos detallados, recogidos por los contadores inteligentes y transmitidos a las empresas de servicios públicos, presentan una nueva opción para los riesgos sobre la privacidad personal, que viene inmediatamente después de varios escándalos relacionados con la privacidad y la creciente presión para reducir la vigilancia generalizada y una mejor protección de la privacidad del individuo (ACLU, 2014). Las empresas de servicios eléctricos tendrán acceso a información de detalle sobre el consumo de electricidad, lo que podría revelar patrones de comportamiento de consumo de energía dentro de la casa pudiendo identificar períodos de vacaciones y períodos de ocupación intensiva. Si bien estos datos detallados de consumo permitirían a las empresas de servicios públicos

gestionar mejor el uso de la electricidad y focalizar mejor sus programas y esfuerzos, tales empresas o las agencias legales también podrían inferir cuándo el consumo de la electricidad es sospechosamente alto o potencialmente está siendo robada (Darby, S., 2010).

Las expectativas de privacidad y el papel del gobierno para proteger la privacidad varían en todo el mundo. En Alemania, por ejemplo, el estado es el encargado de proteger la privacidad de las personas y evitar que el sector privado tenga acceso a la información personal; un conjunto fuerte y coherente de leyes se centran en la protección de la intimidad y la privacidad.

En los Estados Unidos la mayoría de los ciudadanos están más preocupados por la intromisión del gobierno a su privacidad de que lo haga el sector privado, por lo que las expectativas de la protección en cuanto a la privacidad por parte del gobierno son bajas y las leyes de privacidad son inconsistentes y negociadas a través de las PUC (Public Utilities Commissions) y el legislador.

Otra preocupación emergente se refiere a la propiedad de los datos y el acceso a ellos. Mientras que las empresas de servicios públicos a menudo mantienen los datos de consumo de energía confidencial, a muchos proveedores de terceros (3PP) o las autoridades estatales les gustaría poder acceder a estos datos para el desarrollo de productos o para la evaluación de programas de eficiencia energética.

Oportunidades

Ahorros de Carbón:

La irrupción de smart grids y smart metering ha cambiado el panorama para la intervención reguladora. Se espera que las empresas de servicios públicos desplieguen aplicaciones de redes inteligentes. Tanto las smart grids como las soluciones de smart metering colaboran a la gestión de la carga pico (peak load), permitiendo demorar las inversiones en generación como también en transmisión y distribución, pudiendo presionar a la baja del precio (tarifa) de la electricidad para los consumidores, y podrían reducir los efectos ecológicos en la producción de electricidad. Sin embargo, las redes inteligentes son caras de implementar, y mientras que las grandes empresas de provisión de servicios públicos puedan ser capaces de absorber el costo de esta tecnología, empresas de servicios públicos más pequeñas pueden enfrentar restricciones presupuestarias.

Los sistemas AMI (smart metering) permiten a las empresas reconocer un ahorro de carbono, proporcionando información detallada del uso de la energía.

La incorporación eficiente de la electricidad renovable:

La implementación de medidores habilitados para AMI (smart meters) ayudará a mantener un control sobre la energía y el consumo de recursos, por lo tanto, a reducir el agotamiento de los recursos energéticos no renovables como el carbón. En consecuencia, se espera que los sistemas AMI faciliten la incorporación eficiente de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables (MarketsandMarkets, 2014).

La siguiente figura muestra el impacto de los drivers, las restricciones y oportunidades en el mercado AMI, según MarketsandMarkets.

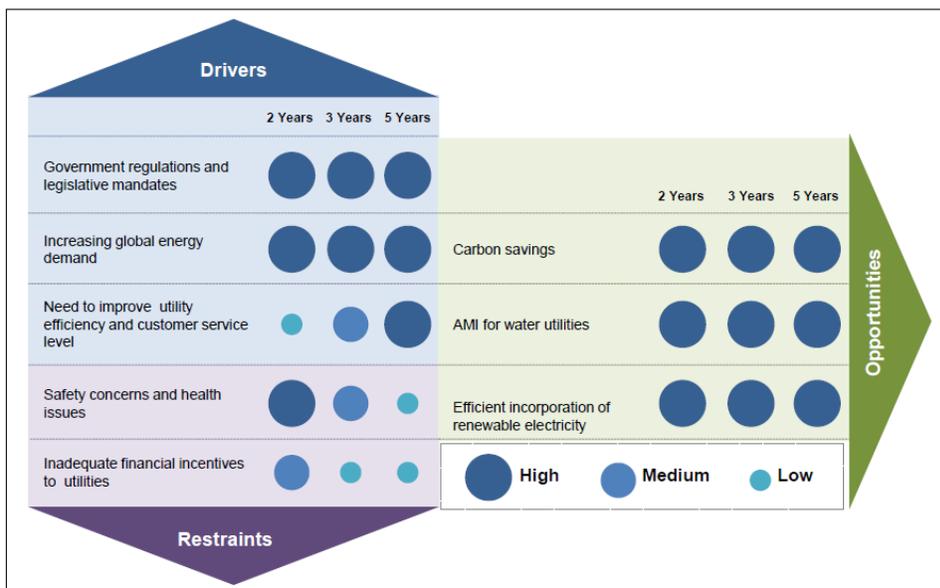


Ilustración 10 SM - drivers, restricciones y oportunidades.

A partir del diagrama se observa que los drivers para el despliegue de la tecnología AMI son:

1. Las regulaciones de gobierno
2. El incremento de la demanda global de energía.
3. La necesidad de mejorar la eficiencia de las empresas de servicios públicos (en nuestro caso las empresas de distribución de energía eléctrica) y mejorar el servicio al usuario o cliente.

Las consideraciones a las que se encuentra expuesto el despliegue de la tecnología AMI son:

1. Las preocupaciones concernientes a la seguridad y la salud.
2. Los incentivos financieros inadecuados a las empresas de servicios públicos.

Como oportunidades observamos:

1. Ahorros de Carbón.
2. Incorporación eficiente de fuentes de energía renovable de baja capacidad.

Adicionalmente a lo anterior, se puede agregar la posibilidad que los consumidores puedan tener un rol activo y responsable en el uso de la energía eléctrica, al permitir esta tecnología la bidireccionalidad de la información y las señales, en tiempo real del mercado, de la demanda y la oferta.

Datos sobre Europa (Berg Insight, 2014)

El mercado eléctrico

La electricidad es la fuente de energía más ampliamente desplegada en Europa, proveyendo alrededor de 282 millones de clientes. Los países con los mayores mercados de electricidad son Alemania con 44 millones de clientes de electricidad, seguido por Italia con 38 millones, Francia con 35 millones, Reino Unido con 30 millones y España con 28 millones.

Datos sobre generación y consumo (Europa 2012)

Consumo	TWh	Share
Industrias	1114	36,1%
Hogares	954	30,9%
Comercial & Servicios	938	30,4%
Transporte	80	2,6%
Total	3086	100%

Tabla 2 Datos consumo Europa. Fuente: Eurostat and European Environment Agency

Generación	TWh	Share
Conv. Térmica	1614	52,3%
Nuclear	836	27,1%
Hidro	631	11,7%
Eólica	198	6,6%
Solar & otras	77	2,5%
Total	3086	100%

Tabla 3 Datos generación Europa. Fuente: Eurostat and European Environment Agency

La estructura de la industria de la distribución de electricidad en Europa varía significativamente de país en país por razones tanto históricas como reglamentarias. Algunos países como Grecia, Irlanda y Letonia tienen monopolios nacionales, o un jugador dominante en la industria nacional, como en el caso de Francia, Italia y Portugal. Otros mercados nacionales se encuentran en diversos estados de fragmentación, siendo Alemania, Suiza, Austria y los países nórdicos los más diversos. En Alemania, así como en los países nórdicos, hay una mezcla de unos cuantos grandes grupos energéticos nacionales y regionales, que operan al lado de cientos de empresas de servicios públicos municipales. Los casos de Austria y Bélgica también son relativamente diversos, mientras que Holanda y el Reino Unido tienen un puñado de grandes jugadores. La mayoría de los países de Europa del Este han optado por crear un número limitado de empresas regionales de distribución en relación con las privatizaciones. Polonia ha completado recientemente la reestructuración del sector eléctrico nacional, lo que ha llevado a la creación de cuatro grandes grupos energéticos regionales integrados.

Los mercados minoristas de electricidad también difieren significativamente entre los países europeos debido a las diferencias en las políticas fiscales, los métodos de generación y la situación general de la oferta y la demanda. En el segundo trimestre de 2013, el precio medio al por menor de la electricidad para los hogares en la UE28 era de alrededor de € 18,00 por 100 kWh. El rango de precios era de menos de € 8,80 por 100 kWh en Bulgaria a más de € 25,00 por 100 kWh en Chipre, Dinamarca y Alemania. Los altos impuestos sobre el CO₂ son la razón principal del alto precio en Dinamarca, donde representan más del 50 por ciento del precio total. Alemania e Italia, que dependen en gran medida de los combustibles fósiles, por su parte tienen costos de generación mucho más altos que, por ejemplo, Francia, que depende casi totalmente de la energía nuclear.

País	Clientes de electricidad	DSOs	€/100 kWh	kWh/year*
Alemania	43400000	866	26,53	3500
Italia	38200000	162	23,14	2800
Francia	35200000	159	14,47	5500
Reino Unido	30100000	10	17,08	4700
España	29300000	325	18,93	4700
Polonia	16300000	5	14,62	2100
Rumania	9000000	4	10,7	1400
Holanda	8000000	7	19,32	3300
Grecia	7400000	1	14,07	4200
Portugal	6300000	12	20,31	3700
Republica Checa	5800000	280	15,07	3700
Suecia	5200000	158	20,36	8600
Hungría	5100000	3	15,61	2900
Belgica	4900000	24	22,57	4500
Austria	4700000	116	20,15	5100
Suiza	4700000	692	15,01	5200
Bulgaria	4600000	3	8,8	2000
Dinamarca	3300000	83	29,53	3700
Finlandia	3200000	81	15,72	9200
Noruega	2800000	126	17,8	14400
Eslovaquia	2700000	163	17,32	2200
Croacia	2300000	1	11,33	3100
Irlanda	2300000	1	22,53	5300
Lituania	1600000	1	12,55	1800
Latvia	1100000	8	13,94	2200
Eslovenia	900000	5	15,66	4500
Chipre	700000	2	27,25	4200
Estonia	700000	34	11,07	3500
Luxemburgo	300000	7	13,73	4600

Malta	200000	1	16,99	2000
-------	--------	---	-------	------

Tabla 4 Costo de la energía por país (Europa)

La distribución de electricidad en EU28 + 2 está dominada por los principales grupos energéticos. Los 25 DSO más grandes prestan servicio aproximadamente a las tres cuartas partes de las conexiones. Enel es el mayor distribuidor de electricidad de la UE, con una base de clientes de 47,3 millones en Italia, España y Rumanía. EDF es el número dos con una base de clientes de 35,1 millones en Francia y Hungría. E.ON, en tercer lugar, tiene una huella geográfica más amplia que sus pares - Alemania, República Checa, Países Bajos, Hungría, Rumanía, España y Suecia - pero una base de clientes significativamente menor de 15 millones. Iberdrola es el número cuatro con 14,4 millones de clientes de red en España y Reino Unido, por delante de RWE en el quinto lugar con 10,1 millones de clientes de distribución en Alemania, Hungría y Polonia. UK Power Networks, parte de CKI con sede en Hong Kong y Western Power Distribution de PPL en el Reino Unido, es el sexto y el séptimo mayor mercado con 8,0 millones y 7,8 millones de clientes, respectivamente. Otros jugadores importantes incluyen PPC, CEZ, EDP, EnBW, Tauron, PGE y Vattenfall.

PPC y EDP son los únicos DSO nacionales en Grecia y Portugal, respectivamente conectando entre 7,5 y 6,1 millones de clientes en cada uno de los dos países. EDP también tiene una pequeña red de clientes en España. CEZ es el mayor operador de red de electricidad de la República Checa con operaciones internacionales en Bulgaria y Rumania, con un total de 7,1 millones de clientes. EnBW se expandió de su base en el estado federal alemán de Baden Württemberg a la República Checa a través de la adquisición de la empresa de servicios públicos de Praga PRE, aumentando la base de clientes a 6.0 millones. Tauron y PGE son servicios públicos regionales en Polonia con más de 5 millones de clientes cada uno. Vattenfall tiene una base de clientes de distribución de 4,3 millones en Suecia y Alemania.

El resto de los 25 mejores jugadores están confinados a los mercados nacionales. Incluyen compañías de electricidad controladas por el Estado, como ESB de Irlanda, Electrica de Rumania y HEP de Croacia. El grupo de Utility de Gas Natural Fenosa y varias empresas regionales con entre 2 y 5 millones de clientes de distribución de electricidad. Los jugadores regionales incluyen Northern Powergrid, Scottish & Southern Energy (SSE) y Electricity North West en el Reino Unido; Alliander y Enexis en los Países Bajos; Energa en Polonia y EVN con operaciones en Austria y Bulgaria.

Entre los principales distribuidores de energía fuera de la lista de los 25 principales figuran ENEA en Polonia; ACEA y A2A en Italia; Stedin en los Países Bajos; Fortum de Finlandia; Alemania EWE y Rhein Energie; LETSO de Lituania; Wien Energie de Austria, Letonia Latvenergo y Energo-Pro en Bulgaria - que tienen más de 1 millón de clientes.

Top 25 electricity DSOs (EU28+2 2014)

Compañía	Clientes	Mercados
Enel	47300000	Italia, España, Rumania
EDF	35100000	Francia, Hungría
E.ON	15000000	Alemania, Rep. Checa, Hungría, Rumania, España, Suecia
Iberdrola	14400000	España, Reino Unido (UK)
RWE	10100000	Alemania, Hungría, Polonia
UK Power Networks (CKI)	8000000	UK
Western Power Distribution	7800000	UK
HEDNO (PPC)	7400000	Crecia
CEZ	7100000	Rep. Checa, Bulgaria, Rumania
EDP	6700000	Portugal, España
EnBW	6000000	Alemania, Rep. Checa
Tauron	5300000	Polonia
PGE	5200000	Polonia
Vattenfall	4300000	Suecia, Alemania
Northern Powergrid	3900000	UK
Gas Natural Fenosa	3700000	España
SSE	3700000	UK
Electrica	3300000	Rumania
Alliander	3100000	Holanda
Energa	2700000	Polonia
ESB	2700000	Irlanda, UK
Enexis	2700000	Holanda
EVN	2400000	Austria, Bulgaria

Electricity West	North	2400000	UK
HEP		2300000	Croacia

Tabla 5 Los principales DSOs de Europa

Potencialidades de Smart Metering

Micro-generación

Un potencial, aún poco desarrollado, es la medición inteligente en el área de aplicación de la micro generación.

El rápido desarrollo de tecnologías mejoradas de energía solar y eólica está reduciendo progresivamente el umbral técnico y económico para la generación a pequeña escala de energía eléctrica. Los medidores inteligentes, capaces de registrar no sólo la energía consumida, sino también la energía generada e incorporada a la red permite, por ejemplo, a los propietarios (usuarios) comunes vender la energía excedente generada por un panel solar montado en el techo a su proveedor de electricidad. Suponiendo que la transición a fuentes de energía renovables conduzca a precios sustancialmente más altos, parece probable que la micro generación atraiga el interés de los consumidores en el futuro. Dado que se espera que los medidores inteligentes desplegados permanezcan en funcionamiento durante al menos 15 años, es muy importante que puedan adaptarse a cualquier cambio en la forma en que la electricidad se genera durante este período de tiempo.

Muchos países europeos ofrecen subsidios financieros a los pequeños productores de electricidad renovable. Sin embargo, los gobiernos de Alemania, Francia y España están reduciendo su apoyo como parte de los recortes del presupuesto general.

PHEVs y almacenamiento de energía

Los vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEVs - plug-in hybrid electric vehicles) son una de las tendencias más fuertes en la industria automotriz global. La mayoría de los principales fabricantes de automóviles del mundo tienen o van a añadir PHEVs a sus gamas de modelos estándar, incluso aun cuando el alto costo de las baterías limitará su atractivo en el mercado de masas en los primeros años. Cuando esté totalmente maduro el concepto introducirá el almacenamiento de energía como un nuevo factor en la distribución de energía. Los cargadores de baterías PHEV inteligentes en red pueden

comunicarse con la red para optimizar cuándo se consume energía en función de la disponibilidad, el precio u otras variables y potencialmente alimentar al sistema si hay escasez.

Se espera ampliamente que los medidores inteligentes se conviertan en el gateway de comunicación para el equipo de carga de vehículos eléctricos, y prácticamente todos los principales grupos energéticos europeos están actualmente involucrados en proyectos relacionados con la carga de vehículos eléctricos.

Dispositivos de energía inteligente en red

La energía inteligente es una categoría de aplicación emergente en los aparatos de consumo. La idea básica es utilizar la información relacionada a la energía en tiempo real con el propósito de optimizar el consumo de energía mediante el ahorro y el cambio de consumo en diferentes períodos de tiempo. Ejemplos de dispositivos de energía inteligente en red comercialmente disponibles van desde dispositivos inteligentes, controladores y sensores hasta pantallas de visualización de información de energía (IHDs - information in-home displays). Los electrodomésticos inteligentes son una nueva generación de calefactores, acondicionadores de aire, refrigeradores y otros productos domésticos que demandan mucha energía y que usan información en línea para optimizar el consumo de energía. Para instalaciones de ajuste retroactivo, también hay una amplia gama de controles en red o dispositivos sensores diseñados para la conservación de energía. Las pantallas de información diseñadas para explicar el consumo de energía de los hogares a los consumidores individuales son una característica de muchos programas de medición avanzada inteligente (smart metering) en todo el mundo. Todos estos dispositivos tienen en común que por lo general poseen la capacidad de comunicarse con cualquier medidor inteligente presente en el hogar.

Las empresas de energía quieren ver al medidor inteligente como la puerta de enlace de comunicación para todas las futuras aplicaciones de energía inteligente, pero también hay otras opciones como una conexión a Internet Wi-Fi local o una red móvil. Antes de que los dispositivos de energía inteligente en red despeguen, deben establecerse estándares universales para asegurar la interoperabilidad de las comunicaciones entre los diferentes sistemas de medición inteligente.

Maximizando la explosión de la infraestructura de medición avanzada (smart metering)

La medición inteligente no es una nueva tendencia, pero el uso de las redes avanzadas de infraestructura de medición (AMI, por sus siglas en inglés) para una gran cantidad de nuevas aplicaciones es ciertamente lo que está creciendo. Desde el involucramiento del consumidor a las herramientas de análisis de la información, desde la respuesta a la demanda (DR – Demand Response) a la fijación de precios de tiempo de uso (TOU – Time of Use), las maneras en que las empresas de servicios públicos aprovechan esa última milla de conectividad e inteligencia están cambiando y creciendo. Esto tiene varias implicancias para los proveedores de servicios públicos, desde la necesidad de sistemas de IT cada vez más complejos e interoperables, a la necesidad de redes de comunicaciones más sólidas y una mayor colaboración entre los antiguos equipos.

Navigant Research está observando en las empresas de servicios públicos (utilities) un marcado crecimiento en pruebas piloto creativas, y soluciones que soportan el uso de conectividad AMI y de datos para una gran cantidad de aplicaciones. Por ejemplo, en el caso de la participación de los consumidores, los datos de consumo de energía en forma granular de los contadores inteligentes se pueden enviar a clientes individuales a través de aplicaciones móviles o mediante alertas de texto de manera oportuna para que los consumidores puedan ajustar sus patrones de consumo. Los datos de los medidores inteligentes pueden conectarse no sólo a los sistemas de gestión de datos y facturación de los medidores, sino también a los procesos operativos, como la gestión de interrupciones o el control de la energía reactiva.

La administración de carga mejorada es otra aplicación que puede aprovechar los datos de los smart meters. Basado en el análisis de tendencias, un operador de servicios públicos tendrá una mayor visión de la demanda de electricidad proyectada, lo que puede ayudar a determinar el grado de inversión necesaria en nuevos transformadores u otra infraestructura de red. Además, los contadores inteligentes pueden facilitar a las empresas de servicios públicos ofrecer opciones de pago anticipado a los clientes, lo que ayuda con pérdidas no técnicas (es decir, robo) y los pagos pueden realizarse a través de dispositivos móviles.

Se esperan nuevas maneras en que los datos de los contadores inteligentes se empleen para seguir evolucionando, a medida que la penetración del medidor inteligente se profundice en todo el mundo. En Europa se observa un rápido crecimiento a partir de 2015, ya que los servicios públicos en Francia y Gran Bretaña han acelerado los despliegues para cumplir con los requisitos impuestos para 2020. En Norteamérica, estiman que la penetración de los medidores inteligentes alcance casi el 80% en 2023.

Tasa de penetración del medidor inteligente por región, Mercados mundiales: 2013-2023

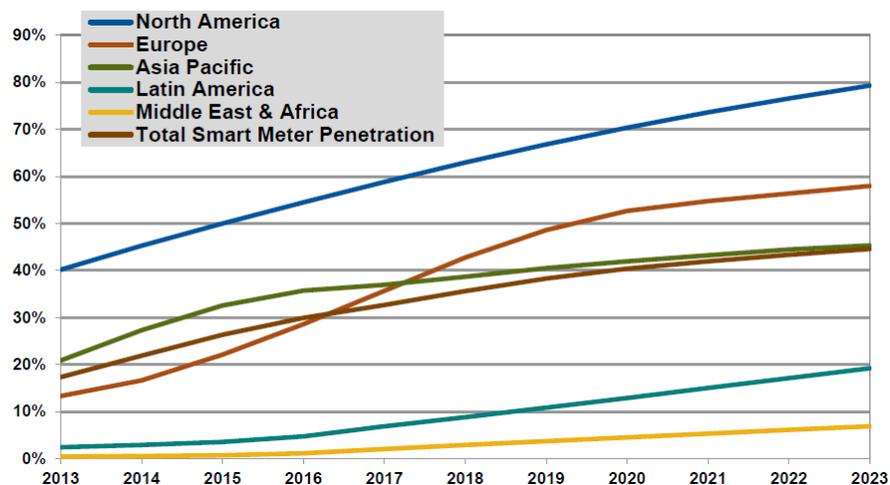


Ilustración 11 Introducción Smart meters (fuente: Navigant Research)

Con respecto a quiénes son los responsables y dueños de la solución de smart metering, podemos decir que en Europa casi la totalidad de las implementaciones son responsabilidad de las empresas distribuidoras de energía eléctrica, según se observa en el siguiente gráfico.

Propiedad y Responsable de la implementación de la solución de Smart Metering

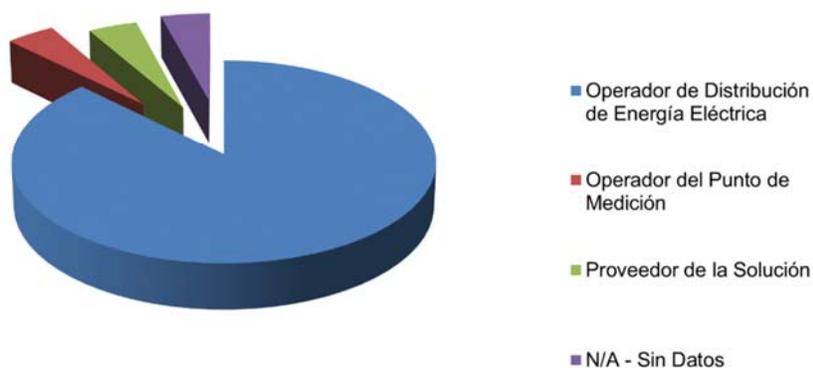


Ilustración 12 Responsable de la implementación de Smart metering en Europa

A modo de ejemplo, en la siguiente gráfica se observa el número de puntos de medición o puntos de smart meters en países europeos para la muestra considerada.

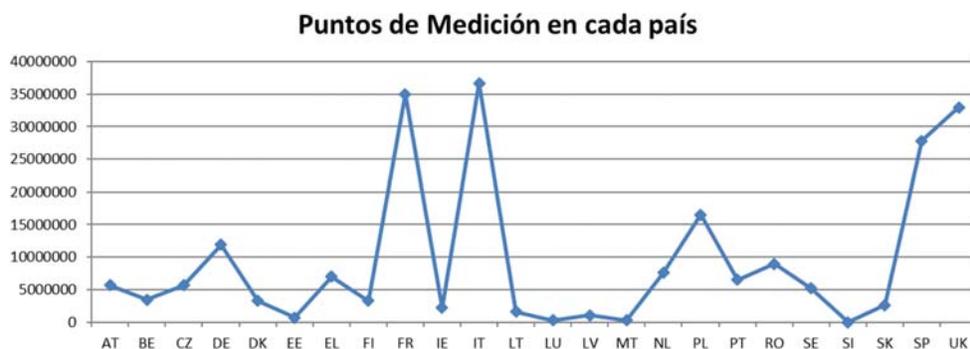


Ilustración 13 Puntos de medición en países europeos

A partir del gráfico podemos deducir que los países europeos con mayor cantidad de puntos de medición son Francia, Italia, Reino Unido y España (junto con Alemania, que no se encuentra dentro de la muestra considerada).

La mayoría de estos países considera que hacia 2020 habrán desplegado entre el 80% y el 100% de los smart meters en sus respectivos países.

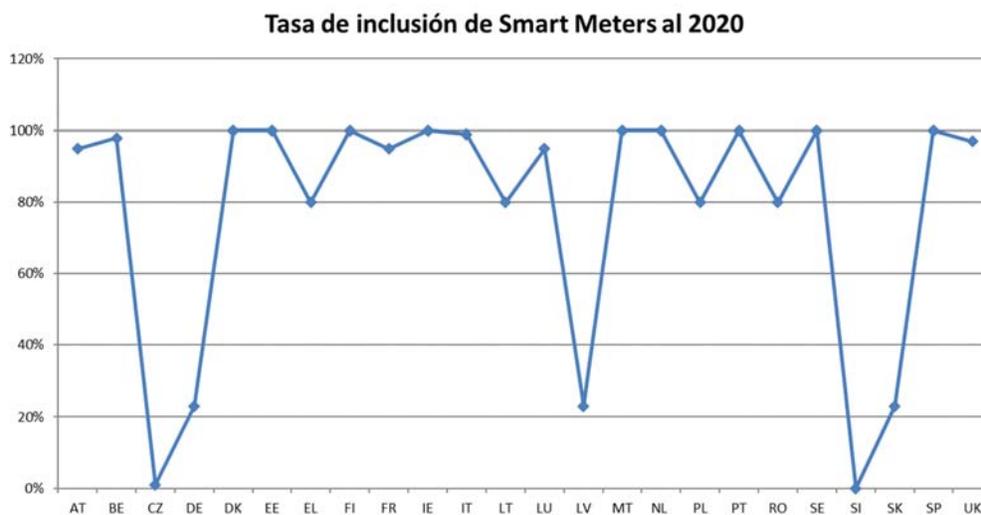


Ilustración 14 Tasa de inclusión de Smart meters hacia 2020

6.2 DOMINIO TECNOLÓGICO Y LAS TICs (COMO AGENTE MOTIVADOR O DRIVER)

Las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) se definen como sistemas tecnológicos utilizados en el procesamiento, almacenamiento y transmisión de información. Estas tecnologías facilitan el intercambio de información entre 2 o más interlocutores (computadoras u otro tipo de dispositivos).

Las TICs son algo más que informática y computadoras, puesto que no funcionan como sistemas aislados, sino en conexión con otros mediante una red. También son algo más que tecnologías de emisión y difusión (como televisión y radio analógica), puesto que no sólo dan cuenta de la divulgación de la información, sino que además permiten una comunicación interactiva.

El actual proceso de “convergencia de las TICs” (es decir la difusión de las tecnologías de información, las tecnologías de la comunicación y las soluciones informáticas) tiende a la coalescencia (ver figura siguiente) de tres caminos tecnológicos separados en un único sistema que, de forma simplificada se denomina TICs (Castells Manuel, 2002).

Convergencia de caminos tecnológicos

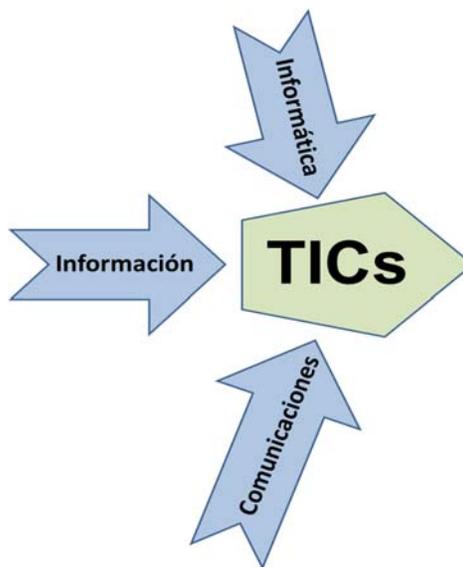


Ilustración 15 Convergencia caminos tecnológicos

Smart Grid

Empresas de generación de electricidad y el sector privado

Nuevos entrantes, incluidas las empresas del sector (TICs) tecnología de la información y las comunicaciones, y compañías start-up, tienen diferentes prioridades, ya que se

están desarrollando y aprovechando nuevas oportunidades de negocio, es decir actores nuevos e históricos con diferentes prioridades, tienen por lo tanto diferentes capacidades para adaptarse al cambio. Diferentes tolerancias al riesgo determinados por las circunstancias individuales, que a su vez influyen en las interacciones de las oportunidades que presenta la innovación de redes inteligentes.

Las empresas que suministran el hardware y software de red inteligente (smart grid) se distribuyen a lo largo de la cadena de valor desde la generación, pasando por la transmisión y llegando a redes de distribución, y a los usuarios finales. Algunas de estas empresas involucradas en proveer soluciones son General Electric, Westinghouse, empresas de ingeniería como ABB, Alstom, Siemens, Mitsubishi Heavy Industries, UTC, y otras que construyen los sistemas de hardware y control de sistemas de energía eléctrica. Sumado a éstas, que podemos considerar como tradicionales, encontramos a las empresas TICs establecidas como IBM, Cisco, Oracle, y otras que también participan en brindar soluciones en algún eslabón en la cadena de valor de las redes inteligentes. Para estas últimas, la red inteligente presenta una enorme oportunidad de negocio, permitiendo crear nuevos productos para nuevos mercados.

El término "red inteligente" se refiere a más de una tecnología o incluso un conjunto bien definido de tecnologías individuales. Es un término paraguas bajo el cual múltiples tecnologías y sistemas diferentes, tanto de hardware como de software, se están desarrollando.

A continuación, se muestra en forma gráfica cómo se configura la red eléctrica bajo el concepto de smart grid, comparándola con la red eléctrica tradicional.

Una red eléctrica tradicional, no basada en smart grid, se observa como una que consiste en interacciones simples y sin capacidad para de disponer de un flujo de energía bidireccional, es decir sin capacidad de los usuarios de consumir energía y además de poder entregar energía a la red para ser utilizada por otros consumidores.

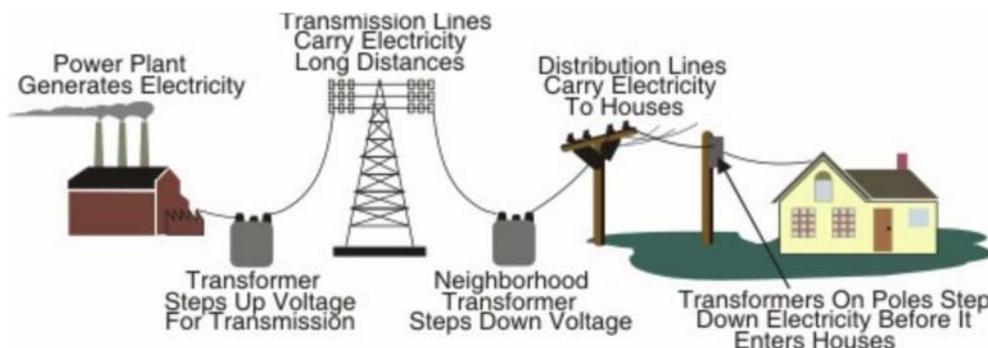


Ilustración 16 Red eléctrica tradicional

Mientras que en una red basada en el concepto de smart grid prevalece la bidireccionalidad con múltiples interacciones.

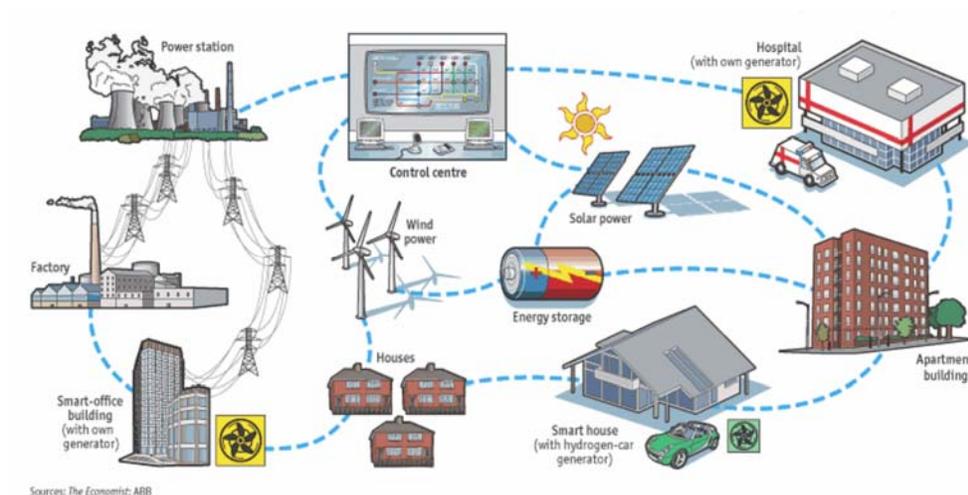


Ilustración 17 Red eléctrica basada en Smart Grid

Para algunos, la red inteligente se caracteriza principalmente como la adición de las tecnologías de información y las comunicaciones (TICs), superpuesta a la infraestructura existente.

Para otros, la red inteligente representa la instalación de nuevas líneas de transmisión, nuevos medidores y generación renovable. El tipo y el grado del cambio tecnológico representado por la red inteligente varían entre los diferentes actores de la sociedad. Algunas personas ven a la red inteligente como inevitable, ya que ocurre la actualización evolutiva para mejorar la infraestructura y reforzar el sistema existente. Otros ven la red inteligente como un futuro cambio revolucionario en la forma en que se genera la electricidad en forma distribuida y, un cambio potencialmente desestabilizador que podría cambiar el poder lejos de los actores tradicionales.

Smart grid, comunicaciones y redes (networking)

La red de energía inteligente (o red inteligente, en una palabra) se refiere a la red de energía eléctrica de última generación que tiene como objetivo proporcionar generación, transmisión y distribución para un consumo fiable, eficiente, seguro y un producto "energía" de calidad, utilizando tecnologías modernas de la información, las comunicaciones y tecnología electrónica.

La red inteligente introduce un sistema distribuido y centrado en el usuario, que incorpora a los clientes finales en sus procesos de decisión para proporcionar un suministro de energía rentable y fiable. La infraestructura de comunicaciones desempeña un papel vital en la gestión, control y optimización, de diferentes dispositivos y sistemas de las redes inteligentes. Las tecnologías de la información y de las comunicaciones son el núcleo de las redes inteligentes, ya que proporcionan a la red de energía la capacidad de soportar la energía de dos vías y el flujo de información, aislar y restaurar los cortes de energía más rápidamente, facilitar la integración de fuentes de energía renovables en la red y empoderar a los consumidores con las herramientas para optimizar su consumo de energía.

Esta interacción se hace posible por el uso de la infraestructura de medición avanzada (AMI) o Smart Metering, que actuará como puerta de entrada, permitiendo que el flujo bi-direccional de información y de la energía, soporte la gestión de los recursos de energía distribuida (DER) o generación distribuida (DG) y la participación del consumidor.

AMI son sistemas que comprenden hardware electrónico y software, los cuales al combinarse permiten realizar mediciones a intervalos, y enviar esas mediciones hacia su procesamiento por medio de sistemas de comunicaciones disponibles (EPRI, 2010). Este objetivo es para medir, coleccionar y analizar datos de consumos basados en el tiempo. AMI (Smart Metering) puede descomponerse en 3 bloques principales:

- Medidores (smart meters) en sitio del cliente
- Red de comunicaciones – entre el cliente y el proveedor de servicio
- El sistema de gestión de los datos obtenidos en la medición (MDM) – información hacia el proveedor del servicio.

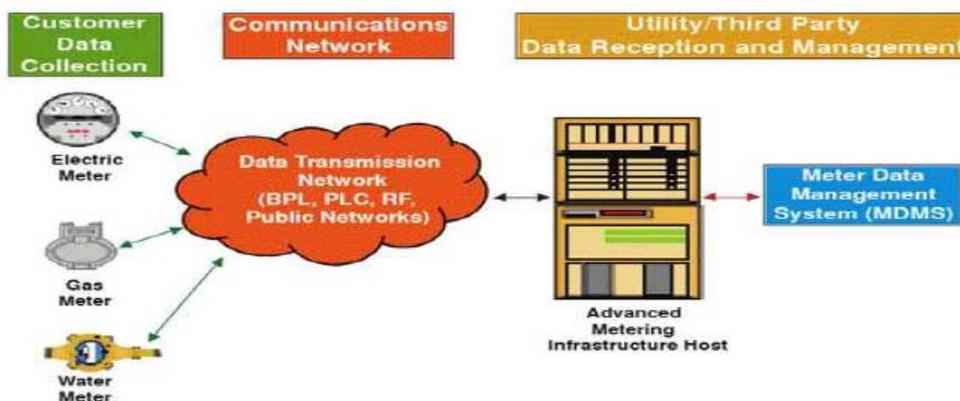


Ilustración 18 Bloques principales de una solución de Smart metering

Cabe destacar el proyecto OPEN (Open Public Extended Network, 2010), financiado por la Comisión Europea, que aborda la cuestión de la estandarización. Los estándares abiertos y públicos respaldan la difusión de medidores inteligentes que proporcionan seguridad en un entorno turbulento.

Infraestructura de Smart Metering

Según Berg Insight, la infraestructura operacional de smart metering se puede analizar a partir de 4 dominios principales. Las operaciones específicas a la red y relacionadas con el distribuidor de energía eléctrica (DSO operations), las operaciones de medición relacionadas con la información obtenida desde los smart meters, las operaciones asociadas a los retailers y el cliente final o consumidor.

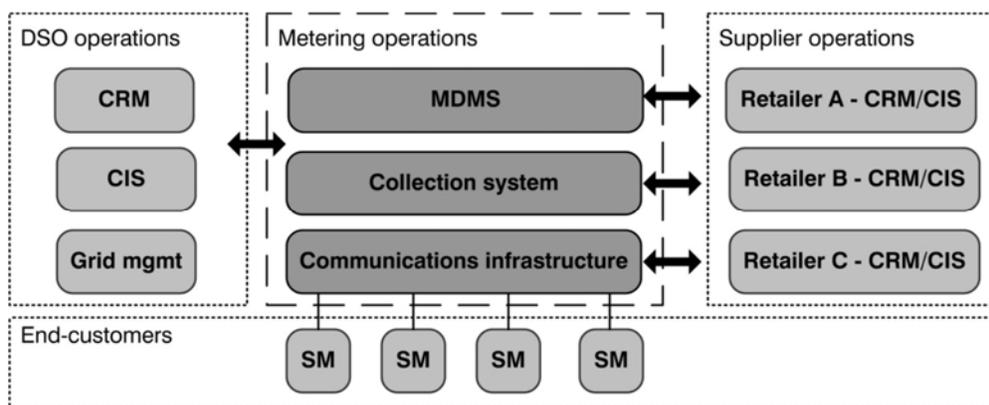


Ilustración 19 Infraestructura de Smart Metering. Fuente: Berg Insight

Modelo estándar de la red de comunicaciones de Smart Grid

A modo de ejemplo se muestra el impacto de las TICs, específicamente en el dominio de las comunicaciones e información en un operador de distribución de energía eléctrica.

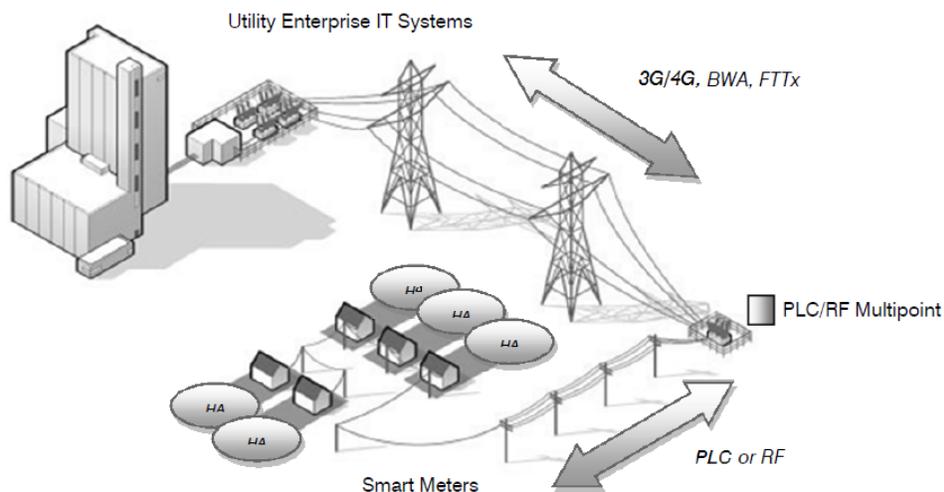


Ilustración 20 Ejemplo redes de comunicaciones Source: Berg Insight/iStockphoto

Cuando nos referimos a soluciones de smart metering (o AMI) no sólo nos referimos a los smart meters (medidores de energía inteligentes), aunque estos dispositivos son un elemento muy importante en la solución, sino que hacemos referencia al ecosistema de soluciones y elementos funcionales necesarios para poder disponer de una solución de smart metering.

Muchos expertos consideran que los sistemas de smart metering son un primer paso hacia la smart grid (red inteligente de energía eléctrica).

Es por ello por lo que las soluciones de smart metering incluyen además del medidor inteligente propiamente dicho, a la infraestructura de comunicación del medidor de energía (smart meter), el sistema de gestión de los datos desde y hacia el medidor.

En función de la madurez del ecosistema de soluciones de smart metering, podemos encontrar la siguiente segmentación de soluciones y dispositivos en el dominio tecnológico y de las TICs:

- Respecto del smart meter, tenemos:
 - Los smart meters bidireccionales, es decir los medidores inteligentes de energía eléctrica que permiten la comunicación bidireccional desde y hacia el distribuidor de energía eléctrica, permitiendo la posibilidad que el usuario final tenga la capacidad de interactuar con el sistema.
 - El otro componente asociado al dispositivo smart meter es el módulo de comunicaciones. El módulo de comunicaciones permite la interconexión

entre el dispositivo smart meter y los sistemas de smart metering del distribuidor.

- Por otro lado, asociado al smart meter, se encuentran los sistemas básicos que hacen a una solución de smart metering, como ser:
 - El sistema de seguridad de smart metering.
 - El sistema de gestión de los datos del medidor inteligente.
 - El sistema de análisis de la información (Analytics).
 - La infraestructura o red de comunicación.

A continuación, según MarketsandMarkets Analysis, se observa cómo evoluciona el mercado del sector de la energía eléctrica, en función de las disponibilidades técnicas y de las TICs

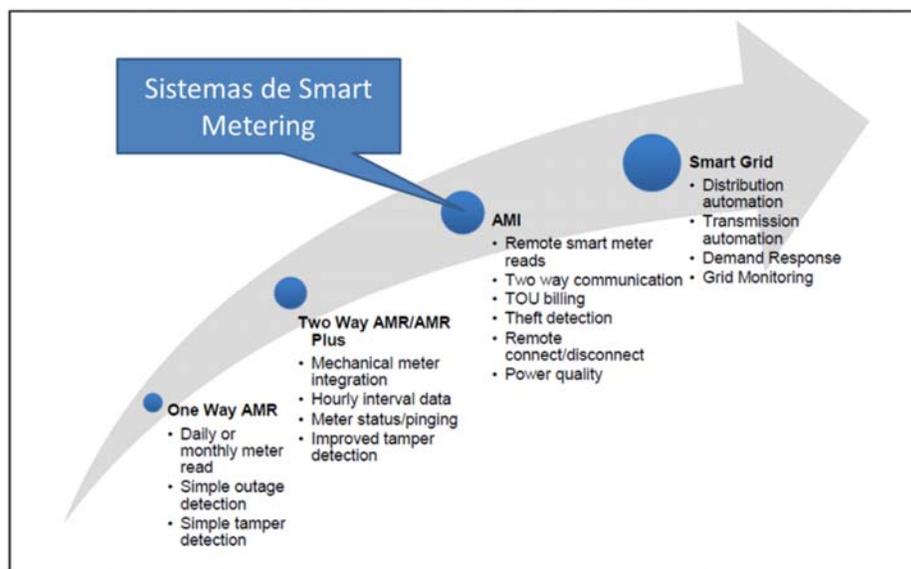


Ilustración 21 Evolución tecnológica del mercado eléctrico

Dispositivos Smart Meters (Medidores inteligentes)

Los elementos de hardware como los medidores inteligentes forman la mayor parte del costo de una implementación de un sistema de smart metering (AMI). Los smart meters son dispositivos de medición electrónicos utilizados por los distribuidores de energía eléctrica para intercambiar información en forma remota para la facturación de los clientes y la operación del sistema eléctrico.

Los medidores inteligentes (smart meters) realizan 4 funciones principales con respecto a la gestión de la energía:

- Monitoreo y registro (grabación) de la demanda
- Registro de los eventos relevantes de la calidad de la energía (ej. cortes de suministro)
- Transmisión de la información generada hacia las empresas distribuidoras de energía eléctrica
- Envío y recepción de mensajes de control (ej. Control de dispositivos hogareños inteligentes, desconexión remota, etc.)

Además de la interacción con los clientes y la red, los smart meter también prometen nuevas medidas contra la manipulación indebida de la energía eléctrica y su información (fraude, etc.).

Medidores de energía eléctrica, su evolución

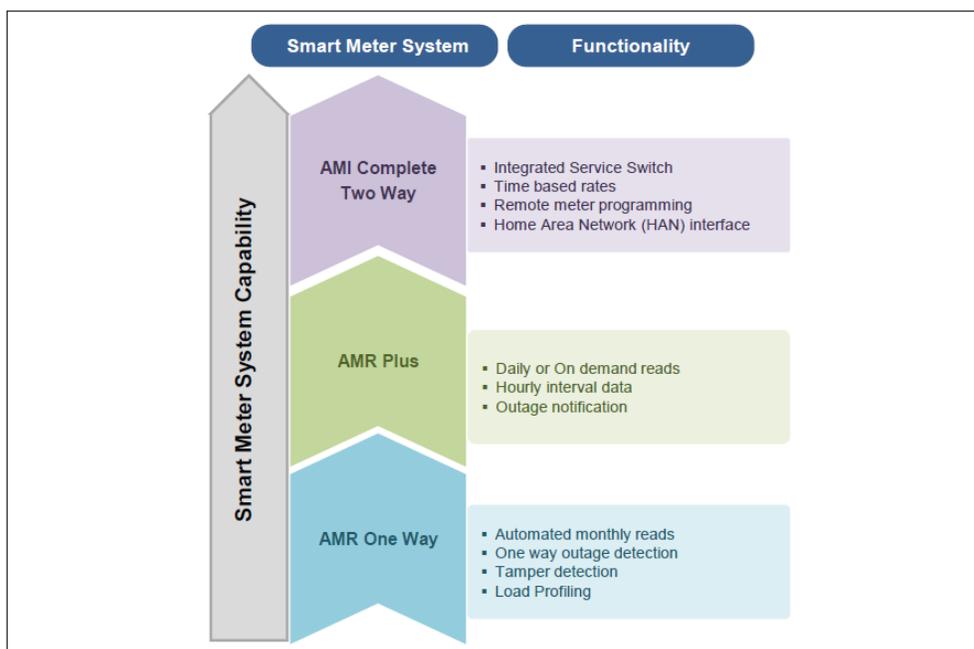


Ilustración 22 Evolución de los sistemas de medición inteligentes

Módulos de Comunicación

Los módulos de comunicación se integran a los smart meters para actuar como un gateway entre el medidor y la red de transmisión que permite comunicarse con el sistema central en el distribuidor de energía eléctrica.

En función de los requerimientos de conectividad, los módulos de comunicación pueden incluir diferentes tecnologías tanto alámbricas como inalámbricas. Ejemplo de ello son módulos de tecnología celular y radio frecuencia, módulos basados en red LAN (Local Area Network), Power Line Communication (PLC) y otras.

Los módulos de comunicación permiten acceder y transmitir en forma remota información de consumo, datos del tiempo de uso TOU (Time Of Use), datos de alarmas, cortes de energía, etc.

Permite a los distribuidores reprogramar horarios de medición en el momento que lo deseen, registros, o lecturas de seguridad, etc.

Sistemas

El sistema de gestión de los datos de los medidores inteligentes (smart meter) – Sistemas MDM (Meter Data Management)

Un sistema de gestión de datos de los medidores (MDM) actúa como punto central en la integración de sistemas AMI en la empresa de servicios públicos. El sistema MDM recoge, valida, estima y edita (VEE: Validate, Estimates and Edit) los datos del medidor tales como potencia utilizada, generación, y registros. MDM mantiene el repositorio de datos del medidor por una cantidad limitada de tiempo antes de que vaya a un almacén de datos (data warehouse) y ponga a disposición de los sistemas autorizados estos datos para su análisis.

Mientras que la función principal de MDM siempre será la validación y almacenamiento de los datos de los contadores inteligentes, los distribuidores de energía eléctrica están demandando cada vez más funcionalidades adicionales para apoyar a más procesos de negocio en toda la cadena de valor del distribuidor de servicios públicos.

Los proveedores de MDM están adoptando un enfoque modular mediante el desarrollo justamente de módulos que ayuden a los proveedores de servicios públicos en un número de diferentes aplicaciones tales como la facturación al cliente, gestión de

créditos, gestión de interrupciones, gestión de activos, etc. Los procesos de negocio soportados por MDM se representan en la figura siguiente.

Procesos de Negocios soportados por una solución MDM (fuente: MarketsandMarkets Analysis)

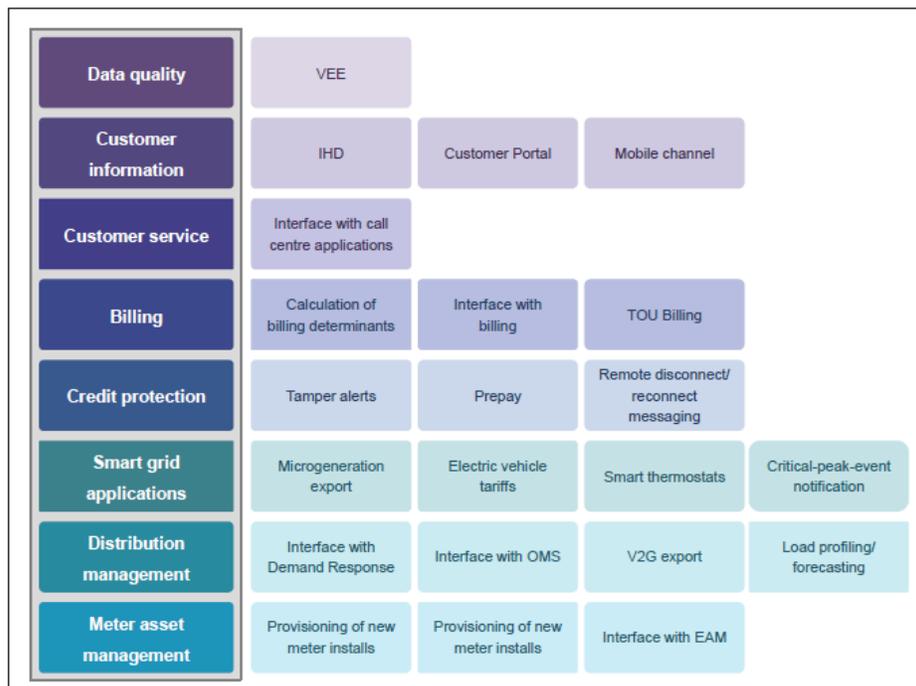


Ilustración 23 Proceso de negocios soportados por un sistema MDM.

Las empresas de servicios públicos, mediante mediciones a intervalos de tiempo, han utilizado software MDM para gestionar los datos de los medidores de sus clientes comerciales e industriales (C&I: Commercial & Industrial) ya hace algún tiempo. Proveedores de MDM han adaptado el software MDM que fue diseñado inicialmente para el mercado de C&I para atender al mercado residencial. El sistema MDM soportando smart meters residencial se encuentra generalmente ubicado en el propio distribuidor de servicios públicos, es decir, dentro de su propio Data Center.

Unas pocas empresas de servicios públicos fragmentadas, que no son capaces de soportar el riesgo monetario de los despliegues a gran escala de smart metering (AMI), han adoptado un enfoque de AMI-as-a-Service/servicios gestionados, donde una tercera empresa gestiona los datos de sus contadores inteligentes. Las empresas de servicios públicos serán más propensas a externalizar su función MDM y el almacenamiento de las lecturas de sus medidores en alguna forma de nube privada (private cloud) dada la

naturalidad de los servicios basados en transacciones que tienen los servicios de cloud y las preocupaciones relacionadas a la seguridad y disponibilidad a ser atendidos por el proveedor del servicio en la nube.

Análisis de los Datos del Medidor

Los algoritmos inteligentes son una tendencia reciente en el mercado de análisis de la información, utilizados para la minería de datos (data mining) y el uso de la información para ayudar a los consumidores a reducir el consumo de energía. Los algoritmos inteligentes pueden desarrollarse en torno a los servicios de recomendación de reducción de energía para aquellos clientes de las empresas de servicios públicos.

Las empresas de servicios públicos pueden beneficiarse mediante el aumento de la participación del cliente y la generación de ideas de un océano de datos de energía almacenados.

Aparte de los servicios de recomendación de eficiencia energética, los algoritmos de los dispositivos hogareños se han desarrollado para traer un nuevo nivel de conocimiento de los consumidores y empresas de servicios públicos. Las empresas de servicios públicos pueden determinar qué tipo de dispositivo se está utilizando en el hogar, así como el uso de energía de cada aparato. El registro de salida del uso de la energía del aparato tiene muchas aplicaciones, que van desde una visión de servicio, cambio de comportamiento de los clientes, el seguimiento del dispositivo, y las ofertas de nuevos servicios innovadores.

Seguridad del sistema smart metering (AMI)

Los sistemas AMI tienen que considerar las medidas de seguridad desde el principio y en toda la cadena de la solución. Desde los smart meters, sistemas de comunicación y los sistemas centralizados (generalmente en el proveedor de servicios públicos), todos deben ser parte de las estrategias de seguridad. Millones de puntos finales no verificados pueden solicitar el acceso a la red de servicios públicos a través de sus servidores. Estas solicitudes se pueden producir a gran escala en la búsqueda de información en tiempo real (información de interrupción, alteración, restauración, etc.).

Varias características del sistema AMI pueden crear vulnerabilidades en los proveedores de servicios públicos. Estas características se dan a continuación:

- Comunicaciones de dos vías que conectan los contadores inteligentes, dispositivos de control de la distribución, los sensores y los servicios públicos se hacen vulnerables a los piratas informáticos.
- Millones de dispositivos de red distribuidos a través de grandes regiones geográficas aumentan la exposición a las amenazas.
- Los medidores inteligentes provienen de diferentes fabricantes y por ende tienen diversos niveles de seguridad incorporados.
- Los datos de uso del cliente contienen información privada sobre el cliente y plantean problemas de privacidad.

El paso inicial para un sistema smart metering seguro es la capacidad de reconocer los dispositivos conectados, validar y autorizar estos dispositivos (es decir, permitirle el acceso a la red en función de los resultados de la validación y la política de seguridad de la empresa de servicios públicos).

La Infraestructura de Clave Pública (PKI: Public Key Infrastructure) puede proporcionar esta solución de autenticación y autorización. Una PKI es capaz de emitir identidades digitales revocables (certificados) y la verificación de la validez de estos certificados. Los certificados son las credenciales de un medidor inteligente, o de cualquier otro dispositivo conectado.

El siguiente paso para una solución AMI segura es tener una comunicación confiable entre los smart meters y el sistema de administración centralizado (MDM). Para ello, se usa un protocolo de Internet (IP) de la red denominado IPSec. Es el protocolo que proporciona los servicios de seguridad deseados, tales como confidencialidad de los datos, privacidad, integridad de datos y autenticación segura.

La tecnología de plataforma segura puede formar parte de un tercero (no necesariamente del proveedor de servicios públicos) para la creación de soluciones de redes inteligentes seguras al desplegar arquitecturas escalables basadas en un gateway residencial.

Plataformas seguras permiten actualizaciones de firmware en forma segura y controlar el firmware del sistema para comprobar si el software es original o es una actualización autorizada. Opcionalmente, una plataforma segura también puede realizar la comprobación de integridad en tiempo de ejecución del software. Las plataformas seguras también ofrecen servicios de almacenamiento seguro (encriptación de datos) y protegen contra ataques como rollback (volviendo a una versión anterior del software del sistema para utilizar un fallo conocido de seguridad que ha sido solucionado en las

versiones más recientes) y la clonación (el peligro de la clonación o software pirateado en otros dispositivos). Las plataformas de seguridad también implementan la separación de las aplicaciones con el fin de evitar que una aplicación acceda y potencialmente manipule los datos sensibles de otra aplicación.

Infraestructura de comunicación de los medidores (MCI – Meter Communication Infrastructure)

La información recogida desde los contadores inteligentes se transmite a través de una red de comunicación hacia el proveedor de servicios públicos, o hacia un tercero para el procesamiento.

Existen varias opciones para una red de comunicaciones, tales como NAN (Neighborhood Area Network), HAN (Home Area Network), o WAN (Wide Area Network) para la transmisión de los datos recogidos.

Las HANs conectan los dispositivos en el hogar que consumen energía, a ser gestionados. La NAN conecta los medidores inteligentes y agregan otras redes HANs. La red WAN conecta los dispositivos de distribución y realiza la agregación de las NAN.

Las redes privadas NAN suelen establecerse ya sea mediante Power Line Communication (a través del cableado de la línea de electricidad) o la red de RF (inalámbrico). La opción de utilizar la red de PLC o inalámbrica para establecer la comunicación hacia/desde el smart meter varía entre los diferentes países. En gran medida dependen de las limitaciones de la infraestructura existente, la densidad de viviendas atendidas por un solo transformador, presupuestos, así como las zonas rurales en comparación con las implementaciones urbanas. La comunicación de red de RF domina por ejemplo en América del Norte.

Red PLC (Power Line Communication)

PLC utiliza la infraestructura de la red eléctrica existente para recoger datos, supervisar, y para controlar los end-point. El uso de la infraestructura existente permite a las empresas de servicios públicos superar las barreras financieras para implementar NAN en las viviendas donde hay alta densidad urbana atendida por un solo transformador y también en zonas rurales.

En Europa y Asia-Pacífico, varios cientos de casas pueden ser atendidas por un solo transformador de media/baja tensión (MT/BT), y por lo tanto el establecimiento de una red de PLC para la obtención de datos es más factible.

Una unidad de concentración de datos (DCU – Data Concentrator Unit) utilizada en la red PLC, es un dispositivo inteligente que actúa como puerta de entrada para la comunicación de datos entre el medidor inteligente y la subestación MT/BT. El DCU se puede utilizar en la arquitectura AMI para recopilar datos de múltiples medidores, antes de reenviar los datos a la empresa de servicios públicos (Distribuidor de Energía Eléctrica). La DCU solicita información al medidor inteligente de forma programada y almacena los datos. El servidor de la subestación MT/BT a su vez puede tener acceso a datos en tiempo real desde un medidor conectado directamente a través de la DCU. La DCU puede notificar a la subestación en caso de cualquier manipulación en las instalaciones del usuario final.

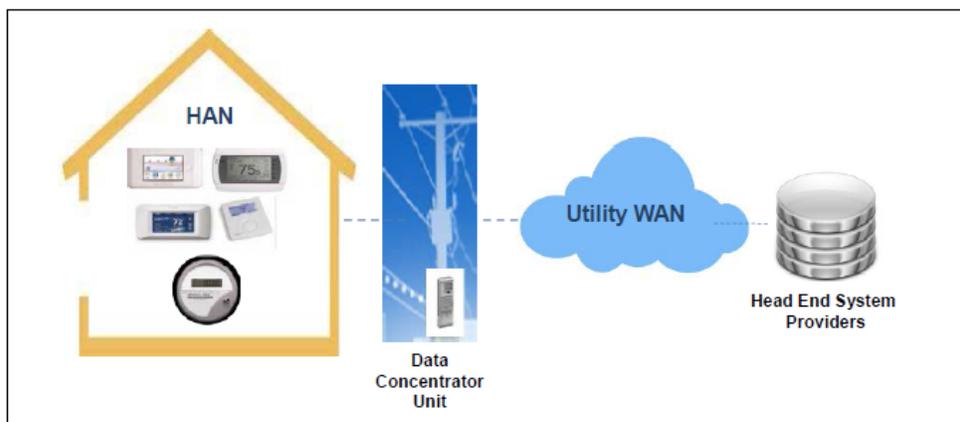


Ilustración 24 Conectividad basada en PLC. Fuente: MarketsandMarkets Analysis

Red de RF (Radio Frecuencia)

En las redes de RF, los datos de los medidores inteligentes son transmitidos en forma inalámbrica desde el medidor a un colector. Las redes de RF pueden ser de tipo malla o punto-a-punto. En una red de malla RF, los puntos finales (contadores inteligentes, dispositivos de red) se comunican de una manera peer-to-peer (salto) para formar una nube de LAN a un colector. Los puntos finales (end points) de la red, de forma autónoma, forman una malla de mensajes e intercambio de información con los puntos finales vecinos. Las redes de malla de RF típicamente operan en la banda libre de licencia de 902-928 MHz. En las redes de radiofrecuencia punto a punto, los puntos finales se comunican directamente a un colector.

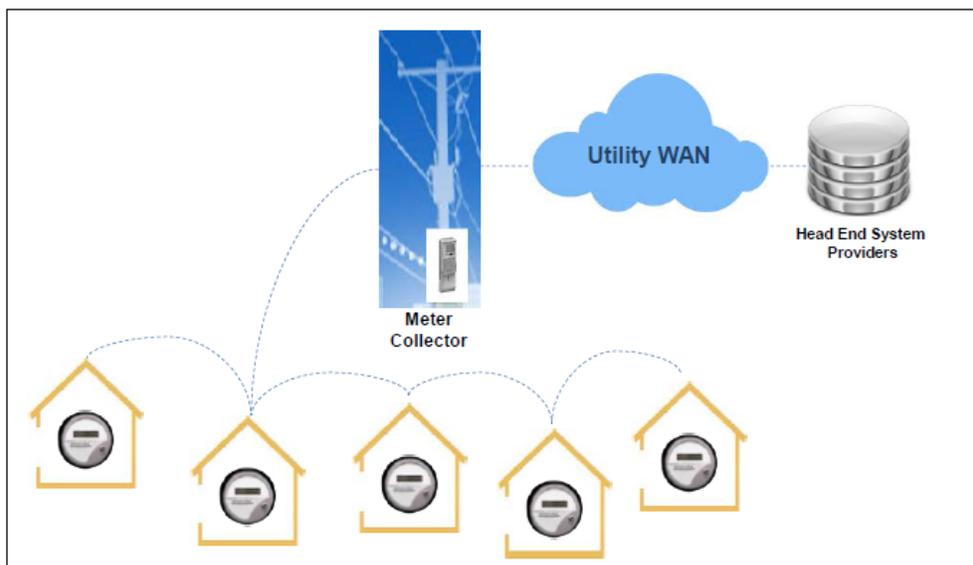


Ilustración 25 Conectividad basada en RF. Fuente: MarketsandMarkets Analysis

Red de comunicaciones celulares

Las tecnologías de comunicación celular han sido utilizadas por muchas empresas de servicios públicos para conectar los concentradores y los sitios industriales. Sin embargo, a menudo los proveedores de servicios públicos utilizan otras redes de comunicación para conectar los medidores a sí mismos. Las empresas de servicios públicos ahora están implementando soluciones WAN inalámbricas a nivel de los medidores inteligentes con avanzadas tecnologías celulares y a precios competitivos.

Las soluciones WAN inalámbricas celulares ofrecen muchas ventajas convincentes para las implementaciones de AMI. La más evidente de ellas es la posibilidad de externalizar uno de los componentes más complejos de cualquier proyecto de implementación de AMI, la infraestructura de comunicaciones.

Las empresas de servicios públicos pueden reducir los costes de instalación y su tiempo de ejecución para el despliegue de smart meter mediante la elección de las comunicaciones celulares. También para la implementación, operación, mantenimiento y actualización futura de la red de comunicaciones celular se puede contratar a un operador de telefonía móvil. Mientras que el costo era una barrera para el uso de las comunicaciones celulares para proyectos de AMI, los planes de tarifas se han reducido hasta en un 95% en los últimos años ya que los operadores han identificado un mercado potencial.

A continuación, podemos observar una vista jerárquica de la infraestructura de smart grid mostrada por Ekram Hossain, Zhu Han, H. Vincent Poor, 2012, donde se aprecia el ecosistema a nivel de las comunicaciones que existe en una smart grid.

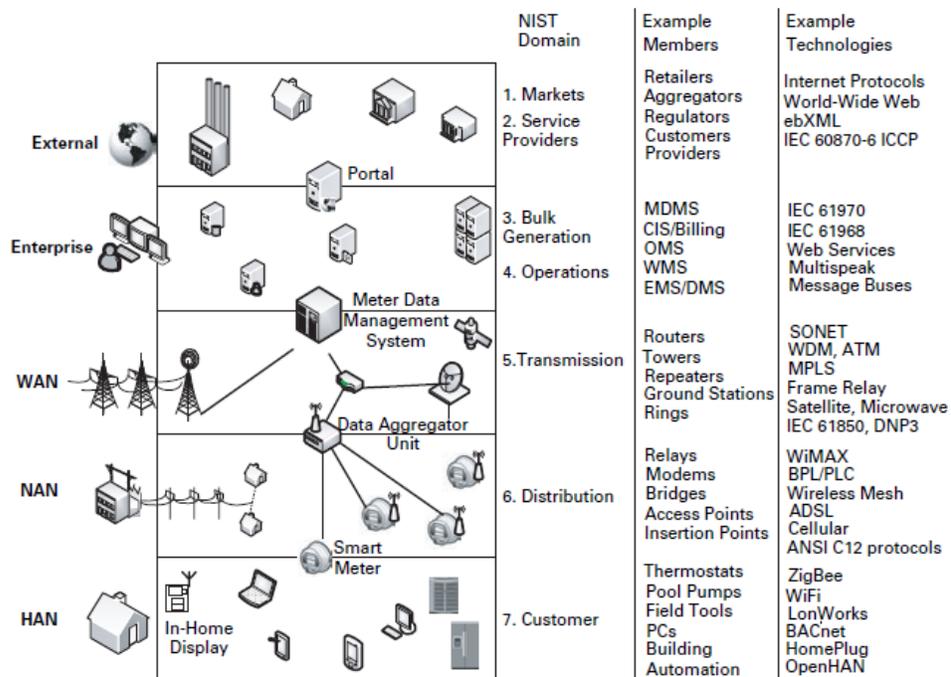


Ilustración 26 Infraestructura de comunicaciones

Según Ekram Hossain, Zhu Han, H. Vincent Poor, 2012, no existe aún un estándar que defina a una solución AMI (Smart Meter).

La unión europea recomienda, a través de las comisiones y normas que emite, diferentes consideraciones, por ejemplo:

Funcionalidades de los smart meters (requerimiento para la unión europea)

Se recomienda enfáticamente que contengan, al menos, el conjunto mínimo de funciones propuestas en la Recomendación la Comisión para 2012/148/UE. Esto es necesario para garantizar la interoperabilidad técnica y comercial en la medición inteligente, garantizar la privacidad y seguridad de datos, y permitir la creación y el desarrollo de la respuesta de la demanda de energía y otros servicios. Se permitirá a los Estados miembros identificar los medios comunes de alcanzar eficiencias de costos en sus planes de despliegue, facilitará la obtención necesaria y garantizar la puesta en marcha de sistemas inteligentes de medición, adecuados a los fines que vale la pena la

inversión. Además, a los Estados miembros se les recomienda especificar estas funcionalidades necesarias a su debido tiempo con el fin de garantizar la claridad y la coherencia en el ejercicio, en particular para los encargados de la puesta en marcha.

A continuación, se presenta como ejemplo algunos de los ítems de esta recomendación (COMMISSION RECOMMENDATION of 9 March 2012 on preparations for the roll-out of smart metering systems (2012/148/EU))

Requerimientos funcionales mínimos comunes

Cada sistema de smart metering para electricidad debería ofrecer al menos las siguientes funcionalidades:

Para el cliente:

- a. Proporcionar lecturas directamente al cliente y un tercero designado (ejemplo una empresa u individuo al que el usuario le permite el acceso a sus datos) por el consumidor. Esta funcionalidad es esencial en un sistema de medición inteligente, la retroalimentación directa del consumidor es fundamental para garantizar el ahorro de energía del lado de la demanda. Existe un consenso significativo sobre el suministro de interfaces estandarizadas que permitan soluciones de gestión de la energía en "tiempo real", tales como la automatización del hogar, diferentes esquemas de respuesta a la demanda y facilitar la entrega segura de datos directamente al cliente. Se recomienda encarecidamente precisión, facilidad de uso y lectura proporcionados directamente desde la interfaz de elección del cliente y un tercero designado por el consumidor, ya que son la clave para ejecutar servicios de respuesta a la demanda, la toma de decisiones de ahorro de energía "en tiempo real" y la integración eficaz de los recursos energéticos distribuidos. Con el fin de estimular el ahorro de energía, se recomienda encarecidamente a los estados miembros garantizar que los clientes finales que utilizan sistemas de medición inteligentes estén equipados con una interfaz estandarizada que proporcione la visualización de los datos de consumo individuales para el usuario.
- b. Actualizar las lecturas que se referencian en el punto (a) con la frecuencia suficiente para permitir que la información que se produce pueda ser utilizada para lograr ahorros de energía. Esta funcionalidad se refiere exclusivamente al objetivo de la demanda, a saber, el cliente final. Que los consumidores puedan confiar en la información proporcionada por el sistema, necesitan ver la información para responder a su acción. La tasa tiene que ser adaptable al tiempo de respuesta de la energía-consumo o productos de producción de

energía. El consenso general es que se necesita una tasa de actualización de por lo menos cada 15 minutos. Es probable que otros desarrollos y nuevos servicios de energía conduzcan a una comunicación más rápida. También se recomienda que el sistema de medición inteligente deba ser capaz de almacenar los datos de consumo de los clientes por un tiempo razonable con el fin de permitir al cliente y cualquier tercero designado por el consumidor consultar y recuperar datos sobre el consumo pasado. Esto debería hacer posible el cálculo de los costos relacionados con el consumo.

Para el operador de smart metering:

- c. Permitir la lectura remota de contadores por parte del operador. Esta funcionalidad se relaciona con el lado de la oferta (operadores de medición). Existe un amplio consenso en que ésta es una funcionalidad clave.
- d. Proporcionar una comunicación bidireccional entre el sistema de medición inteligente y redes externas para el mantenimiento y el control del sistema de smart metering. Esta funcionalidad se refiere a la medición. Existe un amplio consenso en que ésta es una funcionalidad clave.
- e. Permitir tomar lecturas con suficiente frecuencia para que la información pueda ser utilizada para la planificación de la red. Esta funcionalidad se refiere tanto al lado de la demanda como al lado de la oferta.

Para aspectos comerciales del suministro de energía:

- f. Soportar sistemas de billing & tasación avanzadas. Esta funcionalidad se refiere tanto al lado de la demanda como al lado de la oferta. Sistemas inteligentes de medición (smart metering) deben incluir estructuras de tarifas por adelantado, registros de tiempo de uso y control remoto de tarifas. Esto debería ayudar a los consumidores y operadores de redes a fin de lograr la eficiencia energética y ahorrar costos mediante la reducción de los picos de la demanda energética. Esta funcionalidad, junto con todas las funciones mencionadas en los puntos (a) y (b), es una fuerza impulsora clave para potenciar al consumidor y para la mejora de la eficiencia energética del sistema de suministro. Se recomienda encarecidamente que el sistema de medición inteligente permita la transferencia automática de la información acerca de las opciones avanzadas de tarifas a los

clientes finales, por ejemplo, través de la interfaz estandarizada mencionada en (a).

- g. Permitir a distancia el control de encendido (activación) / apagado (finalización) del suministro de energía, la oferta y/o limitación de la potencia. Esta funcionalidad se refiere tanto a la demanda como a la oferta. Proporciona una protección adicional para el consumidor al permitir la clasificación de las limitaciones. Se aceleran los procesos de mudanza del medidor o servicio de hogar para un mismo consumidor – el antiguo suministro puede ser desconectado y conectado el nuevo de forma rápida y sencilla. Es necesario para el manejo de emergencias técnicas en la red. Puede, sin embargo, introducir riesgos de seguridad adicionales que necesitan ser minimizados.

Para mayor seguridad y protección de datos:

- h. Proporcionar comunicaciones de datos seguras. Esta funcionalidad también se refiere tanto al lado de la demanda como al lado de la oferta. Los altos niveles de seguridad son esenciales para todas las comunicaciones entre el medidor y el operador. Esto se aplica tanto a las comunicaciones directas con el medidor como también para los mensajes pasados a través del medidor hacia o desde dispositivos o controles en el lugar/hogar del consumidor. Para las comunicaciones locales dentro de las instalaciones del consumidor, se requieren tanto la privacidad como protección de datos.
- i. Prevención y detección del fraude. Esta funcionalidad se relaciona con el lado de la oferta: la seguridad en general y la seguridad en el caso del acceso. El fuerte consenso muestra la importancia que se atribuye a esta funcionalidad. Esto es necesario para proteger al consumidor, por ejemplo, el acceso de la piratería, y no sólo para la prevención del fraude.

Para la generación distribuida:

- j. Proporcionar importación/exportación de energía y medición de energía reactiva. Nuevamente, esta funcionalidad se refiere tanto a la demanda como a la oferta. La mayoría de los países están proporcionando las funcionalidades necesarias para permitir la micro-generación local con energías renovables. Se recomienda que esta funcionalidad deba ser instalada por defecto y activar/desactivar dicha funcionalidad de acuerdo con los deseos y necesidades del consumidor.

6.3 DOMINIO ECONÓMICO/NEGOCIOS

Las posibilidades desde el dominio económico que nos presentan los smart meters son muy variadas. Permiten vincular el precio de la producción y el consumo de electricidad en tiempo real.

En el siguiente gráfico se observan las regiones con precios dinámicos residenciales DR (Demand Response), para los mercados mundiales: 2014-2023.

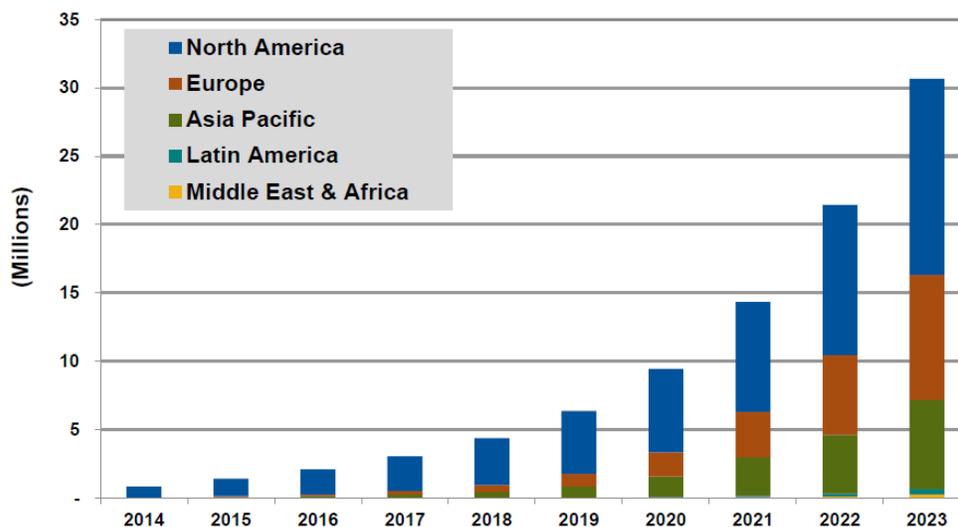


Ilustración 27 Respuesta a la demanda por regiones. Fuente: Navigant Research

Las inversiones en redes inteligentes prometen oportunidades de crecimiento económico para múltiples participantes, incluidos los clientes finales, los proveedores de electricidad, y la sociedad en general.

Fortalecimiento de las condiciones económicas

Al hacer una red más eficiente y fiable a partir de la implementación de las redes inteligentes, también se compromete a fortalecer la economía mediante la entrega de una serie de beneficios económicos a muchas partes interesadas, desde los consumidores individuales en los hogares, a grandes clientes industriales, servicios públicos y otros proveedores de electricidad.

A través de una mejor gestión del sistema y sus efectos externos, los consumidores podrían pagar menos por la electricidad, las comunidades podrían reducir el gasto energético municipal, y asociado a la contaminación y los estados y países podrían beneficiarse del crecimiento económico como resultado de la eficiencia, menos contaminante y de bajo costo de los sistemas de electricidad.

La red inteligente promete estos beneficios económicos, en parte por el cambio de comportamiento de los consumidores, permitiendo la gestión del lado de la demanda a la respuesta de los precios (DSM – Demand-Side Management), y la mejora en el control y la comunicación en todo el sistema (Charles River Associates, 2005). Al proporcionar información sobre los costos del sistema a los consumidores, una red inteligente puede ayudar a alinear los costos reales del sistema con los precios de la energía. Los medidores inteligentes (smart meters) instalados en los hogares y las empresas pueden ofrecer a los clientes de electricidad la información en tiempo real sobre su consumo de energía y su costo.

Beneficio económico para los consumidores

Una de las promesas de las redes inteligentes es reducir los costos de la electricidad para los consumidores a través de mecanismos que les permitan disminuir su consumo de electricidad y hacer un mejor ajuste a su uso de acuerdo con las señales de precios dinámicos. En la actualidad, la mayoría de los clientes de los distintos estados de EE. UU pagan una tarifa de electricidad plana por kilovatios-hora (kWh) y reciben una factura mensual después de que la electricidad se ha consumido. Proporcionar información sobre los precios en tiempo real a través de smart meters en el hogar o en las empresas podría permitir a los consumidores controlar activamente su uso de energía y cambiar su empleo de la electricidad de bandas horarias cuando el costo de la electricidad es alto, ahorrando dinero en todo el sistema. Una forma de hacer esto es a través de precios dinámicos que respondan a la demanda (Charles River Associates, 2005), o la fijación dinámica de precios (EPRI, 2011).

El precio dinámico ofrece señales a los consumidores para que puedan responder a las condiciones cambiantes de forma activa, por ejemplo, reduciendo el consumo de electricidad cuando el precio sube. La medición inteligente provee información sobre el uso de energía en tiempo real, y la facturación más detallada permite la posibilidad de ampliar el DSM para ofrecer precios dinámicos a más consumidores.

Hay diferentes tipos de programas de precios dinámicos, tales como, fijación de precios por uso "time-of-use-pricing", que puede tener diferentes bloques de precio durante todo

el día; precio crítico pico “critical peak pricing” que cobra precios elevados durante condiciones de emergencia como un día caluroso de verano; precios pico variables “variable peak pricing”, donde los períodos de tiempo están establecidos, pero los precios de los períodos pueden variar con el precio de mercado; y precio de tiempo real “real time pricing”, donde los precios de venta al por menor reflejan los precios de mercado (Jones, K. B. and Zoppo, D, 2014). Cada una de estas diferentes estructuras de tasas de fijación de precios tiene como objetivo mejorar el vínculo de las tarifas de los consumidores con los costos reales de la electricidad. A pesar de que estos mecanismos de fijación de precios han sido ampliamente promovidos por economistas y utilizados por muchos clientes industriales, siguen siendo poco utilizados en el sector residencial. Mientras que muchos experimentos a pequeña escala han utilizado diferentes herramientas de fijación de precios para modelar el comportamiento del consumidor, muchas comisiones regulatorias públicas siguen siendo cautelosas de la aprobación de las estructuras de los tipos de precios dinámicos. Mientras que los estados (o países) con ofertas a mercados minoristas reestructurados ofrecen como elección precios dinámicos a los clientes, y algunas grandes empresas de servicios públicos (utilities) tienen planes de precios residenciales dinámicos con alta adopción, la mayoría de los clientes residenciales aun no participan en este tipo de programas.

Una red inteligente podría ofrecer también menores costos para todo el sistema. Estas reducciones en el costo en el sistema podrían provenir directamente por la eficiencia de una mejor gestión de los factores externos del sistema, incluidas las pérdidas ambientales, desde self-healing (autocuración), o de menores costos de generación debido a una mejor utilización de los recursos o los picos de demanda reducida.

Beneficios económicos de las utilities (empresas de servicios públicos)

Smart grid promete múltiples beneficios para los proveedores de servicios públicos existentes o incumbentes, incluyendo reducción en los costos laborales que permitan gestionar una demanda más sofisticada, mejorando la precisión de facturación, la atención al cliente, y permitiendo un uso más eficiente de los recursos de capital.

Las smart grid también tienen potencial para proporcionar beneficios económicos asociados con la disuasión en el robo de la electricidad, incrementando el retorno de la inversión en infraestructura y la reducción de los costos después de la recuperación de interrupciones. Al vincular la generación de electricidad a la demanda de electricidad en formas novedosas, la red inteligente crea nuevas oportunidades de mercado para responder a las demandas del consumidor.

Cuando las empresas de servicios públicos están justificando la inversión en redes inteligentes, dos áreas se destacan: incrementar la respuesta de la demanda y la reducción de costos (tanto del sistema como los costos de mano de obra).

La red inteligente es una plataforma prometedora para el desarrollo de más oportunidades de respuesta a la demanda. Las empresas de servicios públicos (Utilities) pagan tasas variables en el mercado mayorista, pero se reembolsan a tasas planas de retail (minorista). Los gerentes de las empresas de servicios públicos generalmente están a favor de los programas de respuesta a la demanda debido a que éstos les permiten a corto plazo reducir la demanda pico de alto costo y a largo plazo posponer la construcción de nuevas instalaciones de generación. A diferencia de los programas de eficiencia energética, que recortan directamente los ingresos de las utilities al reducir las ventas de electricidad y poder requerir programas especiales de la velocidad reembolso como desacoplamiento para fomentar el cumplimiento, la respuesta de la demanda a menudo es vista como una situación de ganar-ganar.

Smart grid también puede ayudar a las empresas de servicios públicos a reducir los costos de mano de obra. Mediante el despliegue de smart meters (contadores inteligentes), los distribuidores pueden eliminar la lectura manual del medidor y supervisar de forma remota la calidad de la energía, las conexiones y las desconexiones de clientes. En un momento de recesión económica, estos ahorros de costos y reducciones asociadas no siempre se han valorado positivamente.

Smart grid ofrece la promesa de ayudar a los proveedores de servicios públicos a reducir el robo de electricidad, o conexiones a la red informal o clandestina. En Italia, donde se ha estimado que el 40% de la electricidad era robada, la reducción del robo fue la principal motivación para implementar tecnologías de redes inteligentes (Scott, M, 2009). En muchos países, más de la mitad de la electricidad disponible es robada a través de conexiones informales o clandestinas. El robo de electricidad afecta negativamente a la capacidad de los administradores de la red eléctrica a invertir y mejorar el sistema de energía. En los EE. UU., un estimado de USD 6 mil millones en electricidad son robados cada año a través de conexiones ilegales (Kelly-Detwiler, P.,2013). La función de detección de falsificaciones en los medidores inteligentes proporciona a los distribuidores con alertas en tiempo real si un medidor ha sido alterado, lo que permite una respuesta rápida para impedir el robo potencial.

Usando estos medidores inteligentes, las compañías eléctricas pueden remotamente desconectar a los usuarios que no pagan, lo que representa un considerable ahorro de costos y mejora la seguridad del trabajador. La escala de los cambios tecnológicos con la

red inteligente ofrece múltiples oportunidades económicas posibles para los proveedores de servicios públicos incumbentes (Utilities).

Beneficios económicos para otros actores

Smart grid también brinda oportunidades económicas a nuevos entrantes en el sector de energía.

La red inteligente también fortalece el caso de la inversión en investigación y desarrollo (I + D) en el sector eléctrico, ofreciendo la posibilidad de nuevos mercados, la recuperación de costos y nuevas oportunidades para las empresas que generan, transportan y venden electricidad y servicios asociados. Esto abarca tanto las inversiones en hardware, como los nuevos contadores inteligentes, nuevas operaciones e inversiones en software y nuevas herramientas de gestión. Oportunidades para nuevos actores se pueden ver claramente con el aumento de los programas de respuesta a la demanda y el crecimiento de las empresas que facilitan los cambios en la eficiencia y la demanda de electricidad. Estas empresas, a veces conocidas como agregadores de respuesta a la demanda de terceros, se han convertido en un mercado activo y la respuesta de la demanda representa un recurso valioso de la red que influye en la gestión global de la misma (PJM, 2013).

Beneficios económicos para la sociedad de smart grid

Al reducir la frecuencia y duración de los cortes (outages) de la energía y mejorar la eficiencia del sistema, una red más inteligente tiene el potencial de proporcionar beneficios económicos a todos los miembros de la sociedad. Estos beneficios son consecuencia directa e indirecta de la reducción del costo social de la generación, transmisión y distribución de electricidad y permite mejorar la gestión de la demanda de los consumidores, asegurando un sistema robusto y fiable con interrupciones mínimas.

Smart grid y smart meter prometen un aumento de la eficiencia en el sistema de energía, proporcionando formas de utilizar los recursos de capital intensivo de manera más eficiente (EPRI 2010). Los operadores del sistema saben que la demanda varía durante el día y por temporadas, pero el sistema de energía actual no les permite gestionar la demanda tan eficientemente como podrían. El desarrollo de una red inteligente permitiría a los operadores de sistemas monitorear y gestionar la demanda y la generación. El avance en la medición inteligente (smart metering) podría permitir el control directo de la carga de los consumidores industriales, comerciales y residenciales, no sólo en

respuesta a las emergencias del sistema, sino como parte del funcionamiento normal del mismo.

Los desafíos con los sistemas legacy

La mayoría de los sistemas eléctricos actuales carecen de sensores y otras tecnologías en todo el sistema que podrían permitir a sus operadores (así como a los reguladores, los municipios, o consumidores) la energía que fluye en diferentes lugares a lo largo del sistema, o si puede haber interrupciones.

Otra limitación de la mayoría de los sistemas actuales de electricidad se refiere a la fijación de precios de la electricidad y de los incentivos que crea; en la mayoría de los lugares en EE. UU., los clientes pagan una tarifa plana por kilovatio hora (kWh) de electricidad usada, y el mismo precio se puede aplicar tanto si se utiliza la energía eléctrica durante una hora pico de la demanda del día o en el medio de la noche durante un momento de baja demanda. Las tecnologías para informar a los clientes sobre el uso de la electricidad, junto con un cambio en la estructura de precios basado en la hora del día (precio en función de la hora del día), podrían ayudar a alinear el comportamiento del cliente para facilitar los cambios en las prácticas de uso de la electricidad que podrían reducir la carga pico de demanda.

Las reducciones en la demanda pico tienen gran potencial para la disminución de los costos globales del sistema de electricidad ya que, si se reduce la capacidad máxima de generación, un menor número de plantas de energía necesitan ser mantenidas y disponibles en tiempo real.

Tecnologías de uso de electricidad para la red inteligente

Los medidores inteligentes tienen potencial para reducir los picos de demanda, porque los consumidores pueden utilizar la información del medidor inteligente para reducir el consumo de electricidad cuando la demanda y los precios son altos. Al permitir que más clientes participen en los programas de gestión de la demanda, los proveedores de servicios públicos podrían ahorrar dinero, tanto en el corto plazo mediante la reducción de los costos de energía, como en el largo plazo evitando inversiones de capital adicionales.

Los medidores inteligentes también permiten la lectura de los contadores y el monitoreo remoto del consumo de electricidad. Esto hace redundante e innecesario el trabajo de la gente que realiza la lectura de los medidores en forma manual, asistiendo a cada uno de

los hogares para medir y registrar la cantidad de electricidad consumida. Como en la mayoría de los sistemas de automatización, la reducción de puestos de trabajo ha sido vista por algunos como un punto negativo y por otros como valioso para el ahorro de costos al consumidor. El consumidor participa directamente con la red inteligente a través del sistema de gestión de la energía y medidor inteligente de su casa.

El distribuidor (Utility) provee el dispositivo, es el propietario de éste y tiene acceso a los datos que genera, por lo que se han convertido en tópicos importantes para los consumidores, los reguladores y las empresas.

Además de los contadores inteligentes, otras categorías de tecnologías de redes inteligentes que contribuyen a la gestión de la demanda y tienen potencial para la tasación a partir de los patrones de consumo de electricidad, son los aparatos del hogar de consumo de electricidad (appliances) por ejemplo lavavajillas programables, calentadores de agua, refrigeradores, aparatos de aire acondicionado, etc, y herramientas de interfaz de consumo (portales de energía en el hogar, sitios web, aplicaciones de móviles, etc.) que permiten a los individuos y los hogares ver su consumo de energía y administrarla. Con estas tecnologías inteligentes integradas en los hogares se podrían programar lavadoras u otros aparatos para funcionar en los momentos de más bajo costo o podrían dar el control a la distribuidora de energía (utility) para controlar del ciclo de consumo de aparatos como el aire acondicionado, refrigeradores o calentadores de agua, a cambio de incentivos financieros.

Preocupaciones sobre los costos

Además de la salud, la privacidad y la seguridad, otra crítica fundamental a los contadores inteligentes se refiere a los costos. El costo de un medidor inteligente varía desde unos 60 dólares a alrededor de 500 dólares, pero este costo depende de la escala (cantidad de contadores inteligentes que se adquieren) y la ubicación (diferentes regiones del mundo tienen diversos mercados). También, al igual que cualquier modificación de un componente embebido dentro de un sistema mayor (ejemplo de ello puede ser el módulo de comunicación de los smart meters), el costo total de un programa de medidores inteligentes se asocia con muchos factores adicionales, incluyendo las necesidades o requerimientos del regulador y el requerimiento de mantenimiento de la infraestructura actual preexistente - incluyendo los medidores analógicos - y el estado de la red existente, las relaciones con la comunidad y los mecanismos de comunicación.

La implementación de estos dispositivos para todos los clientes es costosa, y algunos clientes pueden ser incapaces de beneficiarse de las potencialidades de la gestión de energía que proporcionan los contadores inteligentes. Mientras que algunos clientes pueden ser fácilmente capaces de cambiar su consumo de energía, otros pueden tardar más para hacerlo. Con respecto al costo se combinan con los problemas de equidad, mientras que los clientes industriales y comerciales pueden ser capaces de captar ahorro a través de la gestión del consumo eléctrico, la situación es menos clara para algunos clientes residenciales.

Organizaciones defensoras de los consumidores, se preocupan de que los clientes residenciales (sobre todo clientes de bajos ingresos) paguen por la inversión de los medidores inteligentes, y que los beneficios fluyan a las empresas eléctricas. Estos defensores señalan que los proveedores de servicios públicos se benefician de la recuperación de los costos del despliegue de un gran número de contadores inteligentes costosos, pero que los pequeños consumidores residenciales pueden no ser capaces de recuperar los beneficios para justificar los costos. En parte como respuesta a este tipo de preocupaciones relacionadas con la equidad y quién se beneficia, General Electric tomó la decisión de fabricar los medidores inteligentes en su planta en la zona sur de Chicago para crear puestos de trabajo y contribuir a los beneficios locales (Bomkamp, 2013).

En lugar de ver a los contadores inteligentes como una herramienta para su hogar y gestionar el consumo de energía y ahorrar dinero, para algunas personas los contadores inteligentes representan una herramienta más para que las empresas de servicios públicos aumenten sus ganancias y potencialmente extraigan más dinero de sus clientes. Algunos usuarios de electricidad desconfían de los reclamos de los proveedores de electricidad sobre los costos y beneficios previstos.

De hecho, cuando las empresas de servicios públicos primero promocionan los beneficios de los medidores inteligentes en publicaciones focalizadas en la industria, muchos de los beneficios se centraron en menores costos para las empresas de servicios públicos, esto es, menos dinero necesario para los lectores de medidores, capacidad para desconectar de forma remota los clientes que adeudan y no han pagado la tarifa, una mayor eficiencia en la gestión. Durante estas discusiones iniciales no se han focalizado en promocionar los beneficios a los clientes. El tono y el énfasis se han desplazado ahora a centrarse en beneficios para el cliente, pero los ahorros de los clientes a largo plazo no han sido todavía bien cuantificados.

La preocupación por la descomposición de los costos y beneficios se ha traducido en que algunas comunidades y regiones que se retiraron de los objetivos iniciales de la instalación de medidores inteligentes. Alemania es el ejemplo más destacado; a pesar de

los requerimientos de la Directiva de Energía de la UE de que el 90 por ciento de los hogares europeos deberían tener contadores inteligentes en 2020, el informe del Ministerio Federal Alemán de Asuntos Económicos emitido en 2013 llega a la conclusión de que los costos de despliegue integral de los contadores inteligentes eran mayores que los beneficios potenciales (Berst, 2013). El impacto de este informe sobre el despliegue de contadores inteligentes en Alemania y más allá todavía no está claro, pero sí resalta las luchas y controversias que afectan a la implementación en algunos lugares.

Mientras que la divergencia en los parámetros claves del roll-out llama a la prudencia (tabla 6 y tabla 7), los datos disponibles indican que un sistema de medición inteligente podría costar en promedio de € 200 a € 250 por cliente.

El costo por punto de medición varía desde menos de **€ 100** (€ 77 en Malta, € 94 en Italia) a **€ 766** en la República Checa.

En la siguiente tabla (tabla 6) se puede observar un resumen de los parámetros claves de smart metering de electricidad para la puesta en marcha (roll out), sobre la base de evaluaciones económicas a largo plazo de los estados miembros de la comunidad europea.

Tabla 6	Rango de valores	Promedio basado en datos de casos evaluados positivamente
Tasa de descuento	3,1% a 10%	5,7% ± 1,8% (70%)
Tiempo de vida	8 a 20 años	15 ± 4 años (56%)
Ahorro de energía	0 a 5%	3% ± 1,3% (67%)
Desplazamiento de la carga pico	0,8 a 9,9%	N/A
Costo por punto de medición	77EUR a 766EUR	223EUR ± 143EUR (80%)
Beneficios por punto de medición (anual)	18EUR a 654EUR	309EUR ± 170EUR (75%)
Beneficios para el consumidor (como % del total de beneficios)	0,6% a 81%	N/A

Tabla 6: Parámetros claves de smart metering para electricidad

La siguiente tabla (tabla 7) muestra los parámetros claves para el roll out de smart meters de gas (sobre la base de evaluaciones económicas a largo plazo de los estados miembros de la comunidad europea)

Tabla 7	Rango de valores	Promedio basado en los datos
Tasa de descuento	3,1% a 10%	N/A
Tiempo de vida	10 a 20 años	15 a 20 años (75%)
Ahorro de energía	0 a 7%	1,7% ± 1% (55%)
Costo por punto de medición	100EUR a 268EUR	200EUR ± 55EUR (65%)
Beneficios por punto de medición (anual)	140EUR a 1000EUR	160EUR ± 30EUR (80%)

Tabla 7 Parámetros claves de smart metering para gas

Se espera que los sistemas de medición inteligente (smart meters) entreguen un beneficio global por cliente de € 160 para el gas y € 309 para la electricidad.

Unión Europea

Repuesta a la Demanda - ¿Qué y Por Qué?

La base de las disposiciones sobre la participación de la demanda en la legislación de la UE y documentos posteriores (Smart Grids COM, 2011), describen que la respuesta de la demanda se ha de entender como los cambios voluntarios de los consumidores finales de sus patrones habituales de utilización de la electricidad en respuesta a las señales del mercado (tales como precios de la electricidad variables en tiempo o incentivos) o después de la aceptación de las ofertas de los consumidores (por su cuenta o por medio de los agregadores) para vender en mercados organizados de energía la electricidad generada por ellos, lo que a voluntad cambiará su demanda de energía eléctrica en un lapso dado en el tiempo. En consecuencia, la respuesta de la demanda no será involuntaria ni no remunerada.

Los ahorros monetarios obtenidos por los consumidores residenciales e industriales simplemente a través de mover piezas de consumo a los períodos de bajo costo durante

pilotos (pruebas) de respuesta a la demanda, en algunos casos ha superado el 10% de la electricidad facturada (Empower Demand I, Vaasa ETT 2011 and Energy Pool (2013).

Para los consumidores industriales, el potencial no explotado aún es importante, dado que muchos procesos industriales tienen la flexibilidad para cambiar las cargas (loads IFIEC, Industrial Energy Consumers Federation) que implican gran consumo de electricidad. Se estima que en general sólo el 10% del potencial de respuesta de la demanda se utiliza hoy día.

Además, la respuesta de la demanda conduce a una mayor eficiencia del sistema de energía y genera ahorros¹⁵ de energía, mientras que permitiría que una cantidad mucho mayor de energía de generación eólica y solar pueda integrarse en el mercado¹⁶.

Respuesta a la demanda ¿Cómo funciona en la práctica?

La respuesta de la demanda es un activo tanto para el mercado minorista como para el mayorista. En los mercados mayoristas, la igualdad de oportunidades de entrada al mercado para los recursos del lado de la demanda (por ejemplo, cargas industriales), junto con la generación debe realizarse de acuerdo con la política energética de la UE. El valor de la respuesta de la demanda de los mercados mayoristas y de equilibrio, a diversas escalas de tiempo (es decir, incluyendo el día de antelación, intra-día y los mercados a término) está lejos de ser aprovechado. Las industrias y empresas de todos los tamaños de la UE necesitan tener acceso a estos mercados y ser compensados adecuadamente.

Como un mecanismo impulsado por el consumidor y basado en el mercado, ha sido aplicado con éxito en muchos otros sectores¹⁷ de la económica, la respuesta de la demanda es también una parte integral de una visión del mercado minorista centrado en el consumidor en el sector de la energía. Su papel está previsto en el diseño del

15 In an evaluation made by the Commission Services on the basis of available expert research, including the Impact Assessment accompanying the Commission's proposal for the Energy Efficiency Directive (SEC (2011)779) energy savings from demand response have been estimated to be at a minimum of 15 Mtoe in 2020. Capgemini (2008) estimated that the savings could amount to 100 TWh of annual energy savings in a conservative scenario, achieving 200 TWh of annual energy savings under a more ambitious scenario (increased implementation of demand response programs, achievement of the EU 20% energy saving objective, full implementation of advanced smart meters or smart energy boxes by 2020). The Commission will launch in 2013 a study on the energy and economic saving potential of demand response and the best means to tap it effectively.

16 The project SMART-A estimated that the broad use of smart appliances could yield an increased uptake of wind power in the system of up to 70% and a reduction of fossil fuel consumption of up to 6% for 2025

17 Cf. For example peak and off-peak pricing in telecommunications, transport or holiday businesses.

mercado energético interior de la UE requiriendo capacitación de los consumidores. En tanto al por mayor y al por menor, la respuesta de la demanda se centra en la justa recompensa a los consumidores para la flexibilidad de la demanda y confía en las soluciones técnicas disponibles.

La flexibilidad del lado de la demanda ha incentivado a través de programas de remuneración o recompensas:

Programas de respuesta a la demanda pueden ser basados en precio (price-based), donde los consumidores responden a una estructura de precios minorista que diferencia entre los períodos de tiempo (por ejemplo, tarifas basadas en el momento de uso (time of use), tarifas de tiempo real (real time pricing) o precio de pico crítico (critical peak pricing). Por otra parte, los sistemas de respuesta a la demanda pueden ser esquemas de incentivos (US DoE, 2005), dando a los clientes justamente incentivos por la reducción de la carga (consumo) que son separados o adicionales al esquema tarifario de base minorista el cual podría ser fijo o variable en el tiempo.

Tales programas de respuesta a la demanda basado en incentivos (por ejemplo, control de carga directa, servicio interrumpible o programas de licitación de la demanda) son generalmente implementados para los grandes clientes industriales y comerciales, en particular la mayoría de los de alto consumo energético, a menudo mediante el uso de sistemas de control dedicados que permiten la restricción de carga en respuesta a una solicitud del proveedor de energía o sistema de operador, o en respuesta a los cambios en las condiciones del mercado.

La respuesta a la demanda puede ofrecer diferentes tipos de servicios para aliviar el sistema eléctrico, esto es a la red de transmisión y de distribución, evitando los apagones y los vinculados a aquellos, así como evitar la inversión en la capacidad de transporte. Estos incluyen la gestión de la congestión estructural y en tiempo real (por ejemplo, para dar cabida a la generación distribuida y el aumento de la variabilidad de la demanda); equilibrio del sistema eléctrico, que se refiere a la adquisición de reserva, asegurando que la demanda sea igual a la oferta en tiempo real; y servicios auxiliares, que se refieren a una serie de funciones que los operadores de redes de transporte contratan para que puedan garantizar la seguridad del sistema.

Soluciones integrales sin problemas (complicaciones – hassle-free) que permiten más participación del lado de la demanda:

La participación del lado de la demanda supone una mayor participación de los consumidores que optan por tomar parte en ella para obtener una recompensa. Tienen que responder activamente a las señales o, como se puede apelar a un mayor número de ellos, a hacer uso de soluciones de respuesta a la demanda automatizadas y celebrar contratos con proveedores de servicios que se adapten a sus necesidades y limitaciones individuales.

Los consumidores comerciales representan el 30% del consumo total de energía en toda Europa. Para estos consumidores, calefacción y refrigeración es la principal fuente de consumo (hasta un 80%), y por lo tanto los edificios comerciales podrían ser vistos como el recurso de almacenamiento inmediato de energía en Europa. Estos edificios pueden ser precalentados y enfriados previamente de manera eficiente y ser capaces de ofrecer esta flexibilidad al mercado. La respuesta a la demanda y la eficiencia energética trabajando en conjunto en los edificios comerciales. Esto es debido al hecho de que los controles de calefacción, refrigeración y sistemas de gestión para la eficiencia energética también se pueden utilizar para la respuesta a la demanda.

Agregadores y empresas de servicios energéticos (ESCOs) están explorando cada vez más la utilización de este potencial.

Para hacerlo más accesible a los consumidores residenciales y pequeñas empresas, programas de respuesta a la demanda deben ser capaces de confiar en soluciones tecnológicas estandarizadas que integran los siguientes componentes y se ofrezcan a los hogares y las PYMEs:

- Electrodomésticos capaces de modular temporalmente su consumo de energía, sin comprometer su función, de acuerdo con las preferencias y el sistema, carga o (actuales, así como pronosticadas (planificadas)) señales de los precios declarados por los usuarios; estas señales pueden venir directamente del sistema de energía o por medio de una herramienta de gestión de energía local que también puede proporcionar información al consumidor si así lo desea;
- Sistemas inteligentes de medición (smart meters), registro del consumo de energía y capacidad de registrar el consumo en períodos de tiempo suficientemente diferenciados para permitir la facturación que refleja los cambios de consumo en los períodos de bajo precio;
- Posibilidades de almacenamiento que faciliten el desplazamiento del consumo en el tiempo. Estos incluyen el almacenamiento local en los edificios como parte de su almacenamiento de calor existente, un potencial prácticamente sin explotar en la actualidad, pero con muy bajos costos.

¿Ya está sucediendo la respuesta a la demanda?

Productos del lado de la demanda y programas se están creando dentro del mercado mayorista de electricidad, con un número cada vez mayor de agregadores activos en los mercados (Por ejemplo, Reino Unido). Las barreras de entrada a mercados de balance y de reserva se están eliminando gradualmente y con tarifas de tiempo de uso ya están disponibles en varios estados miembros para los consumidores residenciales (por ejemplo, Reino Unido, Francia, Italia, España). Se están desarrollando programas de precios residenciales más completos y programas de equilibrio de carga industrial (por ejemplo, Francia).

Desde el lado del mercado, los operadores o los minoristas están disponiendo de servicios de sistemas de medición basados en respuesta de la demanda, gestión del lado de la demanda y de micro-generación en mercados de electricidad. Las posibilidades son numerosas e incluyen almacenamiento (por ejemplo, calderas eléctricas y sistemas de calefacción eléctricos) locales, reducción de la demanda a partir de mediciones de eficiencia energética y la movilidad eléctrica. Sin embargo, el progreso es lento, sobre todo en los sectores residenciales y pymes.

Sin embargo, la experiencia en algunos Estados miembros¹⁸ donde las tarifas variables en el tiempo sólo se abrieron a un pequeño porcentaje de los consumidores residenciales puntualiza en el hecho de que no todos los consumidores tienen que participar en un programa de respuesta a la demanda para que genere beneficios importantes.

Esto demuestra que la respuesta de la demanda puede pasar ahora, incluso en ausencia del rollout de la tecnológica óptima y completa, y la apertura del mercado. Más acciones sistemáticas para promover y permitir respuesta de la demanda aumentarían su pleno desarrollo.

Se necesita mayor participación del lado de la demanda y la posibilidad de un mercado interno en la Unión Europea.

¹⁸ The Commission for Energy Regulation (CER) in Ireland ran a feedback and dynamic pricing pilot for 3,858 households over 1 year. They combined a Time of Use tariff (TOU tariff) with in-house displays and informative bills. The combination of an In-Home Display, with a bi-monthly bill and TOU decreased overall consumption by 3.2% and peak consumption by 11.3%. Bill savings were between 3% and 4%. (cf. Smart Energy Demand Coalition' study entitled "Demand Response in the Unified Energy Market").

No obstante, smart metering brinda información y herramientas para que la respuesta a la demanda sea posible.

Smart metering (medición inteligente) crea un potencial significativo para la mejora de la eficiencia en el sistema de energía a través de la respuesta de la demanda. Esencialmente hay dos métodos disponibles para ello. Una de ellas es reducir el consumo general y los picos de carga con el fin de eliminar la necesidad de exceso de capacidad de generación de energía. Otra es la de redistribuir las cargas en horas de pico y horas valle con el fin de lograr una utilización más equilibrada de la infraestructura energética. La respuesta de la demanda es una herramienta eficaz para la conservación de energía y con ello para la reducción de las emisiones de dióxido de carbono.

Por otra parte, una reducción general de la carga máxima (pico) reduce la necesidad de inversiones en capacidad de generación de energía de reserva. Desde una perspectiva social es altamente deseable incluir funcionalidades como respuesta a la demanda en soluciones de medición inteligente.

Los resultados significativos sólo pueden, sin embargo, ser alcanzados mediante la gestión de la demanda de los mayores usuarios de energía que están directamente conectados a las redes de media y alta tensión. Este grupo, que comprende menos del uno por ciento de la base total de clientes finales, por lo general representan más del 50 por ciento del consumo total de electricidad en la mayoría de los mercados. Es relativamente fácil de desconectar o reducir algunos de estos sitios de los clientes en caso de una escasez de capacidad. Hacer lo mismo con millones de sitios de clientes más pequeños, sin embargo, es una tarea enormemente más compleja. La respuesta de la demanda mediante la medición inteligente a nivel de hogar requiere conexión en red de los aparatos medidores y de alto consumo energético, como aparatos de aire acondicionado, calentadores eléctricos y calentadores de agua. La gestión remota de tales aparatos puede, si es aprobada por los consumidores, contribuir a un ahorro significativo en el consumo de energía y permitir a los países a cumplir sus objetivos de conservación de energía. La respuesta de la demanda es más fácil introducirla en mercados monopólicos, en los proveedores de servicios públicos integrados que controlan todos los aspectos de la distribución de energía dentro de su área de concesión, que en los mercados liberalizados donde los roles en la cadena de valor se dividen entre varios eslabones y partes competitivas.

Condiciones económicas debilitadas

Oponentes de las redes inteligentes también citan los riesgos económicos, principalmente relacionados con los costos y beneficios de distribución. El conjunto de las tecnologías de redes inteligentes puede ofrecer beneficios económicos agregados, pero quién paga por las actualizaciones del sistema y quien captura los beneficios de los cambios dependerá de cómo las políticas, normas e incentivos se diseñan e implementan.

Datos sobre despliegues de Smart Metering en Europa

De acuerdo al trabajo de la comisión europea sobre benchmarking en el despliegue de smart metering para electricidad (European Commission, 2014), las principales formas de financiamiento para su despliegue son tarifas de red y tarifas de red más recursos propios del distribuidor.

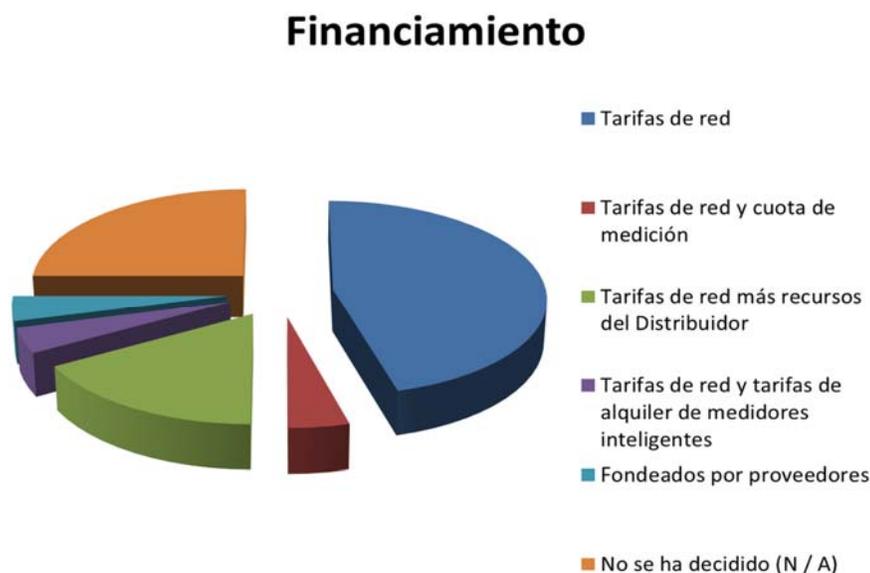


Ilustración 28 Formas de financiar el despliegue de Smart metering en Europa

Los modelos de negocios en Europa han considerado la vida útil en años, la que varía entre 10 y 20 años, como se muestra a continuación en la siguiente figura.

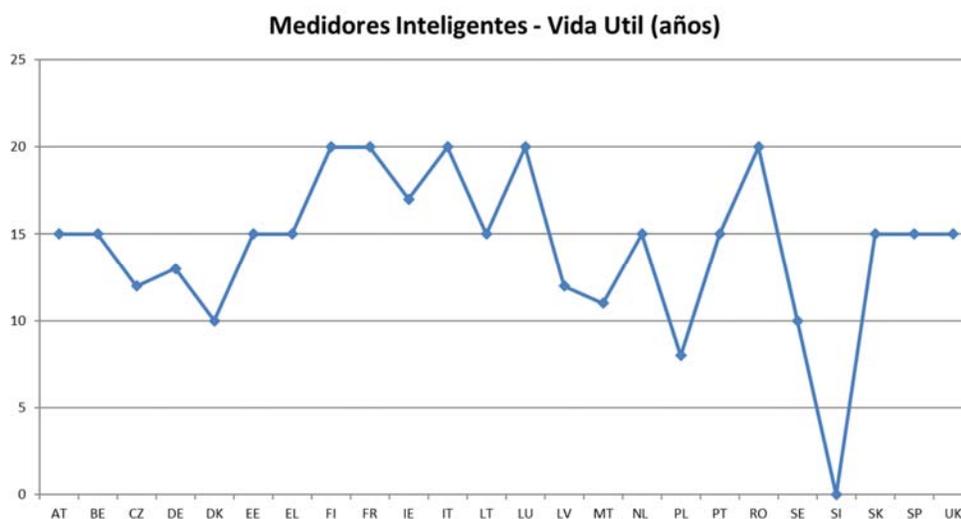


Ilustración 29 Vida útil de los Smart Meters considerados en los modelos de negocios

El resultado del modelo de negocios ha sido positivo en la mayoría de ellos, solo una minoría ha sido negativa o no se ha podido obtener alguna conclusión.

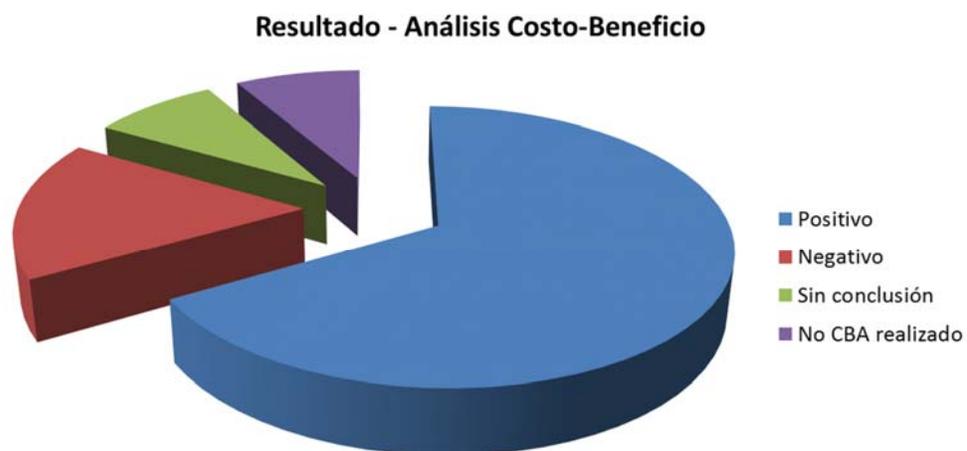


Ilustración 30 Análisis costo – beneficio

El costo por punto de medición expresado en euros varía desde algo menos a 100EUR hasta cerca de 800EUR, dependiendo del país y las características del mercado y volumen considerado. No obstante, la mayoría de los países considerados tiene un costo que varía entre 100EUR y 300EUR.

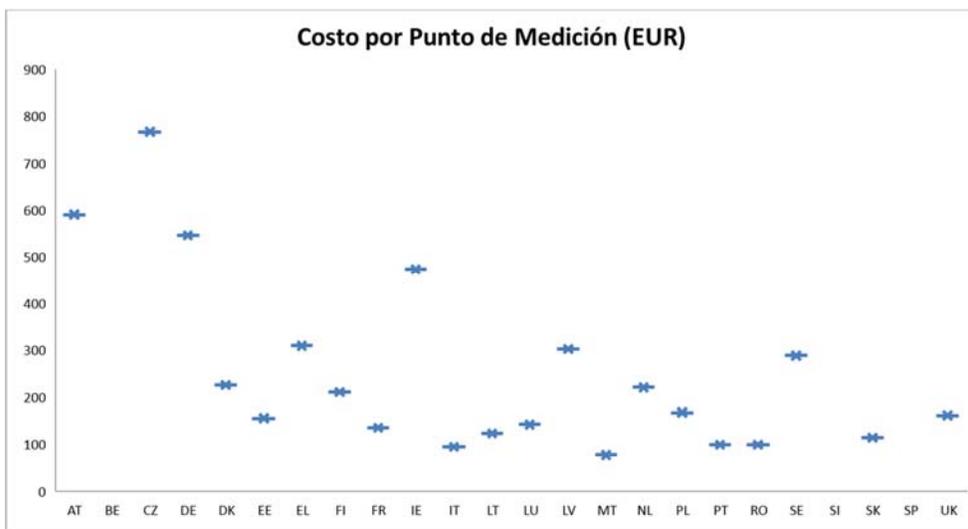


Ilustración 31 Costo por punto de medición expresado en euros

Entre los principales beneficios que se consideran con la implementación de smart metering se encuentran los ahorros de energía y los ahorros operacionales, entre otros.

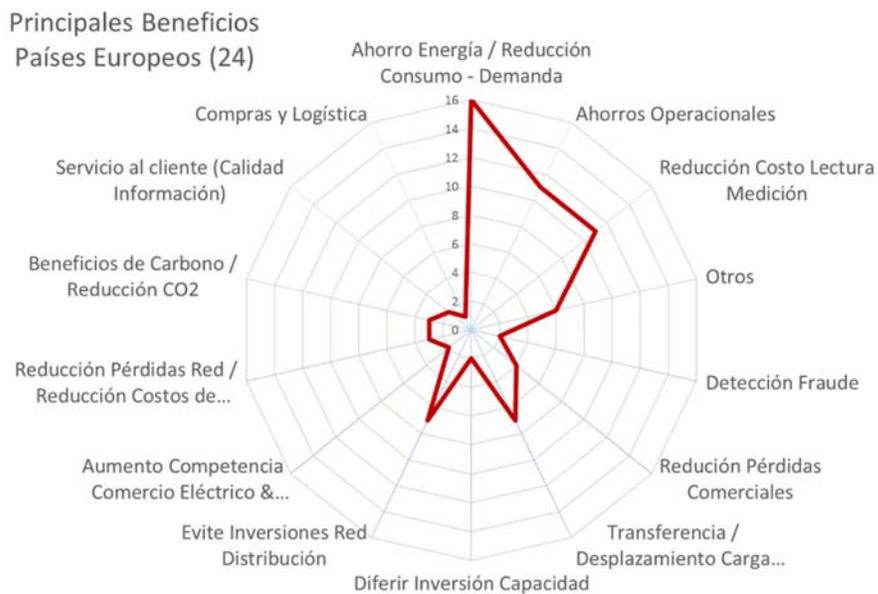


Ilustración 32 Beneficios de implementar Smart metering

6.4 DOMINIO INFORMACIONAL (O DE LA INFORMACIÓN)

La información se ha convertido en un activo crítico y esencial en todo orden de las actividades de la sociedad, y la información obtenida desde los smart meters no es una excepción.

6.4.1 LA INFORMACIÓN ¿BIEN PÚBLICO?

A continuación, se presenta una definición del concepto de “información”, a partir del cual se pretende inferir y/o reforzar alguna de las conclusiones, acciones y recomendaciones que se enuncian en este trabajo.

La inclusión de este apartado surge a partir de la lectura de la bibliografía, y observar que algunos de los autores se preguntan qué es la información, cómo se distribuye, quiénes tienen los medios para distribuirla, la existencia de brechas y desigualdades entre quienes poseen información y quiénes no.

Se menciona, que cada economía necesita una infraestructura nacional de información. Este será el servicio público del siglo XXI, una autopista de banda ancha para una economía de banda ancha y gran capacidad (“La economía digital” de Don Tapscott).

6.4.2 BIENES PÚBLICOS

Existen algunos bienes que, o no son suministrados por el mercado o, si lo son, la cantidad suministrada es insuficiente. Ejemplo de ello son: ayuda a la navegación (sistema de boyas), defensa nacional.

Estos ejemplos constituyen lo que se denominan “Bienes Públicos Puros”, que tienen 2 propiedades básicas:

1. No cuesta nada que otra persona más disfrute de sus ventajas.
2. En general, es difícil o imposible impedir que se disfrute del bien público.

El mercado, o bien no suministra los bienes públicos puros, o bien no los suministra en cantidad suficiente.

El hecho de que los mercados privados no suministren bienes públicos o suministren demasiado pocos justifica muchas de las actividades del estado (Stiglitz, Joseph. 1997).

6.4.3 FALLOS DE INFORMACIÓN

Algunas actividades del estado, también se justifican porque los consumidores tienen información incompleta y por la convicción de que el mercado suministra por sí solo demasiado poca información.

La intervención del estado para remediar los fallos de la información va más allá de medidas de protección al consumidor.

La información es, en muchos aspectos, un Bien Público, ya que suministrar información a una persona más no supone reducir la cantidad que tienen otras.

La eficiencia requiere que se difunda gratuitamente o, con más precisión, que sólo se cobre el costo real de transmitirla.

El mercado privado a menudo suministra una **información insuficiente**, lo mismo que suministra una cantidad inadecuada de otros bienes públicos (Stiglitz, Joseph. 1997).

6.4.4 MECANISMOS VOLUNTARIOS

Para tratar de suplir la falta de provisión de bienes públicos o fallos de información, se encuentran mecanismos voluntarios, un ejemplo típico son los Bomberos Voluntarios.

La renuencia de la gente a contribuir voluntariamente a la financiación de los bienes públicos se denomina el Problema del Polizón (Free Rider).

En algunos casos, el sector privado suministra una cierta cantidad de bienes públicos, pero esto es insuficiente debido al problema del polizón.

El problema de los mecanismos voluntarios para suministrar bienes públicos se debe a personas que tratan de ser polizones, de disfrutar de los beneficios de los bienes públicos pagados por otros (Stiglitz, Joseph. 1997).

6.4.5 LA INFORMACIÓN EN EL CONTEXTO DE SMART METERING

Preocupación respecto a la privacidad

Algunos ciudadanos han expresado su preocupación por la protección de la intimidad. Dado que los medidores inteligentes colectan datos sobre el uso de la electricidad a nivel sub-hora, y como las empresas de servicios públicos tienen acceso a los datos de uso de la electricidad para un hogar específico (en particular), algunos temen una pérdida de privacidad.

Los datos obtenidos por los contadores inteligentes y transmitidos hacia las empresas de servicios públicos presentan un nuevo tipo de vigilancia personal, que viene inmediatamente después de varios escándalos relacionados con la privacidad y la creciente presión para reducir la vigilancia en forma general y proteger mejor la privacidad de los individuos (ACLU, 2014).

A partir de la inclusión de smart metering, las empresas eléctricas tendrán acceso a la información sobre el consumo de electricidad en detalle, lo que podría revelar patrones de comportamiento de consumo de energía dentro de una casa pudiendo identificar períodos de vacaciones y períodos de ocupación intensiva. Si bien estos datos detallados de consumo permitirían a las empresas de servicios públicos gestionar mejor el uso de la electricidad y focalizar mejor sus programas de objetivos a partir de la aplicación de la ley sobre interceptación legal (requerimientos legales) también podrían decir cuando el uso de la electricidad es sospechosamente alto o potencialmente se está robando energía (Darby, 2010).

Las expectativas por la privacidad y el papel del gobierno para proteger dicha privacidad varían en todo el mundo. En Alemania, por ejemplo, el gobierno es el encargado de proteger la privacidad de las personas y evitar que el sector privado tenga acceso a la información personal; un fuerte y coherente conjunto de leyes se centra en la protección de la intimidad (Keller K H, 2008). En los Estados Unidos, por el contrario, la mayoría de los ciudadanos están más preocupados que el gobierno invada su privacidad que el sector privado, por lo que las expectativas de protección por parte del gobierno son bajas y las leyes de privacidad son inconsistentes y negociadas a través de las PUC (Public Utility Commissions) y congresos estatales.

Recientes revelaciones de la administración federal de seguridad de los Estados Unidos sobre intervenciones de llamadas telefónicas, correos electrónicos y el robo de datos masivos del sector privado, y el caos cada vez más frecuente de ciberseguridad que ocurre (según lo mencionado en el capítulo 2 de Smart Grid (R)Evolution, Electric Power Struggles, 2015), ha provocado en los ciudadanos estadounidenses una mayor conciencia sobre los problemas de privacidad de datos y vulnerabilidades que plantean los contadores inteligentes. Otra preocupación emergente se refiere a la propiedad de los datos y al acceso a estos datos para el desarrollo de productos o la evaluación de programas de eficiencia energética.

Cyber Seguridad (Cybersecurity)

El compromiso de la red inteligente de mejorar la fiabilidad está relacionado con múltiples promesas vinculadas con la mejora de la seguridad, sobre todo la seguridad cibernética.

Reconociendo que la seguridad cibernética se ha convertido en una palabra de moda bastante genérica, una de las definiciones que se utiliza es la definición de las auditorías y de control del sistema de la Asociación de Información (ISACA), que es "la suma de los esfuerzos invertidos en el tratamiento de ciber-riesgo, gran parte del cual fue, hasta hace poco considerada tan improbable que apenas requería de atención "(Barzilay, 2013)

Dificultades, Peligros

Trampas de la red inteligente: La perspectiva panóptica ve a la red inteligente como una tormenta perfecta de control de las empresas y gobiernos que se asoma a los ciudadanos y viviendas particulares, y usurpa la libertad individual y la autoridad para la toma de decisiones locales. En tales escenarios extremos, la red inteligente debilita a la sociedad y la economía.

Los ciudadanos no tienen ningún motivo para participar en un sistema de este tipo, están mejor manteniéndose a distancia.

Fiabilidad y Seguridad disminuida

Los riesgos de seguridad cibernética se han convertido en un problema geopolítico cada vez más acuciante. Las vulnerabilidades en el sistema eléctrico son foco de mayor atención política (Campbell, 2011). La mejora de la comunicación entre los proveedores de electricidad y los medidores en los hogares y las empresas individuales abre la puerta a los piratas informáticos que podrían impactar o tomar el control de la energía eléctrica en el hogar, vecindario, o incluso a nivel regional (Robertson, 2009).

A pesar de los riesgos de seguridad cibernética, es sólo una entre muchas categorías de temores que rondan la sociedad contemporánea (Beck, 1992), estos riesgos son especialmente importantes en el sector de la energía debido a la centralidad de los sistemas de energía

Cada vez más en todo el mundo, tanto en el bienestar social como la competitividad industrial dependen de un sistema de energía complejo que se centra en las redes eléctricas (Comisión Europea 2013; Departamento de Energía de Estados Unidos 2013).

Mientras que algunos ataques cibernéticos podrían centrarse en la interrupción del sistema eléctrico, otros se concentran en el robo de información confidencial y secretos comerciales. Los ataques más recientes también incluyen intentos de destruir los datos, mecanismos de control, y controlar o desactivar las redes de energía.

La integración de las tecnologías de la comunicación y la información en la red también podría debilitar la seguridad mediante la apertura de nuevas vías para que los de “afuera” puedan afectar el funcionamiento del sistema.

Perdiendo el Control y la privacidad

Las dos preocupaciones principales son que los datos de los medidores inteligentes revelan el comportamiento personal en el hogar, y que las medidas para proteger la privacidad pueden ser inadecuadas. ¿Cómo se transmiten los datos de energía, se protegen y almacenan, y cómo se realiza el tratamiento de los datos de forma de mantenerlos alejados del mal uso, pudiendo tener implicancias de largo alcance?

Los usos de los datos existentes proporcionan la justificación de estas preocupaciones. Los datos medidos mensualmente han sido recientemente utilizados por la policía para identificar sospechosos de operaciones de cultivo de marihuana, por ejemplo (Narciso, 2011 en *Police Seek Utility Data for Homes of Marijuana-growing Suspects. TheColumbusDispatch*), los datos de intervalo más altos podrían proveer a la policía significativamente más información sobre la construcción de los comportamientos de los ocupantes. Esta tensión entre la policía y la privacidad se refiere a los enlaces de la Cuarta Enmienda de la Constitución U.S. Los consumidores pueden estar preocupados de que los servicios públicos usen los datos recogidos a través de medidores inteligentes sin su permiso. Estas cuestiones siguen siendo un componente extremadamente polémico en algunos programas de despliegue de medidores inteligentes.

Por otra parte, el uso por parte de terceros de los datos, por delincuentes, compañías de seguros, o los vendedores podría dirigirse a los consumidores sobre la base de los patrones de uso de energía. Estas son preocupaciones que incluso si se “anonimizan” los datos del medidor inteligente, aún se podría identificar a los usuarios y realizar un seguimiento de sus comportamientos (Scott, 2009).

Atraer a la Industria de la ciberseguridad es un gran negocio

En los Estados Unidos se espera un auge en la industria de la seguridad cibernética, y muchos quieren eso. Con la recopilación de datos y las derivaciones de bases de datos costosas en aumento, los estados han tomado nota.

"Se ha observado en la industria privada como Sony, con los gobiernos extranjeros; se ha observado en todas partes y lo riesgoso es que se va a observar un ataque mucho más grave ", dijo el representante de Florida Ray Pilon (R).

Ese temor ha hecho a la ciberseguridad una de las industrias de más rápido crecimiento de la nación. La demanda de profesionales de la seguridad de la información está creciendo 12 veces más rápido que la de otros puestos de trabajo y se espera que aumente en un 53% en los próximos tres años, de acuerdo con la Stanford University Press, que cubre Silicon Valley. Sin embargo, no hay suficientes trabajadores en cartera para satisfacer la demanda.

Los legisladores esperan que a través de la educación y la formación de asociaciones público-privadas, se pueda ayudar a la industria a crecer de manera de impulsar sus economías, lo que aumenta el número de puestos de trabajo estables atractivos y el fomento de los graduados con títulos en seguridad cibernética y otros campos relacionados.

En Florida, por ejemplo, la Legislatura aprobó una ley que creó el Centro de Florida para la ciberseguridad en la Universidad del Sur de Florida. El centro tiene previsto ampliar los programas de grado de seguridad cibernética en todo el estado, incluyendo un programa de maestría en la universidad, y crear asociaciones entre empresas, comunidades de educación superior y las industrias donde la seguridad cibernética es un jugador importante: las finanzas, cuidado de la salud, servicios públicos y los intereses militares.

A continuación, los requerimientos funcionales mínimos que se exige a un despliegue de smart metering, correspondientes con la seguridad y protección de datos por parte de la Unión Europea (EUROPEAN COMMISSION, 2014):

- Proporcionar comunicaciones de datos seguras. Esta funcionalidad se refiere tanto a la demanda como a la oferta. Los altos niveles de seguridad son esenciales para todas las comunicaciones entre el medidor y el operador. Esto se aplica tanto a las comunicaciones directas con el medidor como a los mensajes pasados a través del medidor hacia o desde dispositivos o controles en sitio del consumidor. Para las comunicaciones locales dentro de las instalaciones del consumidor, se requieren tanto la privacidad como la protección de datos.
- La prevención y detección del fraude. Esta funcionalidad se relaciona con la seguridad en el lado de la oferta y en el acceso. Un fuerte consenso muestra la

importancia que se atribuye a esta funcionalidad. Esto es necesario para proteger al consumidor, por ejemplo, del acceso de la piratería, y no sólo para la prevención del fraude.

Resultado del análisis en países europeos sobre quién es el responsable por los datos en los diferentes despliegues de Smart Metering

Mayormente la responsabilidad de la información generada por los smart meters está dada por los distribuidores de energía eléctrica.

Existen algunos mercados o países donde existe un operador de la información de los smart meters, quien es el responsable de gestionar, similar al modelo de gestión de la portabilidad numérica en el mercado de las telecomunicaciones.



Ilustración 33 Responsables por la información generada en los Smart meters

6.5 DOMINIO REGULATORIO

La evolución tecnológica de las redes genera nuevos dominios que se relacionan más estrechamente con las redes eléctricas, como lo son las soluciones de smart grid y Smart metering.

Las soluciones de smart metering, la gestión de los elementos eléctricos, y la gestión y resguardo de la información traen aparejado cuestiones de seguridad adicionales a las presentadas en las redes eléctricas tradicionales, como por ejemplo nuevas cuestiones de ciberseguridad, seguridad de la información, los datos de las empresas, información de los usuarios, y las cuestiones de uso de esa información público-privado, o por parte

del estado, y sobre la confidencialidad de esta información, que merecen una mirada o visión desde el dominio regulatorio.

Incremento del riesgo de las empresas de servicios públicos que brindan el servicio de energía eléctrica

En los estados tradicionalmente regulados (EE. UU.), la mayoría de los reguladores no han ofrecido históricamente muchos incentivos a los proveedores de servicios públicos para invertir en nuevas tecnologías innovadoras. Si bien hay excepciones a esto - por ejemplo, las comisiones de California, Vermont y Nueva York, donde las PUCs (Public Utility Commissions) fueron los líderes en la promoción de la eficiencia energética y la energía renovable, donde la mayoría de las PUCs permanecen con aversión al riesgo. Por ejemplo, el entorno regulatorio actual en muchos estados no puede permitir la recuperación de costos para las inversiones de red inteligente. Los tiempos de vida más cortos previstos de algunas tecnologías de redes inteligentes, incluyendo contadores inteligentes basados en software, están afectando la capacidad de los proveedores de servicios públicos para invertir en equipos nuevos e innovadores para actualizar su infraestructura tecnológica. Además, para aprovechar la ventaja operativa de la red inteligente, se requiere nuevas inversiones en comunicación e infraestructura de red, reentrenamiento del personal de la empresa y nuevas interacciones con los clientes.

El potencial de la red inteligente como disruptor de los modelos de negocio convencionales de las empresas de servicios públicos es una amenaza que muchos ya están sintiendo. La adición de la generación distribuida de propiedad de los consumidores y las energías renovables en el sistema podrían cambiar los costos del sistema y las prestaciones de los proveedores de servicios públicos. Popularmente llamado el "espiral de la muerte de las empresas de servicios públicos eléctricas", estas circunstancias cambiantes podrían socavar los modelos de negocio tradicionales, alejar las inversiones en grandes plantas centralizadas, y aumentar los costos de capital para estas empresas.

En algunos países, como Italia y el Reino Unido, el gobierno ha requerido a las empresas de servicios públicos en todo el país instalar contadores inteligentes.

Los gobiernos nacionales han desempeñado un papel particularmente importante en el desarrollo de redes inteligentes en la UE (Unión Europea). La Comisión Europea ha trabajado con los estados miembros para desarrollar las redes inteligentes. De 2006 a 2012, 30 países de la UE han desarrollado 281 proyectos de redes inteligentes, invirtiendo el equivalente a más de 1,8 billones de euros. De todos los proyectos de la UE, el 70% están en tan sólo 7 países: Dinamarca, Francia, Alemania, Italia, España y el

Reino Unido. Los países originales y ricos de la UE han invertido más en redes inteligentes que los operadores de los países más nuevos de la UE (IRC, Scientific and Policy Reports 2013).

Los países de la UE tienen diferentes razones para el desarrollo de redes inteligentes y trabajan a ritmos diferentes. Italia invirtió 2.1 billones de euros en la instalación de 36 millones de contadores inteligentes desde 2001 a 2008. En Italia, los reguladores han fomentado el desarrollo de redes inteligentes con una tarifa especial que ofrece inversiones innovadoras de redes inteligentes con una tasa adicional del 2% al retorno a las empresas proveedoras de servicios públicos. El incentivo para desarrollar una red inteligente fue impulsado por el importante robo de electricidad.

La inversión de 1,5 billones de euros por parte de Suecia para instalar 5.2 millones de smart meters entre 2003 y 2009 fue impulsado por un deseo de crear un sistema de energía verde y sostenible, y desarrollar una industria de tecnología limpia, al tiempo que ayuda a los consumidores de energía; sin embargo, la integración del sistema de gestión de datos sigue siendo un obstáculo para este último objetivo. Finlandia y Malta también se han comprometido a despliegues completos de smart meters. Otros países grandes de la UE como Francia y España se han comprometido a la penetración total de medidores inteligentes en 2017, 2018 y 2019, respectivamente. Sin embargo, en algunos países de la UE, como Bélgica, la República Checa y Lituania, no se están llevando a cabo implementaciones nacionales, y otros once Estados miembros no han llegado a ninguna decisión oficial sobre medidores inteligentes y el desarrollo de redes inteligentes (IRC, Scientific and Policy Reports 2013).

En EE. UU., el desarrollo de redes inteligentes ha asociado a muchos organismos y departamentos federales y se han creado nuevas condiciones. Dos piezas de legislación han sido particularmente importantes. En 2007, el Congreso aprobó la Ley de Independencia y Seguridad Energética y encargó al US Departamento de Energía (DoE) muchas actividades de coordinación de la red inteligente. La legislación estableció el grupo Federal Smart Grid Task Force and Smart Grid Advisory Committee (el Comité Asesor de Redes Inteligentes) y autorizó al Departamento de Energía a desarrollar iniciativas de demostración de redes inteligentes regionales y un fondo federal para la inversión en Smart grids "Federal Matching Fund for Smart Grid Investment Costs". En 2009, el Congreso aprobó la Ley de Recuperación y Reinversión (American Recovery and Reinvestment Act), popularmente conocida como ARRA o la ley de estímulo, lo que proporcionó más de \$ 4 mil millones para la modernización de las redes e inversiones en red inteligente. Dentro del gobierno federal de Estados Unidos, el Subcomité del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en la red inteligente proporciona al presidente con recomendaciones sobre el desarrollo de redes inteligentes (ver la siguiente tabla)

Acrónimo	Nombre	Propósito
DoE	Departamento de Energía (Department of Energy)	Coordinar la Smart Grid Task Force
EPA	Agencia de Protección Ambiental (Environment Protection Agency)	Trabaja para asegurar que se cumplan las normas ambientales a través del sistema eléctrico
FERC	Comisión Reguladora de la Energía Federal (Federal Energy Regulatory Commission)	Regula y controla la transmisión de electricidad entre los Estados y los mercados
NERC	Organización Confiabilidad Eléctrica de América del Norte (North American electric reliability organization)	Sin fines de lucro que trabaja para asegurar la fiabilidad del sistema eléctrico, miembros de la industria, bajo la supervisión de la FERC
NIST	Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (National institute of standards and technology)	Trabaja con la industria para establecer los estándares de tecnología
RTO	Organizaciones de Transmisión Regional (Regional transmission organizations)	Organizaciones de voluntarios autorizadas por la FERC que unen varios estados y los servicios públicos a los que coordinan la planificación de los sistemas eléctricos y las operaciones de mercado al por mayor (mayoristas)
SGIP	Panel de interoperabilidad de Smart Grid (Smart grid interoperability panel)	NIST y programa público-privado del NIST y DoE a para coordinar el desarrollo de redes inteligentes estándar autorizado en virtud de la Ley de Seguridad e Independencia Energética de 2007. Ahora SGIP 2.0
SGIP 2.0, Inc.	Panel de interoperabilidad de Smart Grid 2.0 (Smart grid interoperability panel 2.0, Inc.)	Sin fines de lucro asociación público-privada financiada por las empresas para ayudar a facilitar normas, ensayos de identidad, el trabajo sobre la interoperabilidad global

Tabla 8 Funciones de diferentes organismos en EE.UU para desarrollo de smart grid

El DOE también interactúa regularmente con el sector privado. Está implicado en el desarrollo de redes inteligentes a través del apoyo directo a la investigación en los laboratorios nacionales, proyectos de demostración de redes inteligentes público y privado, y la creación de normas uniformes para compartir los datos de energía. Para este último esfuerzo, el DOE trabajó con el Consejo de Normas de Energía de América del Norte, un consorcio de la industria para desarrollar el programa "Green Button". Este programa permitirá a los usuarios acceder y compartir los datos de uso de energía con terceros autorizados mediante el establecimiento de un formato de datos común.

Otros organismos federales también están influyendo en el desarrollo de redes inteligentes mediante regulaciones. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) regula las emisiones ambientales del sistema eléctrico y establece normas para los límites de emisiones de aire y agua. El departamento de Interior controla el uso de tierra federal y con frecuencia está involucrado en la ubicación de las nuevas instalaciones de energía o proyectos de transmisión. Las preocupaciones sobre la seguridad cibernética y el aumento de las vulnerabilidades del sistema también se dedican a las comunidades militares y de defensa, y llevan a las agencias gubernamentales a estar en contacto con otras organizaciones públicas y privadas centradas en la seguridad del sistema.

Para los gobiernos locales y los actores de la comunidad: smart grid tiene el potencial de empoderar a los individuos y las comunidades para tener un control más focalizado y la elección de sus opciones de energía. Algunos gobiernos locales están directamente involucrados en la generación y distribución de energía eléctrica: algunas municipalidades y cooperativas locales han sido líderes en la instalación de tecnologías de redes inteligentes.

Situación regulatoria en los Estados Unidos

Existen 25 estados o territorios que disponen de legislación o políticas sobre Smart Metering, ellos son:

- Alabama
- California
- Colorado Delaware
- District of Columbia

- Florida
- Georgia
- Hawaii
- Idaho
- Illinois
- Indiana
- Louisiana
- Maine
- Maryland
- Michigan
- Nebraska
- Ohio
- Oregon
- Pennsylvania
- Rhode Island
- Texas
- Vermont
- Virginia
- Washington
- West Virginia

Los estados (en EE. UU.) gestionan la inclusión de los medidores inteligentes de tres maneras: mediante la promulgación de leyes para permitir la medición inteligente, o permitirle a la comisión de servicios públicos del estado autorizar la introducción de prácticas de medición inteligente, o dar a las grandes proveedoras de servicios públicos la autorización para implementar las prácticas de medición inteligente.

Estado	Autoridad	Resumen
Alabama	No hay autorización clara	En mayo 2008: Alabama Power comenzó a instalar smart meters en la ciudad de Birmingham, con planes de instalación de 1.2M de Smart meters para todos sus clientes a lo largo del estado hasta 2011.
California	California Public Utilities Commission (CPUC)	2008: CPUC aprobó planes a Southern California Edison, San Diego Gas & Electric y Pacific Gas & Electric para el cobro a los clientes la instalación en hogares y sitios de negocios cerca de usd 4.6M
Colorado	Colorado Public Utilities Commission (PUC)	Marzo 2008: De conformidad con la autoridad PUC, Xcek Energy anunció planes para instalar Smart meters en 50k hogares en el área de servicio Boulder.
Dalaware	Dalaware Public Service Commission (PSC)	Septiembre 2008: Dalmarva Power recibió la aprobación de la PSC para la instalación de Smart meters en más de 300k hogares.
District of Columbia	District of Columbia Public Service Commission (PSC)	Julio 2008: la PUC emitió una orden (Order) aprobando la tarifa revisada propuesta de Pepco y el District of Columbia Smart Meter Pilot Program, Inc. La implementación del programa de smart metering incluye 1200 hogares. Promulgado - 6/18/2009. Se autoriza a las compañías eléctricas para implementar la infraestructura de medición inteligente, en conformidad con la autoridad del PSC

Tabla 9 Ejemplo del estado de la regulación en los diferentes estados de EE.UU

Estos son un ejemplo de los proyectos de smart metering y el grado de incumbencia de cada uno de los estados en EE. UU.

Smart Grid - Análisis basado en los Estados de los EE. UU

Los Estados tienen un importante papel que desempeñar en el desarrollo de redes inteligentes a través de políticas que permiten o fomentan tal desarrollo y reduzcan las

barreras regulatorias o de mercado a las tecnologías de red innovadoras (Smart Grid (R)Evolution, Electric Power Struggles, 2015)

Están introduciendo activamente legislación para hacer frente a una amplia gama de temas relacionados con la red inteligente, fomentando su desarrollo, como también trabajando para regular las tecnologías emergentes y para proteger los intereses y preocupaciones de los consumidores. Hay al menos 61 normas promulgadas o pendientes en proceso de discusión desde 2013 que están siendo consideradas por 21 estados.

Promoción del desarrollo de redes inteligentes

Massachusetts, Nueva York, Nueva Jersey y Carolina del Norte tienen legislación pendiente para el fomento activo del desarrollo de redes inteligentes. La ley del Senado de Carolina del Norte 652 proporcionaría un crédito fiscal de redes inteligentes para promover la investigación de tecnologías de smart grid. Nueva York tiene tres proyectos de ley pendientes-A.B. 6508, A. B. 1932, y A. B. 126-para fomentar el desarrollo y establecer un sistema de redes inteligentes. En Nueva Jersey, la SB 2429 y la Ley de la Asamblea 3816 requieren a los proveedores de servicios públicos presentar planes de mejoras que incluyan la instalación y el uso de la infraestructura de redes inteligentes y los contadores inteligentes (smart meters). Massachusetts, la medida SB 1607 y HB 792 conformarían un grupo de trabajo de emergencia que incluiría la implementación de redes inteligentes como un posible camino hacia la reducción de las emisiones.

Algunos estados están animando los desarrollos de redes inteligentes de manera más sutil mediante la incorporación de mejoras en las definiciones de eficiencia energética o de energía limpia. En Connecticut la ley de la Cámara 6360, a la espera de la firma del gobernador, incluye contadores inteligentes dentro de su definición para mejoras de energía limpia. A la espera en Nueva York de la norma SB 3206 y promulgada en Virginia la norma SB 493 clasifican tecnología de redes inteligentes, medidores inteligentes en especial, como medidas de eficiencia energética. En Washington, en espera (pendiente) de la SB 5555 que incluye la tecnología de medición inteligente como la tecnología innovadora de energía.

Regulación de la forma en que se usan los medidores inteligentes por parte de las empresas de servicios públicos (Utilities)

Hay por lo menos 28 proyectos pendientes o aprobados que regulan sobre cómo pueden las empresas de servicios públicos utilizar los contadores inteligentes (propuestas de regulación) en 14 estados.

Los Estados están trabajando para permitir la autorización de uso de medidores inteligentes, como así también como poder hacer opt-out¹⁹, y sobre la protección y privacidad de datos de los consumidores.

En Nueva York los proyectos normativos 178 y 8082, y el proyecto 369 del senado, todos pendientes de aprobación permiten a los usuarios solicitar que se instalen contadores inteligentes. El proyecto de la Cámara de Carolina del Norte 921 pendiente, y en Pennsylvania el Proyecto de Ley 899 y la Ley del Senado 816 autorizan a los servicios públicos a utilizar contadores inteligentes.

Pennsylvania incluye disposiciones (previsiones) para la recuperación de los costos relacionados con la tecnología de medición inteligente. En espera del proyecto 1481 del senado de New Jersey es compatible con la instalación de dispositivos de ahorro de energía, incluida la tecnología de medición avanzada.

En medio de la controversia sobre cómo los contadores inteligentes afectan a la salud y la posibilidad de un mal funcionamiento de éstos, o sobrefacturación, siete estados (Iowa, Massachusetts, Nueva York, Rhode Island, Pennsylvania, Tennessee y Michigan) esperan tener una legislación para que los consumidores puedan optar por la no instalación de medidores inteligentes residenciales. Estos proyectos de ley requieren típicamente una forma de consentimiento por escrito del cliente y prohíben que los servicios públicos proporcionen desincentivos financieros a los que se niegan a la instalación de medidores inteligentes.

Varios estados están trabajando activamente para abordar y regular el uso de los datos de energía de carácter personal facilitados por los medidores inteligentes. Tanto Michigan como Vermont tienen proyectos de ley pendientes (H.B 4728 y H.B 402, respectivamente) para requerir u obligar a las empresas de servicios públicos el tratamiento de datos de los clientes de forma confidencial para evitar la divulgación no intencional de información personal. En Texas ley HB 1600 y en Kansas ley HB 2128, ambas promulgadas, prohíben a los servicios públicos compartir o revelar la información recopilada a partir de un sistema de medición inteligente. California y Pensilvania tienen

¹⁹ El término de exclusión voluntaria se refiere a varios métodos por los cuales las personas pueden evitar recibir información de productos o servicios no solicitados. Esta capacidad generalmente se asocia con campañas de marketing directo, como el marketing por correo electrónico o el correo directo.

actualmente proyectos de ley similares pendientes y requieren el consentimiento del cliente antes de la divulgación de datos a terceros.

Medición neta e integración de recursos energéticos renovables

La medición neta permite a los clientes que son dueños de su propio equipo de generación de energía eléctrica, con más frecuencia los paneles solares fotovoltaicos, recibir crédito por la electricidad que producen reduciendo así su factura de electricidad. La medición neta virtual, del barrio o medición neta del grupo, permite a las comunidades o grupos de personas con titularidad compartida de equipos de generación de energía eléctrica recibir créditos proporcionales a su propiedad. Tales prácticas de medición pueden ayudar en la integración de los recursos renovables en la red eléctrica y se hace más fácil debido a la tecnología de medición avanzada. Reglamentos para permitir o prohibir la medición neta pueden afectar en gran medida el desarrollo de redes inteligentes y la integración de fuentes de energía renovables.

Los Estados (EE. UU.) han introducido activamente la legislación para permitir la medición neta. En Virginia el proyecto de la Cámara 1695, promulgado, establece la medición neta para los clientes agrícolas y de la comunidad. Hay seis estados (Hawai, Nueva York, Nueva Jersey, Nebraska y Nuevo Hampshire) que tienen proyectos de ley pendientes para activar o regular la medición virtual.

A medida que la tecnología surja y se desarrolle, los estados son propensos a ampliar sus acciones relacionadas con el uso de estas nuevas tecnologías que prometen habilitar un sistema de red eléctrica más eficiente y resistente.

Según la Administración de Información de Energía, en EE. UU las empresas eléctricas a mayo de 2015 tenían alrededor de 52 millones de contadores. Pero no todos los clientes están dispuestos a hacer el cambio. Algunos quieren salir de sus programas inteligentes de medición locales, citando preocupaciones en la salud como en los teléfonos celulares, ya que los medidores usan radiofrecuencia o RF. Al menos 17 estados permiten a los clientes optar por la instalación de medidores inteligente.

Pero como parte de la disposición de exclusión (opt-out), algunos estados han creado una estructura de tarifas para aquellos clientes que quieren mantener su medidor analógico en vez de conseguir un contador inteligente. No es de sorprender clientes que se opongan a la idea de pagar una tarifa para mantener los medidores tradicionales que ya tienen, pero los servicios públicos sostienen que los viejos medidores son costosos, que requieren personal y vehículos para realizar las lecturas. En Pennsylvania, se

requiere a las empresas de servicios públicos instalar contadores inteligentes, pero permitiría a los clientes a optar por el programa de mediciones inteligentes y permiten que las compañías de servicios públicos emitan una factura una sola vez o con recargos mensuales para recuperar los costos. Disposiciones por el opt-out normalmente están clasificadas por comisiones de las empresas de servicios públicos del estado y se pueden encontrar en la Florida, Georgia, Illinois, Maine, Maryland, Michigan, Nevada, Rhode Island, Texas y Wyoming. Un proyecto de ley de exclusión está pendiente en Oklahoma.

Otros estados y empresas de servicios públicos han optado por no establecer un arancel, lo que permite a los clientes por ahora seleccionar sus medidores libremente. Los estatutos del estado de Vermont permiten mantener sus medidores analógicos y exige a las empresas de servicios públicos eliminar los medidores inteligentes instalados previamente de forma gratuita a petición del cliente. Maryland, Massachusetts y Texas también están considerando aranceles que permitirían a los contribuyentes mantener sus viejos medidores y que los que tienen contadores inteligentes sean retirados sin costo alguno.

Otro enfoque muy diferente a los despliegues de mediciones inteligentes se puede encontrar en New Hampshire, donde el estatuto requiere que las empresas reciban el permiso por escrito de los contribuyentes-OPT-in-declaración antes de instalar los medidores correspondientes inteligentes. Proyectos similares están siendo considerados en Ohio y Nueva Jersey.

A continuación, se muestra gráficamente el detalle de la regulación Estado por Estado para el caso de Estados Unidos

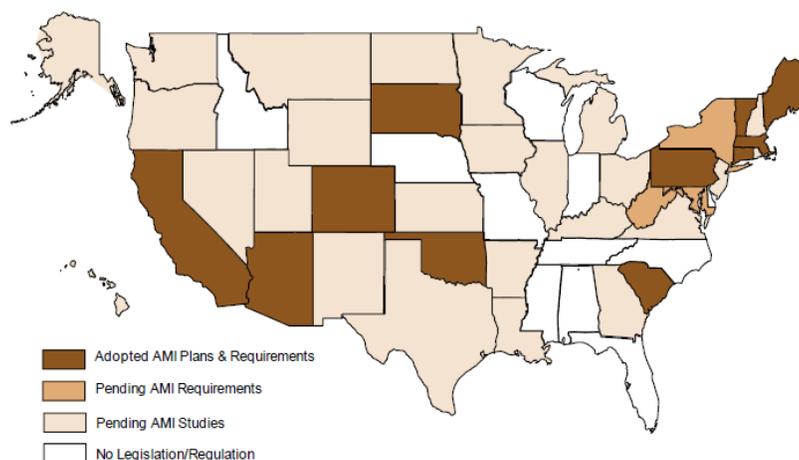


Ilustración 34 Legislación y Regulación de Medidores Avanzados (smart metering)

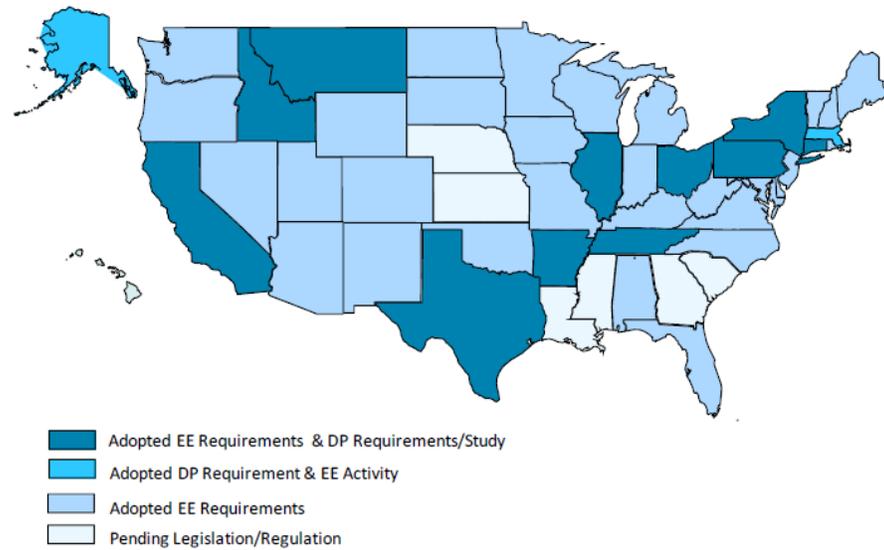


Ilustración 35 Legislación y Regulación sobre Respuesta a la Demanda

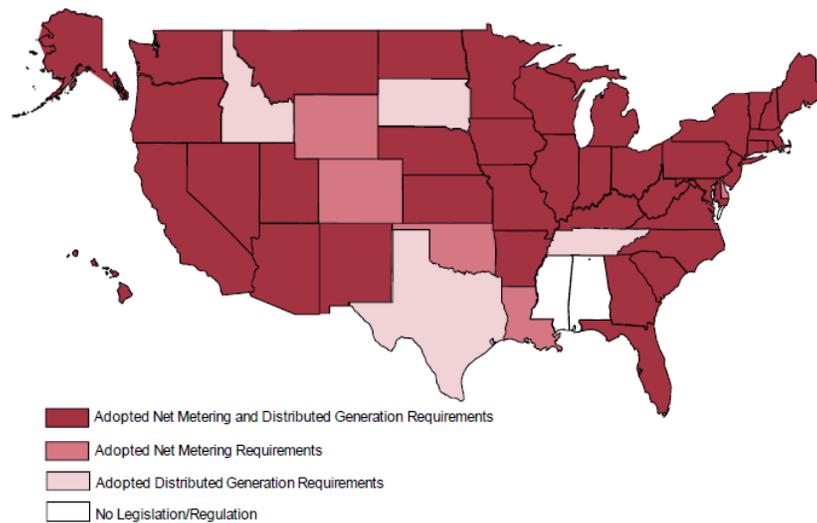


Ilustración 36 Legislación y regulación sobre medición neta y generación distribuida

Fuente: Smart Grid Legislative and Regulatory Proceedings, November 15, 2011

El abordaje de las cuestiones regulatorias – visión europea (Berg Insight, 2014)

Los gobiernos y las autoridades del mercado de la energía de todo el mundo están en el proceso de creación de marcos regulatorios para la medición inteligente en sus respectivos países. Hay muchos ejemplos de implementaciones de regulación

impulsadas a nivel nacional en Europa, o a nivel de estado en América del Norte y Australia. Todos los reguladores se enfrentan a problemas similares, pero las diferentes características del mercado en varios países los hacen llegar a respuestas diversas. Un tema central ha sido el análisis de rentabilidad económica. Muchas investigaciones públicas han tenido dificultades para justificar los despliegues a gran escala de los contadores inteligentes desde un punto de vista económico.

En cambio, el enfoque se ha desplazado hacia el aspecto del medio ambiente con el ahorro de energía y facilitar el cambio a fuentes de energía renovables como los principales beneficios. Los reguladores están llegando a un consenso de que es necesario hacer inversiones en los contadores inteligentes para garantizar la seguridad del suministro como parte de la transición a un sistema energético sostenible. A lo sumo, se cree que las ganancias de eficiencia equilibrarán las inversiones para lograr la neutralidad de los costos. Dado que los beneficios se distribuyen de forma desigual entre las partes interesadas, es ampliamente aceptado que a los proveedores de los servicios públicos se les debe permitir ajustar sus tarifas de red, reguladas para financiar parte de sus inversiones en los medidores inteligentes. Estos problemas son más complejos en los mercados liberalizados y más fáciles de tratar si una empresa de servicios públicos integrada es la responsable de toda la cadena de valor.

En Europa la mayoría de los países miembros poseen regulación respecto de smart metering.

De la muestra considerada, 21 países poseen un mercado regulado, mientras que solo 2 son realizados en escenarios de mercados competitivos.



Ilustración 37 Europa – Mercado competitivo vs regulado

La estrategia de despliegue en la mayoría de los países europeos ha sido basada en regulación donde tanto la decisión de un despliegue como la forma en que se debe realizar ha sido mandatorio. Otras opciones son la definición como mandatorio del despliegue, pero sin especificar cómo debe ser el roll-out en cuanto a exigencias de tiempos y cantidades de smart meters, y también la forma voluntaria sin una exigencia regulatoria en cuanto a la forma del despliegue.

Modelos para la introducción de contadores inteligentes

Cuando se define un modelo para la introducción de la medición inteligente en un país, el regulador debe tener en cuenta la estructura del sector y las características del mercado. En los países con uno de los jugadores controlados por el estado dominante en la industria eléctrica, la solución más sencilla consiste en dar a esta entidad la tarea de implementar la nueva tecnología. La legislación, obligando a la implementación de medidores inteligentes, funciona bien como un catalizador para las inversiones en los mercados fragmentados con un elevado número de empresas de servicios públicos, aun cuando operen en los territorios separados.

La situación de la regulación más compleja surge en mercados en los que la medición se ha desagregado de las operaciones de la red. Potencialmente allí entonces puede haber hasta seis diferentes actores involucrados en la medición en un sitio del cliente - por ejemplo, el operador de la red, el proveedor y el operador de medición de electricidad y el de gas, respectivamente. Añadiendo a esto la capacidad del cliente final a cambiar de operador en cualquier momento, los incentivos para cualquier jugador de invertir en la medición se reducen a cero. Como no hay evidencia que sugiera que los clientes finales estén dispuestos a pagar una prima por la mejora de los servicios de lectura en un mercado abierto, la única manera de lograr la penetración del mercado de masas para los contadores inteligentes en estos casos es reformar aún más el mercado. Las reformas deben dirigirse a crear una estructura común para el mercado de la medición, lo que garantiza la plena interoperabilidad de los medidores, plataformas de comunicación abiertas y el libre flujo de información.

El regulador debe tener un papel muy activo, trabajando en conjunto con la industria para definir los marcos universalmente aceptados, normas y especificaciones para la medición inteligente, un proceso que inevitablemente necesita mucho tiempo para completarse.

Normas y Directrices

La cuestión de la normalización es un tema recurrente cuando los reguladores abordan la medición inteligente.

En primer lugar, no hay necesidad fundamental para especificar lo que los nuevos sistemas deben ser capaces de hacer. En segundo lugar, hay una preocupación generalizada de que la ausencia de normas resultará en un mercado fragmentado y de altos costos. Sin embargo, las normas tardan tiempo en desarrollarse y son difíciles de poner en práctica, sobre todo a nivel internacional. Además, es difícil llegar a un acuerdo sobre qué es exactamente lo que deben cubrir. De hecho, las normas son ampliamente utilizadas en todo tipo de soluciones técnicas, pero en la mayoría de los casos no son exclusivas para la medición. Las especificaciones funcionales de alto nivel para los sistemas de medición inteligentes son una muy buena alternativa a las normas. Con este enfoque, los reguladores pueden lograr un despliegue rápido y aumentar la competencia entre los proveedores que ofrecen diferentes tipos de soluciones. También hay un riesgo de que se pierda la normativa sobre aspectos importantes que aún no han sido identificados por la industria.

Sin embargo, los esfuerzos nacionales de normalización pueden ser útiles en grandes países con un elevado número de participantes en el mercado. En los casos en que el mercado de la medición esté abierto a la competencia también es aconsejable disponer de una regulación más detallada de los protocolos entre otras cosas.

Cuando se trata de la elaboración de normas internacionales para la medición inteligente, la UE desempeña un papel clave. La UE promueve y facilita la introducción de contadores inteligentes y otras tecnologías inteligentes de energía a través de la legislación y las recomendaciones a los estados miembros. Varias directivas de la UE tienen disposiciones para la introducción de contadores inteligentes y tales recomendaciones han surgido de cómo los estados miembros deben hacer los preparativos para los despliegues. La legislación incluye mandatos de normalización para garantizar la disponibilidad de las normas europeas o internacionales adecuadas que cubran lo que los estados miembros pueden querer hacer en el área de la energía inteligente. Hasta ahora tres mandatos de normalización de energía inteligentes se han emitido para los contadores inteligentes (M / 441), carga de vehículos eléctricos (M / 468) y las redes inteligentes (M / 490).

Recomendaciones de la Comunidad Europea (CE) para el despliegue de contadores inteligentes

La Comisión Europea ha publicado una recomendación con orientaciones sobre un conjunto de requisitos funcionales mínimos comunes para la medición inteligente de electricidad. El objetivo de la recomendación es proporcionar una base común para el análisis de costo-beneficio y de inversión, así como las iniciativas de normalización con las definiciones europeas de referencia. También debe proporcionar orientación sobre disposiciones para garantizar beneficios para el consumidor y contribuir al aumento de la eficiencia energética. De acuerdo con la recomendación, cada sistema de medición inteligente en Europa debe ofrecer al menos todas las funcionalidades que figuran a continuación.

- Para los clientes - Proporcionar las lecturas del medidor directamente al cliente y un tercero designado para las lecturas de consumo y actualizar la frecuencia suficiente para permitir que la información pueda ser utilizada para lograr el ahorro de energía.
- Para los operadores de medición - Permitir lecturas remotas de los medidores por el operador, proporcionar una comunicación bidireccional entre el sistema de medición inteligente y redes externas, para el mantenimiento y el control, y permitir lecturas con la frecuencia suficiente para utilizarse en la planificación de redes.
- Para los aspectos comerciales de suministro de energía – soportar sistemas avanzados de tarificación (tiempo de uso, por ejemplo) y permitir la conexión, desconexión o limitación del suministro de energía en forma remota.
- Para mayor seguridad y protección de datos - habilitar la detección y prevención del fraude y proporcionar comunicaciones de datos seguras.
- Para la generación distribuida – soportar la medición neta para permitir la micro-generación de energía local y renovable.

Mandato M/441

El objetivo general del mandato M / 441 es asegurar las normas europeas que permitan la interoperabilidad de los medidores de servicios públicos, los cuales pueden mejorar los medios por los que el conocimiento del cliente del consumo real puede ser elevado con el fin de permitir la adaptación oportuna a sus demandas. Las normas desarrolladas bajo el mandato deben abarcar toda la infraestructura de medición avanzada; permitir soluciones totalmente integradas, modulares y de varias partes; utilizar la arquitectura que sea escalable y adaptable a futuros medios de comunicación y permitir el

intercambio de datos en forma segura. El objetivo es crear una caja de herramientas abierta y neutral para facilitar los despliegues de medición inteligente y promover la competencia. Por lo tanto, las normas desarrolladas bajo el mandato M/441 no será obligatoria ni impondrá soluciones idénticas en todos los proyectos de medición inteligente en los estados miembros. Tampoco son éstas las mejores soluciones prácticas o recomendaciones, se reconoce además que cada estado miembro tendrá sus propias prioridades y análisis costo-beneficio, dando lugar a diferentes soluciones.

El mandato M/441 estaba dirigido a los organismos europeos de normalización CEN, CENELEC y ETSI en marzo de 2009. Junto con las partes interesadas pertinentes que establecieron el Grupo de Coordinación de Medición Inteligente (SM-CG). El grupo de trabajo emitió su primer documento estratégico a finales de 2009, seguido de un informe técnico sobre las comunicaciones en los sistemas de medición inteligente en septiembre de 2011. Sobre la base de los resultados del informe, los comités técnicos han desarrollado programas de trabajo que se centran en la entrega de estándares relacionados con M/441.

Cuestiones de derechos individuales

Hay varias cuestiones relacionadas con los derechos individuales que tienden a aparecer cuando la medición inteligente es discutida por los legisladores. Algunos de ellos están a favor de la tecnología, mientras que otros están en contra y la importancia de que se convierta en debate público varía de un país a otro. Los medidores inteligentes son claramente ventajosos desde la perspectiva de los derechos de los consumidores, ya que hacen que sean más fácil de entender los costos y la influencia de la energía. La liberalización de los mercados energéticos en muchos casos ha propagado la confusión y minaron la confianza en la industria hasta el punto de que una mayor transparencia es muy necesaria.

La medición inteligente a más largo plazo también puede ser vista como un avance en el derecho de las personas a participar en el mercado de la energía a través de la generación a pequeña escala. Este concepto responde perfectamente a los pensamientos ideológicos acerca de romper el predominio de las grandes empresas en la economía.

La principal crítica de los contadores inteligentes es que invaden la privacidad. Existe el temor de que los datos de consumo de energía individuales detallados sean utilizados de forma incorrecta con fines de vigilancia. Estas preocupaciones no se limitan simplemente a la medición, sino que se aplican a prácticamente todos los campos de actividad en la

que se registra y almacena información personal. Una de las demandas que se han presentado en los debates es que la instalación de contadores inteligentes debe ser voluntaria. La medida en que la gente realmente ejerce este derecho, sin embargo, no está claro, ya que hasta ahora no ha sido puesto a prueba.

6.6 EJEMPLOS DE ROLL-OUT DE SMART METERS

A continuación, se muestran diferentes historias sobre despliegues de smart metering. Estas historias ponen de relieve las controversias, tensiones y complejidades sociales del cambio sociotécnico.

Muy a menudo, el despliegue de medidores inteligentes en los Estados Unidos se ha iniciado y ejecutado por las empresas eléctricas en su intento de integrar las nuevas estrategias de supervisión y de gestión en respuesta a diferentes presiones, tales como el aumento de la fiabilidad y la eficiencia del sistema, o permitir recursos energéticos renovables más distribuidos en el sistema. Mientras que las compañías eléctricas han instalado con éxito contadores inteligentes en millones de hogares y comunidades en todo los EE. UU., Canadá, Europa y otras partes del mundo, estas instalaciones han incitado en algunos lugares a luchas de poder entre las empresas de los servicios públicos y grupos de ciudadanos interesados. Las preocupaciones públicas relacionadas con la privacidad, la salud, la seguridad y los costos han dado lugar a la resistencia que ha demorado o detenido algunos proyectos.

En los últimos 15 años, los medidores inteligentes se han desplegado en todo el mundo. Entre los primeros líderes en instalaciones de medidores inteligentes están Enel en Italia y Ontario Hydro en Canadá; estas empresas de servicios públicos alcanzaron un amplio despliegue en sus jurisdicciones para el año 2005 y 2010, respectivamente. Muchas de las primeras implementaciones fueron apoyadas por fondos del gobierno.

En los EEUU, por ejemplo, la Ley de Recuperación y Reinversión Americana 2009 (ARRA) invierte los fondos del gobierno para la innovación energética, incluyendo \$ 4.5 mil millones para invertir en los avances en la red inteligente (DOE 2010). Como un paquete de estímulo económico, se exigió a estos fondos ARRA que sean utilizados rápidamente para alentar la recuperación económica a corto plazo y el empleo, por lo que entre las muchas tecnologías diferentes asociadas con la red inteligente, los medidores inteligentes eran atractivos rápidos de incluir y fue la tecnología disponible inmediatamente. Algunos proyectos han sido criticados por haber sido implementados a toda prisa. En retrospectiva, algunos especulan que este despliegue acelerado puede haber dado lugar involuntariamente a las respuestas negativas de algunas comunidades,

donde las empresas de servicios públicos dieron tiempo o atención insuficiente a los residentes a participar y hacer frente a sus preocupaciones.

El número total de contadores inteligentes instalados ha aumentado constantemente en todo el mundo, con América del Norte a la cabeza con el porcentaje más alto de penetración global (es decir, el porcentaje de medidores totales de electricidad que son contadores inteligentes). A finales de 2013, al menos el 25% de todos los contadores de electricidad en EE. UU. y el 22% en Europa eran contadores inteligentes (Berg Insight 2014).

En los EE. UU., un total de 46 millones de contadores inteligentes ya se habían instalado en julio de 2013, y se estima que 65 millones de contadores inteligentes se habrán instalado en todo el país para el año 2015 (FERC 2013). Algunos estados, como Texas y Maine, tienen altos niveles de implementación de medidores inteligentes, mientras que otros como Montana y Louisiana tienen una penetración mínima (figura siguiente). La variación regional en la implementación de medidores inteligentes refleja la heterogeneidad del paisaje energético de EEUU, y la renuencia de algunas Comisiones de Servicios Públicos (PUC) o Utilities (Empresas de servicios públicos) para dedicarse a proyectos de medición inteligente.

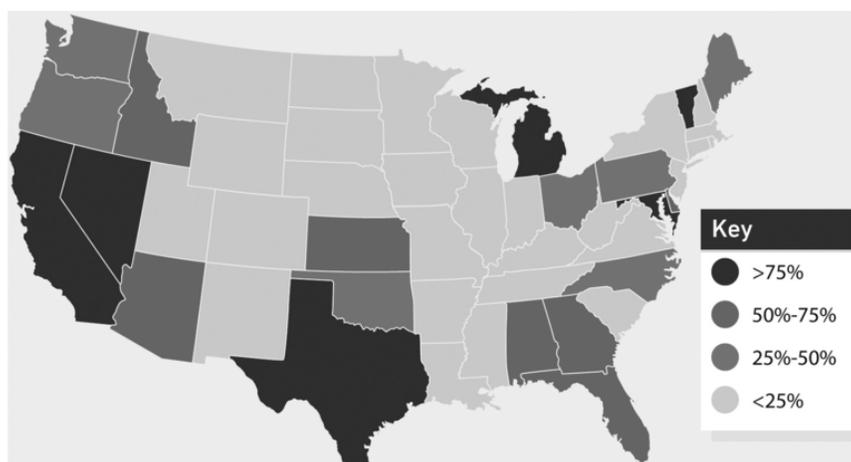


Ilustración 38 Smart Meters estimados final 2014. Source: Greentech Media 2014

En la siguiente tabla, se muestra el estado de los despliegues de smart metering en Europa (Smart Grid (R)Evolution, Electric Power Struggles, 2015)

País	Fecha de inicio	Estado (al 2015)
------	-----------------	------------------

Italia	2000	Completo
Suiza	2003	Completo
Finlandia	2009	Completo
Malta	2010	Completo
España	2011	En progreso
Austria	2012	En progreso
Polonia	2012	En progreso
Irlanda	2012	En progreso
Estonia	2013	En progreso
Francia	2013	En progreso
Rumania	2013	En progreso
Noruega	2014	En progreso
Gran Bretaña	2014	En progreso
Holanda	2014	En progreso
Dinamarca	N/D	En negociación
Luxemburgo	N/D	En negociación

Tabla 10 Despliegues de smart metering en europea

A continuación, se describen algunos proyectos de instalación de medidores inteligentes en comunidades específicas, entre ellas dos regiones de los Estados Unidos (California y Massachusetts) y un país de Europa (Alemania). Estas historias de despliegue de medidores inteligentes incluyen testimonios de satisfacción, aprecio, desconfianza, frustración, destacando las diferentes perspectivas y prioridades que los consumidores y las empresas de servicios públicos tienen con respecto a los medidores inteligentes. Aunque la mayoría de los consumidores pueden no tener opinión particularmente fuerte entre sí sobre tecnología de medición inteligente, hay personas en ambos extremos de un espectro con profundo escepticismo negativo en un extremo y apasionada emoción positiva en el otro extremo.

Organizaciones de base que se oponen a los contadores inteligentes, se han coordinado a través de múltiples mecanismos. En los Estados Unidos, ¡un grupo llamado “Stop Smart Meters!” ha surgido para proporcionar apoyo coordinado e intercambio de conocimientos a los esfuerzos locales de oposición (Stopsmartmeters.org, 2014). La oposición a los medidores inteligentes ha dado lugar a algunas alianzas inusuales e impredecibles. Tanto los conservadores miembros del “Tea Party” como los miembros de movimiento liberal Occupy se han involucrado en las campañas de “Stop Smart Meters!”.

A medida que las tecnologías de medición inteligente están evolucionando rápidamente, manteniendo la flexibilidad y la capacidad de adaptación futura a las inversiones en tecnología, se plantea un desafío persistente para los proveedores de servicios públicos, reguladores y clientes.

Las empresas de servicios públicos (Utilities) no se han caracterizado por ser innovadoras y proclives a adoptar tecnologías nuevas de forma rápida. Pero con los medidores inteligentes, existen posibilidades de mejoras tecnológicas frecuentes, tanto de hardware como de software. Esto crea un reto importante para la inversión.

Si una empresa de servicios públicos invierte en un diseño del medidor en un año, le será difícil explicar a sus clientes por qué deberían cambiar a un medidor diferente en un futuro próximo. Otro de los desafíos relacionados con el rápido ritmo de cambio tecnológico es la compatibilidad; es posible que los medidores de primera generación no sean compatibles con los medidores de segunda generación si las nuevas funcionalidades incorporan estándares de la industria que no son acordados. Esto plantea cuestiones de normas y estándares. ¿Cómo será gestionada la interoperabilidad de los componentes del sistema? Debería ser mandatorio un tipo y modelo específico de medidor inteligente, y si es así, ¿Por quién?

Despliegue de Smart Metering en California

Dentro de los Estados Unidos, el estado de California tiene quizás la historia más larga y más complicada de despliegues de medición inteligente. California es un líder ambiental, conocido por el avance de las innovaciones para la mejora del medio ambiente de manera más agresiva que otras jurisdicciones de los Estados Unidos. Dentro de este contexto, los reguladores de energía de California fueron los primeros en aprobar la iniciativa de medición inteligente de una empresa eléctrica, en 2006, con el programa de reconversión de medidores de la Northern California's Pacific Gas and Electric (PG & E).

La fase inicial de este programa consideraba el reequipamiento de medidores convencionales de gas y electricidad con dispositivos de comunicación que permitan la supervisión del consumo por hora y los mecanismos de fijación de precios variables. En respuesta a la rápida evolución de la tecnología de medición inteligente, PG&E fue un éxito en la modificación de su programa de reconfiguración de medidores propuesta en 2009 para la instalación de nuevos medidores reemplazando los medidores analógicos tradicionales (PG&E 2009).

Sin embargo, el lanzamiento inicial estuvo plagado de problemas. A medida que se implementó este programa, algunos clientes comenzaron a experimentar picos de precios en sus cuentas, y acusaron a PG&E de engañarlos. Los clientes de PG&E se enojaron; y la oposición creció rápidamente a partir de estas experiencias negativas y obligó a PG&E a adaptarse e instituir como alternativa el opt-out de los medidores.

Durante este tiempo surgieron quejas adicionales acerca de PG&E de no cumplir con solicitudes de exclusión de medidores inteligentes de los clientes, lo que exacerbó la desconfianza del cliente y la frustración con PG&E. Así que muchos clientes estaban molestos lo que motivó que la Comisión de Servicios Públicos de California llevara a cabo una investigación sobre la exactitud de las lecturas de los contadores inteligentes. Los errores y preocupaciones acerca de las señales, la sobrecarga, y efectos en la salud de la instalación dieron como resultado que docenas de ciudades y condados de California hayan adoptado ordenanzas para detener instalaciones de medidores inteligentes (Stopsmartmeters.org, 2014). Esto ha servido como una fuerte advertencia a otros proveedores de servicios públicos interesados en la implementación de medidores inteligentes y han destacado que los contadores inteligentes no eran un cambio tecnológico simple.

Para vencer la resistencia inicial a causa de la problemática del despliegue de medidores inteligentes, PG&E ha modificado su enfoque de servicio al cliente al incluir la opción de exclusión y también para ser más interactivo y sensible a las preocupaciones de los clientes. Otras empresas de servicios públicos de California también han aprendido mucho de la experiencia de PG&E. Por ejemplo, el proyecto Smart Sacramento desarrollado por el Departamento de Servicios Públicos Municipales de Sacramento (SMUD) se considera en el sector como de "mejores prácticas". SMUD trabajó para educar y atraer a los clientes desde el principio en su programa de medidores inteligentes; utilizando una combinación de nuevas estrategias de comunicación y mensajería en un esfuerzo para ayudar a los clientes a comprender los beneficios tangibles para ellos de tener un medidor inteligente.

SMUD invirtió en la realización de "pruebas de aceptación" de la información que se iba a difundir, así como sus servicios al cliente (Durand 2014). La mensajería centrada en "mejor servicio" y "un mayor control sobre las facturas de electricidad" y un equipo de empleados de la empresa trabajó duro para mantener una comunicación intensa y eficaz con una amplia gama de partes interesadas, incluyendo a los clientes de SMUD, sus empleados, funcionarios electos y los medios de comunicación.

Antes que la instalación haya comenzado, SMUD ya había llevado a cabo una amplia comunicación, incluida la divulgación en cinco idiomas diferentes, que se mantuvo antes, durante y después de la instalación de medidores. En esta comunicación, SMUD daba prioridad a la transparencia; esto incluía el suministro de información no sólo sobre el éxito de su despliegue de medidores inteligentes, sino también sobre los retos (Durand 2014). SMUD ha convertido en un ejemplo "best-practice" de cómo gestionar con eficacia las expectativas, desarrollar un plan de compromiso basado en la comunidad, y mantener relaciones positivas con los clientes a través de la comunicación con las partes interesadas internas y externas.

Además de SMUD, San Diego Gas & Electric (SDG&E) aprendió de los retos que PG&E enfrentó durante su pronta implementación de redes inteligentes, por lo que diseñaron una estrategia para la comunicación con sus clientes que fue secuenciado para proporcionar información y sensibilización noventa, sesenta, y treinta días antes de la instalación. Con este plan de SDG&E fue capaz de establecer expectativas claras entre sus clientes, lo que resultó en muy pocas quejas o preocupaciones. Entre los 2,3 millones de instalaciones de medidores de SDG&E sólo se recibieron cerca de 1200 quejas (aproximadamente 0,16 por ciento), lo cual es menos que otros programas (SGCC 2013). SDG&E también lleva a cabo concursos, ofreciendo a los clientes premios para promover medidas de conservación de energía y el compromiso en el uso de sus nuevos contadores inteligentes para reducir su factura de electricidad.

La implementación de medidores inteligentes por Southern California Edison (SCE), la tercer mayor empresa de servicios públicos en California, de manera similar demuestra el aprendizaje de los retos anteriores de PG&E para atraer a los clientes y reducir la oposición y resistencia. SCE utiliza muchas herramientas de comunicación diferentes, incluyendo sitios web, eventos comunitarios, anuncios de televisión y radio que, según afirma, dio como resultado una tasa de satisfacción inicial de 85% en su proceso de instalación de medidores inteligentes (SGCC 2013).

A pesar de estas innovadoras herramientas de comunicación aplicadas, el nivel y el alcance de la oposición a los contadores inteligentes en California ha sido, y sigue siendo fuerte. Las respuestas de los gobiernos locales a estas preocupaciones han

incluido intentos de hacer que los contadores inteligentes sean ilegales en cuatro condados, nueve ciudades, y una comunidad tribal, y resoluciones para detener la instalación del medidor en más de 32 ciudades (Hess y Coley 2012). Estos intentos han sido en gran parte por acción simbólica, ya que estas entidades gubernamentales no tienen jurisdicción para aplicar o ejecutar una prohibición de contadores inteligentes. Estas acciones locales lograron, sin embargo, motivar a la Comisión de Servicios Públicos del estado en hacer obligatorio que las empresas tengan que proporcionar una opción de no participación; empresas de servicios públicos tuvieron que ofrecer a los clientes la elección de un medidor analógico, el cual tuvo un costo adicional al cliente para cubrir los gastos de la no instalación de un medidor inteligente.

A medida que tratamos de comprender las controversias en torno a los programas de medición inteligente de California, es importante señalar que PG&E fue de las primeras empresas de servicios públicos en los Estados Unidos al asumir un despliegue masivo y ambicioso de su programa de medidores inteligentes. A diferencia de otros programas de despliegue de medidores inteligentes, donde una estrategia piloto cuidadosamente planeada se ha desarrollado y puesto en práctica, el primer intento de PG&E incluye el reconocimiento del potencial de la preocupación pública, la desconfianza y la oposición. Al reflexionar sobre la experiencia temprana de PG&E, Jim Meadows, el director del programa inteligente del consumo eléctrico de PG&E, ha señalado que "en un principio, la gente veía a la implementación de redes inteligentes y el despliegue de contadores inteligentes como un cambio puramente técnico. En realidad, evolucionar hacia una red inteligente es una transición muy importante que requiere el diálogo y la educación entre la empresa de servicios públicos y los clientes "(Mitchell, 2012).

Un programa piloto de Smart Meter en Massachusetts

Fuera de California, los programas de despliegue de medidores inteligentes se han enfrentado al mismo tipo de oposición. Sin embargo, los servicios públicos en algunos otros estados también han aprendido de las dificultades de PG&E, y han diseñado programas piloto de medidores inteligentes cuidadosamente planificados. En lugar de intentar una implementación rápida y generalizada de los medidores inteligentes en todas las ciudades o regiones enteras, estos proyectos pilotos son más lentos y han integrado mecanismos de aprendizaje. Las empresas de servicios públicos han implementado previamente programas pilotos de eficiencia energética, y ahora tienen programas pilotos de redes inteligentes en curso. Los detalles de estos programas de medición inteligente demuestran tanto las oportunidades como los desafíos de la implementación de medidores inteligentes, y ponen de relieve los nuevos tipos de

iniciativas de servicios públicos que demandan tiempo, recursos y participación de la comunidad y que requieren actividades nuevas e innovadoras para los servicios públicos.

Un ejemplo interesante de un programa piloto de redes inteligentes es el proyecto piloto de National Grid "Smart Energy Solutions" en la ciudad de Worcester, en Massachusetts Central. Este programa es único, ya que se centra en una población mixta socioeconómica; 15000 contadores inteligentes se han desplegado por toda la ciudad postindustrial de Worcester. Este proyecto fue desarrollado originalmente en respuesta a la legislación de Massachusetts, la Ley de comunidades verdes, que requiere que cada compañía importante de distribución de energía eléctrica que opera en el estado debe coordinar un programa piloto de redes inteligentes para apoyar los esfuerzos de modernización de la red del Estado. National Grid es una empresa internacional que suministra electricidad en Massachusetts, Nueva York y Rhode Island; posee más de 4.000 megavatios de producción de energía eléctrica contratada; y es la mayor distribuidora de gas natural en la región noreste de los Estados Unidos (Worcester 2012). Uno de los principales objetivos de las exigencias de Massachusetts fue que los programas pilotos de redes inteligentes demuestren los contadores inteligentes avanzados, pricing por tiempo de uso (TOU), y al menos una reducción del 5 por ciento de la demanda pico (MA DPU 2012).

National Grid seleccionó la ciudad central de Massachusetts Worcester (con una población estimada en 181.000 en 2012) para su proyecto piloto, y presentó su propuesta de programa piloto original con el Departamento de Servicios Públicos de Massachusetts (DPU) en abril de 2009. Worcester fue seleccionada para este programa piloto por varias razones. En primer lugar, la ciudad tiene una población diversa, lo que ayudará a National Grid a aprender acerca de los medidores inteligentes y sobre los precios dinámicos para una amplia variedad de clientes. En segundo lugar, la red de distribución de National Grid en Worcester es representativa de los sistemas de distribución aéreos y subterráneos en todo el territorio de servicio de la compañía. En tercer lugar, la ciudad tiene un número de sitios de los proyectos existentes de generación distribuida y las estaciones de carga para vehículos eléctricos, lo que permitirá a la empresa estudiar cómo afectan estos recursos a las condiciones de funcionamiento de la red. En cuarto lugar, en Worcester se dispone de varios colegios y universidades, lo que permitirá a National Grid ofrecer a los estudiantes la experiencia en las industrias de energía renovable y de red inteligente (MA DPU 2012).

La DPU estatal aprobó condicionalmente los elementos del programa piloto en 2009, pero le pide a National Grid la realización de modificaciones a sus sistemas de tecnología de la información; a la comercialización, la educación, y el plan de divulgación; y a sus planes de evaluación.

El proyecto de Worcester está diseñado para atraer a los clientes residenciales y comerciales en un programa de pricing dinámico utilizando medidores inteligentes y, en el hogar, tecnologías de administración de la energía. El piloto también tiene componentes de red cuyo objetivo es gestionar mejor la red de distribución, incluido el despliegue de la automatización y control de la distribución anticipada, las tecnologías de monitorización del sistema de distribución automatizado, y los dispositivos de localización de fallas.

El programa piloto de Worcester es un programa opt-out (opcional de salida), lo que significa que los contadores inteligentes serán instalados en los hogares de los participantes en el piloto a menos que haya solicitudes de los clientes para no estar involucrados. Para los clientes que participan, se han instalado medidores inteligentes y el programa piloto de dos años comenzó oficialmente en la primavera de 2014. El piloto incluye la evaluación en cambio de comportamiento en cuatro categorías de hogares: (1) los hogares con sólo el medidor inteligente fuera-del-hogar con acceso basado en web para el seguimiento, (2) las familias que también tienen una pantalla en el hogar, (3) los hogares con calefacción automática, ventilación y aire acondicionado (HVAC) controles (sin visualización en el hogar), y (4) hogares con pantalla en el hogar y otros controles avanzados, incluyendo termostato automático y sistema de climatización.

Este programa piloto de Worcester consiste en una inversión de USD 44 millones, la más grande de su tipo en Massachusetts; ha atraído cierta controversia local y la organización "StopSmartMeters!" ha estado activa en la ciudad. Algunos de los implicados en la oposición a los contadores inteligentes en Worcester no son residentes de la ciudad, pero con pasión se comprometen y proporcionan apoyo a la oposición local. Ciudadanos preocupados por los riesgos para la salud de las tecnologías inalámbricas han acudido a Worcester a fin de incentivar un movimiento de oposición (Wright 2013). En primavera de 2014 un subcomité del Consejo de la Ciudad de Worcester votó instruir a National Grid a posponer su proyecto piloto hasta que se sepa más acerca de los riesgos de estos contadores inteligentes.

Implementación de medidores inteligentes en Alemania

La historia de la implementación de medidores inteligentes en Alemania ofrece algunas lecciones importantes y destacadas relacionadas con las posibles desventajas de un despliegue amplio de cualquier tecnología específica. En lugar de aceptar y trabajar hacia el cumplimiento de la Directiva de Energía de la UE, que requiere que el 80 por ciento de los hogares europeos tengan contadores inteligentes en 2020, Alemania ha desarrollado un enfoque más gradual y selectivo para la instalación de contadores

inteligentes, con un enfoque en el despliegue en edificios y hogares en los que el potencial de reducción de energía sea alto. El enfoque más selectivo de Alemania no fue bien recibido por la industria de los medidores inteligentes, que se ha beneficiado de los programas de despliegue de medidores inteligentes impulsados por la Directiva de Energía de la UE en los países en toda Europa. Sin embargo, el enfoque más sofisticado y matizado a la implementación de medidores inteligentes en Alemania representa un orden de prioridades diferentes en cuanto a nivel nacional para el cambio del sistema de energía.

La decisión de Alemania de no adoptar el mandato de despliegue de los medidores inteligentes en todo el país se justificaba con un informe de 2013 de costo-beneficio, donde llegaron a la conclusión de que en algunos casos los costos de implementación de medidores inteligentes superan los beneficios (Ernst & Young 2013). Este informe, elaborado por Ernst & Young en nombre del Ministerio Federal de Economía y Tecnología, se utilizó para explicar a la UE la decisión alemana de optar por su compromiso de cumplir con el requisito de la implementación del 80 por ciento de la Directiva de Energía de la UE para el año 2020. Este informe recomienda un programa de despliegue de medidores inteligentes más gradual y selectivo que se aprovecha de los ciclos de sustitución existentes para medidores y no requiere contadores inteligentes para los usuarios de electricidad con baja capacidad de reducir su consumo de energía. El caso pone de relieve una lucha recurrente entre el ideal y la realidad de los medidores inteligentes.

Un proyecto piloto de medidores inteligentes con el objeto de influenciar ha tenido lugar en la ciudad de Karlsruhe, donde la empresa municipal se ha asociado con una de las grandes empresas de servicios públicos a nivel nacional, Energía Baden.Württemberg AG, en un proyecto piloto de medidores inteligentes.

El servicio público local ha estado probando medidores inteligentes en un pequeño grupo de clientes a lo largo de los últimos años, pero esta asociación incluye planes para una instalación piloto de medidores inteligentes más grande. Una de las características únicas de este piloto es el deseo de integrar la medición de electricidad con gas, agua, y calor.

Para entender el enfoque cauteloso de Alemania respecto a los contadores inteligentes, es importante tener en cuenta la mayor transformación del sistema energético en curso en Alemania. Como parte de la Energiewende nacional, una política energética ha adoptado oficialmente la transición de los sistemas energéticos del país de los combustibles fósiles y nucleares, Alemania ha reforzado su papel de líder mundial en tecnologías de generación eléctrica renovable. Más que cualquier otro país, Alemania ha

invertido en el análisis social y técnico en relación con la facilitación de una transición del sistema energético. Una parte crítica de la aplicación de la Energiewende ha incluido inversiones a gran escala en energía solar fotovoltaica; Alemania llegó a más de 36 GW de capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en abril 2014. Este nivel de inversión ha sido motivo de controversia, en gran parte debido a los subsidios sustanciales solares vinculados a un enorme aumento en las tarifas eléctricas de los consumidores. En contraposición, relacionado con el nivel de las inversiones solares, ha dado lugar a una prudente reevaluación de todas las inversiones en sistemas de energía, incluidos los contadores inteligentes.

Es dentro de este contexto que se da, a resistencia de Alemania a comprometerse a un plan de despliegue de medidores inteligentes en todo el país, justificando cómo el estado adopta un plan más gradual para la implementación de medidores inteligentes. El Gobierno alemán afirma que la estrategia de despliegue inteligente de medidores inteligentes sea más selectiva, en lugar de ordenar que todos los hogares deban que tener un medidor inteligente para cierta fecha, es más probable que sea eficaz y tenga un mayor impacto. Esta estrategia selectiva incluye dar prioridad a la instalación de medidores inteligentes para ciertos tipos de usuarios de la energía, incluyendo aquellos que son usuarios energéticos extremadamente altos y los que utilizan el calor y electricidad.

El enfoque alemán refleja el valor de permitir que las tecnologías de redes inteligentes se desplieguen de forma selectiva en contextos en los que la tecnología tiene más sentido. Si un pequeño hogar con mínimo uso de la electricidad se ve obligado a instalar un medidor inteligente, y se hace evidente que el medidor no ofrece muchos beneficios, el hogar puede desarrollar una visión de frustración del potencial de contadores inteligentes y programas gubernamentales relacionados con la instalación de los medidores. La participación de la comunidad es positiva, y la del público es ampliamente reconocida en Alemania como fundamental para el éxito de las muchas estrategias de implementación asociadas con la Energiewende, por lo que el enfoque selectivo de Alemania para la implementación de medidores inteligentes también se ha visto influida por esta valoración de la dinámica social del cambio tecnológico.

7. ANÁLISIS DE ENCUESTAS A EXPERTOS EN DISTRIBUIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

A continuación, se describen los resultados de las encuestas a expertos de diferentes empresas de distribución de energía eléctrica. Los resultados mostrados tienen un carácter cualitativo más que cuantitativo.

7.1 RESPUESTAS DEL DOMINIO GENERAL Y/O SOCIAL

El dominio General y/o Social considera la respuesta a las siguientes seis preguntas:

Pregunta 1: ¿El Gobierno, o Estado, impulsa o genera incentivos para que las Distribuidoras de Energía Eléctrica (EE) adopten Smart Metering o Smart Grid (SM ó SG)?

La mayoría de los encuestados consideran que el gobierno, o estado, no está impulsando la adopción de SM o SG, o se está haciendo muy poco. Se está comenzando a fomentar la generación distribuida.

Algunos encuestados consideran que existen indicios que a mediano plazo se impulsarán proyectos de este tipo.

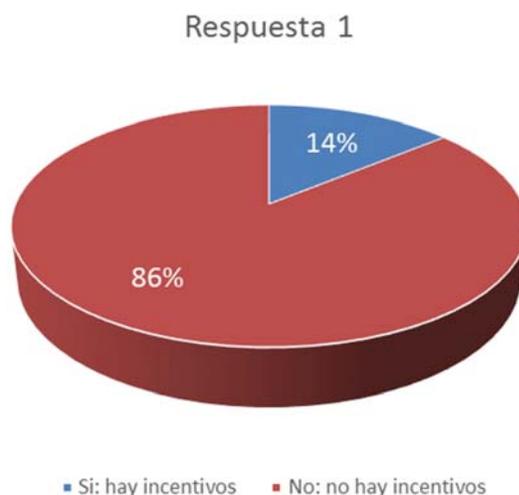


Ilustración 39 Incentivos del estado a la introducción de Smart Grid o Smart Meter

Pregunta 2: ¿Existe una decisión del Distribuidor de Energía Eléctrica sobre la adopción o evolución hacia Smart Grid o Smart Meter (SG/SM)?

No hay una tendencia marcada sobre quiénes ya se han decidido por adoptar smart metering y/o smart grid, respecto a quiénes aún no han decidido una evolución hacia estas nuevas tecnologías.

No obstante, de las distribuidoras que tienen decidido evolucionar hacia SM o SG, la mitad de ellas sostienen que han decidido evolucionar hacia smart metering y el otro 50% se han decidido por smart grid.



Ilustración 40 Hay decisión por parte del distribuidor de energía en adoptar SG o SM

Pregunta 3: ¿Cuándo tiene pensado el Distribuidor de Energía Eléctrica implementar SM o SM+SG?

De los expertos encuestados, la mayoría considera que es muy prematuro definir cuándo se tendrá desplegado smart metering, o smart metering y smart grid. Las razones son variadas, algunos aluden cuando la solución sea sustentable, antes deben definir el caso de negocio y lograr que sea positivo, y en cuánto tiempo, otros manifiestan que no se tiene una fecha tentativa y que depende fuertemente de los costos de la solución y/o de las decisiones políticas.

Asimismo, hay quienes manifiestan que se encuentran realizando proyectos prototipos, a fin de determinar las mejores prácticas a implementar a futuro cuando exista una tarifa acorde al costo operativo.

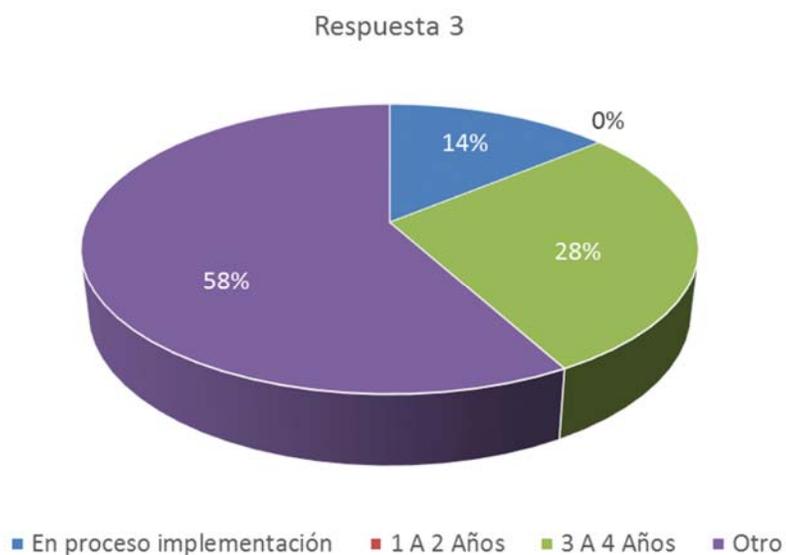


Ilustración 41 Momento de despliegue de SM o SM+SG

Pregunta 4: ¿Cuáles son los drivers para que un distribuidor de Energía Eléctrica adopte Smart Meter o Smart Grid?

La respuesta sobre los drivers que se interrogaron permite mostrar en el gráfico los siguientes resultados (ver tabla).

ítem	Valor (%)	Denominación
1	13%	Cuestiones regulatorias específicas a Smart Meter o Smart Grid.
2	6%	Otros Requerimientos regulatorios.
3	6%	Por necesidad de nuevos modelos de negocios, nuevos ingresos.
4	25%	Por razones económicas, eficiencias en costo.
5	25%	Por evolución tecnológica, innovación.
6	19%	Por eficiencias Operacionales, Reducción de OPEX

7	6%	Otro
---	----	------

Tabla 11 Drivers para la adopción de smart metering

Los principales drivers que han identificado los distribuidores de energía eléctrica y los expertos en el tema son:

- Por razones económicas, eficiencias en costo.
- Por evolución tecnológica, innovación.
- Por eficiencias Operacionales, Reducción de OPEX.
- Cuestiones regulatorias específicas a Smart Meter o Smart Grid.

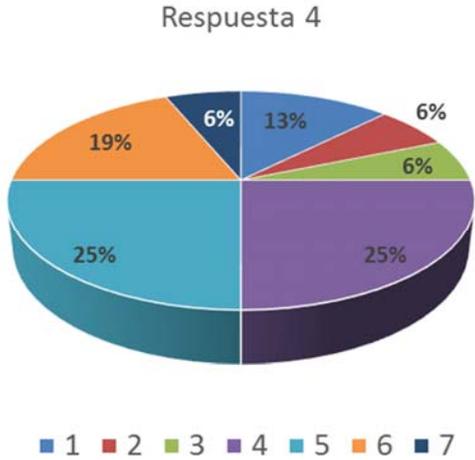


Ilustración 42 Razones para implementar SM / SG

Pregunta 5: ¿Cree que el usuario final aceptará el dispositivo Smart Meter en su casa?

La mayoría de los encuestados creen que los usuarios finales aceptarán sin problema un smart meter en su casa. Solo una mínima porción son los que opinan que los usuarios rechazarán los smart meters en sus hogares. El principal argumento de estos últimos es que los clientes rechazarán los smart meters por una cuestión cultural.



Ilustración 43 Grado de aceptación de los SM por los clientes

Pregunta 6: ¿Cuánto tiempo lleva implementar Smart Grid?

El tiempo estimado de una implementación de smart grid en los distribuidores es muy variado. Hay consenso entre los encuestados que es un proceso largo. Algunos consideran que una primera fase les demandará aproximadamente unos 3 años, mientras que para el despliegue total demandará entre 10 y 15 años. Otros sostienen un periodo entre 5 a 8 años.

Pregunta 7: ¿Cuánto tiempo lleva implementar Smart Meter?

Similar a la pregunta anterior, el tiempo estimado de una implementación de smart meter en los distribuidores es muy variado. Hay consenso entre los encuestados que es un proceso largo. Algunos consideran que una primera fase les demandará aproximadamente 3 años, mientras que para el despliegue total demandará entre 10 y 15 años. Otros sostienen un período entre 5 a 8 años.

Agregan que realizar una prueba piloto, puede demandar unos 6 meses para poder tener una idea conceptual de lo que implica smart metering.

7.2 RESPUESTAS DEL DOMINIO REGULATORIO

Para el dominio regulatorio, la encuesta ha considerado las siguientes preguntas.

Pregunta 1: ¿Hay, o debería haber, regulación para Smart Meters ó Smart Grid + Smart Meter?

La mayoría de las respuestas consideran que debería haber regulación específica para smart metering y smart grid.

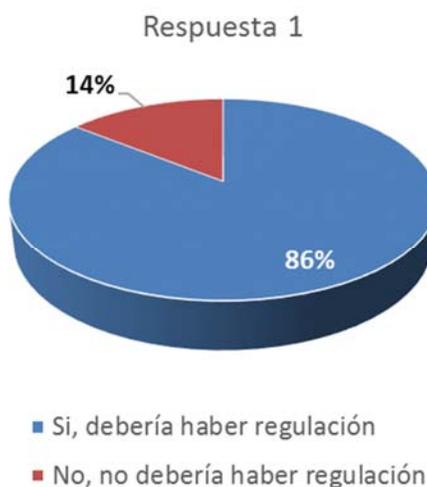


Ilustración 44 Debería haber regulación en SM y/o SG

Nota: La mayoría de los profesionales encuestados pertenece a cooperativas de servicios públicos, u organismos provinciales del estado.

Pregunta 2: ¿Debería ser una regulación específica o formar parte de una regulación más general?

La pregunta considera las siguientes opciones:

ítem	Valor (%)	Denominación
1	0%	Regulación específica para Smart Metering
2	0%	Regulación específica para Smart Grid
3	29%	Regulación específica que incluya Smart Meter y Smart Grid

4	71%	Que forme parte de una regulación más amplia & general
5	0%	No aplica regulación alguna

Tabla 12 Tipo de regulación SM

Pregunta 3: ¿La adopción o implementación de Smart Grid / Smart Meter debería ser exigida por regulación? (que obligue al Distribuidor y/o al Consumidor de Energía Eléctrica a adoptarla)

La mayoría de las respuestas se inclinan por la afirmación que la adopción de smart metering o smart grid debería ser exigida por regulación.

Una minoría se inclina porque la adopción sea una cuestión de costo / beneficio tanto para el distribuidor como para el usuario final.

Algunas de las razones que manifiestan quienes están a favor de la obligatoriedad de la adopción de smart metering y/o smart grid son las siguientes:

- Dar uniformidad a la operación de las redes y para que el mercado eléctrico la contemple en todo su conjunto.
- Porque los costos indirectamente los paga el consumidor.
- Es la forma de hacerlo masivo y la forma de asegurar el flujo de fondos.
- Es necesario dar marco jurídico para poder avanzar y dar garantías al proceso de implantación para todas las partes.
- Optimización de costos y mejora en la calidad de servicio y comercial.

7.3 RESPUESTAS DEL DOMINIO ECONÓMICO O NEGOCIOS

Las siguientes respuestas corresponden al dominio económico o de negocios.

Pregunta 1: ¿Existen incentivos por parte del Estado o Gobierno para desarrollar o implementar Smart Metering o Smart Grid más Smart Metering?

La mayoría de los encuestados sostiene que no hay una política de incentivos por parte del estado o el gobierno para desarrollar o implementar soluciones de smart metering o smart grid.

Una minoría sostiene que existen incentivos (o existieron en el pasado), y otros tantos sostienen que consideran que hay intención de la Secretaría de Energía Eléctrica del Ministerio de Energía y Minería en apoyar este tipo de soluciones.



Ilustración 45 Existen incentivos para desarrollar SM y/o SG

Pregunta 2: ¿Considera que la introducción de Smart Meters / Smart Grid + Smart Meter puede

- **¿Crear eficiencias operacionales (bajar el OPEX)?**
- **¿Generar nuevos modelos de negocios?**
- **¿Generar nuevos productos basados en energía e información obtenida de la red?**

Existe un consenso generalizado entre los encuestados que smart metering o smart metering y smart grid en forma conjunta pueden generar eficiencias operacionales y permitir nuevos modelos de negocios y servicios basados en la disponibilidad y uso de la información por parte del distribuidor de energía eléctrica a partir de los Smart Meters.

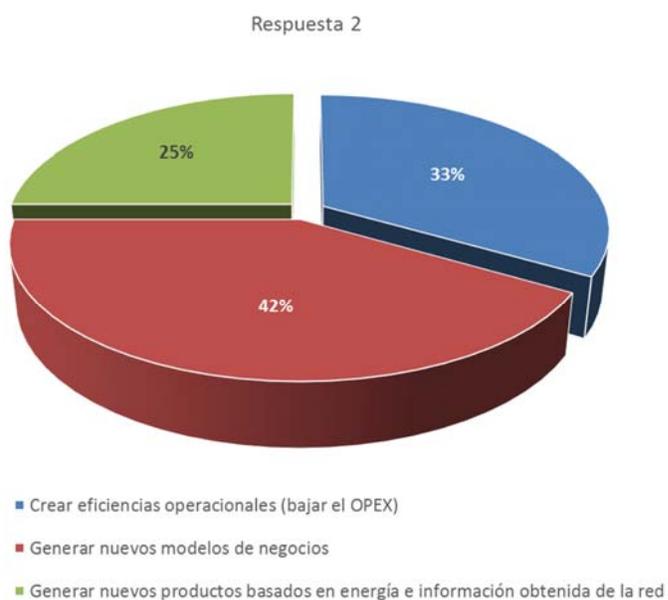


Ilustración 46 Opciones a partir de los Smart Meters y/o Smart Grid

Pregunta 3: ¿Quién o Quienes deberían asumir los costos de implementación de Smart Meter?

- **El Estado [E]**
- **El Distribuidor [D]**
- **El Usuario [U]**
- **Una combinación de los anteriores**

La mayoría de los expertos sostienen que el costo de la implementación de smart metering debería ser asumido tanto por el estado como por el distribuidor y el usuario final.

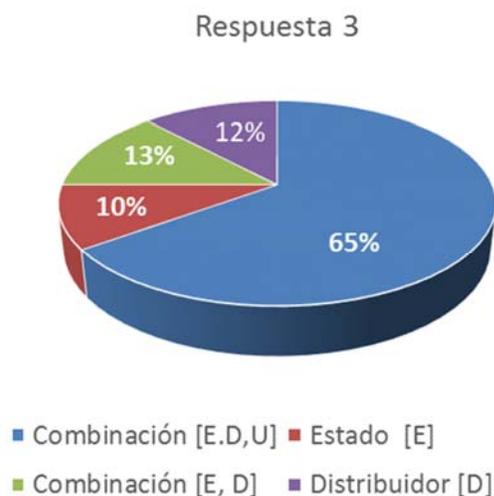


Ilustración 47 Quien debería asumir los costos de implementar Smart Metering

Se puede concluir, que ninguno de los encuestados consideró que toda la carga del costo de smart metering deba ser trasladada al usuario final o consumidor.

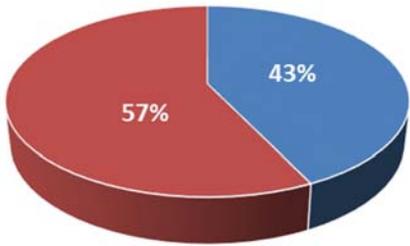
7.4 RESPUESTAS DEL DOMINIO TECNOLÓGICO Y LAS TICs

Las siguientes preguntas tienen por objetivo establecer el grado de percepción e impacto de las nuevas tecnologías en los distribuidores de energía eléctrica.

Pregunta 1: ¿Existe madurez de la tecnología de Smart Metering?

Las respuestas aquí permiten deducir que algunos consideran que la tecnología ya está madura en Argentina, teniendo en cuenta que es tecnología probada en otros países. Otros consideran que como no existen despliegues a nivel país, solo algunas pruebas de concepto, no se puede concluir que la tecnología se encuentre en un estado de madurez a nivel local, para un despliegue masivo.

Respuesta 1



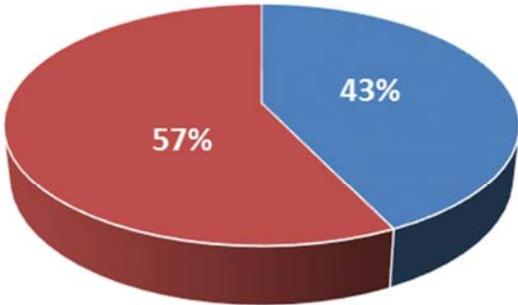
- Si, existe madurez de la tecnología en ARG
- No, no hay madurez de la tecnología en ARG

Ilustración 48 Percepción madurez tecnología SM en ARG

Pregunta 2: ¿Existen Estándares para Smart Meter?

Más de la mitad de los encuestados considera que los estándares para Smart metering aún se encuentran inmaduros.

Respuesta 2



- Si, existen estándares
- No, los estándares están aún inmaduros

Ilustración 49 Estandarización SM

Pregunta 3: ¿Existen soluciones o sistemas comerciales para la gestión de redes basadas en Smart Meter?

La mayoría de los distribuidores tiene conocimiento de la existencia de soluciones de IT para la gestión de Smart Metering.



Ilustración 50 Percepción de las soluciones de SM

7.5 RESPUESTAS DEL DOMINIO DE LA INFORMACIÓN

Pregunta 1: ¿Existe, o debería existir, regulación sobre la información que se obtiene de los consumidores desde los Smart Meters?

La mayoría de los encuestados concuerdan que en Argentina debería existir regulación específica sobre la información generada por los smart meters.

Pregunta 2: ¿Debería existir una administración centralizada de la información generada por los Smart Meters?

En algunos países europeos existe una entidad centralizada de administración de los datos generados por los smart meters. Al consultar a los expertos locales sobre esta posibilidad, la mayoría responde que la entidad debería ser a nivel del distribuidor de la energía eléctrica, o sea que los propios distribuidores son quienes deberían gestionar los

datos generados por los smart meters de sus clientes. Una minoría sostiene que debería haber un administrador de la información de los smart meters a nivel nacional.

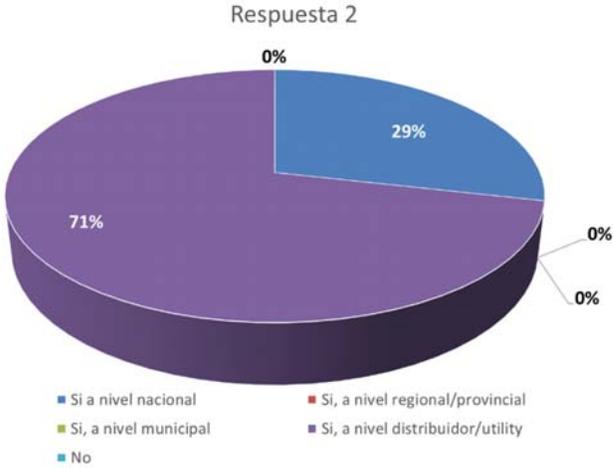


Ilustración 51 Administrador de la información generada por los Smart Meters

Pregunta 3: ¿Debería estar estandarizada la información que se obtiene de los Smart Meters en los hogares/empresas de los consumidores/usuarios?

La mayoría de los expertos sostienen que la información generada en los smart meters y almacenada debería estar estandarizada. De modo de poder ser comparables los datos entre los distintos distribuidores a nivel local, y también para que a nivel externo puedan ser compatibles.



Ilustración 52 Estandarización de la información generada en los Smart meters

Pregunta 4: ¿Se debería permitir el acceso a la información generada por los Smart Meters a diferentes entidades? ¿Quién podría acceder a esa información?

- Distribuidor/Utility
- Usuario
- Organismo Nacional
- Otros
- De libre acceso

Todos los consultados manifiestan que se debe permitir el acceso a la información generada por los smart meters.

En el siguiente gráfico se detalla (según los encuestados) quiénes deberían poder acceder a la información generada por los Smart meters.



Ilustración 53 Acceso a la información obtenida de los Smart Meters

8. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

A partir del análisis de la información de los capítulos anteriores se intenta arribar a las conclusiones del trabajo, como así también presentar los interrogantes y propuestas que han surgido durante el camino recorrido.

8.1 CONCLUSIONES

Este trabajo, presenta un estado inicial, una visión sincrónica, que podría convertirse en un proceso continuo a partir de una visión diacrónica con el fin de poder determinar la evolución y participación de las distribuidoras de servicios públicos, los clientes y los usuarios de la información, a partir de la introducción de los smart meters.

Nos encontramos en una transición en el dominio de las prácticas sociales sobre cómo va a marcar a nuestra sociedad el uso masivo de la información y las tecnologías de la información, y sumado a ello, cómo se van a configurar los usos y costumbres de la sociedad en cuanto a la incorporación de las TICs en los sistemas de distribución de energía eléctrica, donde el concepto de consumidor y de productor desde una visión de un cliente “tradicional” de una empresa de servicios públicos de distribución de energía eléctrica se desvanece, se confunde y puede generar una configuración diferente a la lógica actual de la actividad y de su cadena de valor. Para que ello ocurra, los smart meters son una parte esencial para disponer y gestionar la información en la red del distribuidor de energía eléctrica.

A nivel general podemos afirmar que muchos países de Europa y los Estados Unidos han definido un plan estratégico basado, algunos en un tema de seguridad nacional, otros en la independencia energética, donde las redes smart grid y los smart meters forman parte de dicho plan.

En los países de la región no se ha encontrado, al menos explícitamente, una decisión para evolucionar masivamente hacia smart metering; tampoco en Argentina.

Una de las conclusiones más importantes que podemos extraer se centra en el usuario final, y es la capacidad que brinda la tecnología de darle una participación activa al usuario o consumidor, brindándole mayor empoderamiento y libertad de decisión sobre el consumo eléctrico.

Entre los beneficios generales para la sociedad al incorporar smart metering o smart grid, se encuentran los beneficios ambientales a través de la reducción de la huella de carbono a partir de un uso más eficiente de la energía eléctrica por parte de los usuarios, generando eficiencias en los dominios de la generación y transporte, y

complementariamente son parte esencial para permitir la incorporación de energías renovables a pequeña escala de soluciones basadas en energía eólica y energía solar.

Los temas más importantes sobre las preocupaciones de los usuarios y consumidores acerca de la tecnología de smart metering son la privacidad y la seguridad. Además, si los smart meters transmiten la información a través de redes inalámbricas, se suma una preocupación adicional que es la de la radiación electromagnética y los problemas de salud.

La complejidad socio-técnica de los smart meters indica que deba trabajarse desde el comienzo del proyecto de este tipo. Una buena comunicación desde el inicio optimiza tiempos, minimiza controversias, tensiones y costos e impactos de la solución por la resistencia natural al cambio o a una no completa interpretación de los beneficios de la nueva tecnología.

Los elementos tecnológicos smart meters son una parte esencial del sistema de distribución para la obtención de información sobre el comportamiento de los consumidores, y asimismo permitirles a los consumidores la decisión de consumir en función de los servicios energéticos que se puedan desarrollar a partir de la disponibilidad de estos smart meters y del sistema de smart metering. Con la potencialidad de involucrar a los usuarios finales desarrollando un nuevo status de usuario, los “prosumers” productores y consumidores de energía en escala hogareña.

Estas nuevas tecnologías permiten el acceso a nuevos jugadores no tradicionales en el mercado de la distribución de energía eléctrica.

Algunos expertos sostienen que el despliegue de smart metering es el primer paso hacia la evolución a smart grid.

Los sistemas de smart metering son una solución madura a nivel de despliegue en diferentes países, principalmente Estados Unidos, Canadá y países de Europa. Existe un esfuerzo por los principales cuerpos de estandarización en desarrollar normas con el objeto de generar interoperabilidad y escalas de mercado. Actualmente se está trabajando en el proceso de estandarización de la solución.

Una cuestión importante en las soluciones de smart metering es el tipo de comunicación. Depende mucho de la disponibilidad y las características de instalación de los smart meters, y determinar cuál es la tecnología de acceso más adecuada es una de las variables importantes en un despliegue de smart metering. Si es tecnología alámbrica (o fija) o tecnología inalámbrica. Dentro de las tecnologías inalámbricas, estamos en una transición y evolución en las tecnologías móviles, tecnologías 2G y 3G siendo

reemplazadas por LTE, mientras emergen NB-IoT y 5G. Esta es otra cuestión a prestar atención cuando se analiza la implementación de una solución de smart metering.

En soluciones complejas, donde la información y los sistemas digitales poseen un rol significativo, la seguridad es un tema de mucha importancia. Minimizar los riesgos de acceso indebido a los sistemas TICs que gestionan la distribución de la energía e información (energía informacional) en el distribuidor es una de las cuestiones más sensibles al momento de implementar la solución de smart metering.

Existe un consenso, tanto en la literatura como en los expertos encuestados y entrevistados del medio, sobre la potencialidad de smart metering para proveer de nuevos modelos de negocios o servicios de distribución de energía eléctrica. Ejemplo de ello son la gestión de la demanda a partir del uso de precios dinámicos, según el horario y la situación de la red o los costos de generación. La red inteligente, a través de los smart meters, podría permitir la alineación de los costos reales del sistema eléctrico con los precios de la electricidad.

Los smart meters no están exentos de las preocupaciones de los costos que éstos podrían generar. Las soluciones de smart metering son costosas, y algunos clientes, especialmente de tipo residencial, pueden ser incapaces de beneficiarse de las potencialidades de la gestión de la energía.

Entre los beneficios económicos que brinda smart metering a los distribuidores se encuentra el ahorro, al ser posible minimizar el robo de energía y ahorros en los costos que demanda la actividad de lectura manual de los medidores.

La reducción de los picos de demanda, a partir de la medición inteligente, tiene el potencial de reducir los costos globales del sistema permitiendo reducir los costos de corto como de largo plazo, evitando o posponiendo inversiones en generación.

En toda solución tecnológica de acceso, la parte de mayor impacto a nivel de costos al momento de la decisión de evolución del distribuidor son los costos de los smart meters y los costos de reemplazo "roll-out". Es por ello que se debe planificar cuidadosamente la forma y el momento en que se realiza el reemplazo de los antiguos medidores por los smart meters.

Desde organizaciones de defensa de los usuarios se sostiene que la implementación de las soluciones de smart metering están focalizadas en la optimización de costos del lado de las empresas distribuidoras de energía eléctrica, mientras que desde el lado de los distribuidores de energía eléctrica sostienen que ellos no pueden asumir todos los costos, y que los costos totales o parciales deberían ser transferidos a los usuarios. Esta

discusión no está determinada por la tecnología y su implementación, sino por un complejo conjunto de variables entre las que se incluyen el marco regulatorio y la situación económica de la región donde se quiere implementar, entre otros. Esto da lugar a la existencia de resistencias o fricciones entre los distribuidores y las organizaciones de usuarios, y quien equilibra la balanza es, generalmente, la regulación.

Un tema importante sobre el cual también hay que poner especial énfasis es el modelo de datos o de información de los smart meters. Éste debería ser definido por el regulador competente, a fin de homogeneizar la información que se obtendrá desde los smart meters en los diferentes distribuidores de energía eléctrica, como así también las exigencias a nivel de privacidad y seguridad de la misma.

Se han observado al menos dos modalidades sobre quien asume la responsabilidad de los datos generados por los smart meters. Mayormente los responsables por los datos generados por los smart meters son los distribuidores de energía eléctrica. En unos pocos casos el responsable por los datos, su cuidado, seguridad y almacenamiento está dado por un tercero como administrador de la información; algo similar a lo que ocurre (haciendo una analogía) con el servicio de portabilidad numérica en la industria de las telecomunicaciones, donde una tercera entidad es la responsable por el proceso de tal portabilidad.

La regulación como impulsora o proveedora de incentivos para la adopción de la tecnología de smart meters juega un rol preponderante. La mayoría de las implementaciones han sido a través de alguna conducta normativa, ya sea a través de incentivos, o por medio de generación de requerimientos mandatorios para su adopción.

Al dominio normativo o regulatorio tradicional de la distribución de energía eléctrica hay que incorporarle los requerimientos normativos acordes con los avances tecnológicos, como son por ejemplo el dominio de las TICs, y el manejo seguro de la información.

Existe en general, en el dominio de smart metering o smart grid, más de un organismo estatal involucrado en la definición y generación de normativas, que luego permiten generar la legislación con una visión amplia, tratando de incorporar a todos los dominios involucrados.

La mayoría de las estrategias de despliegue de los países europeos han sido basadas en un requerimiento regulatorio.

A nivel nacional en Argentina no hay un impulso definido por parte del estado o gobierno para la adopción de smart metering. Desde los distribuidores, se ha trabajado inicialmente a nivel de análisis y unas pocas pruebas de concepto, pero no se puede

concluir que haya una decisión por parte de ellos para la adopción en el corto plazo de smart metering.

En lo que respecta a las posibles razones de la implementación de smart metering para Argentina, no existe una única razón (según los expertos encuestados). Las principales son obsolescencia tecnológica o eficiencias en costo.

Sobre quién debería asumir los costos, existe consenso mayoritario entre los expertos consultados, donde se sostiene que los costos de la implementación de smart metering deberían ser compartidos por el estado, el distribuidor y el usuario final; y en lo referido a la información generada por los smart meters debería poder ser accesible al menos por el usuario y el distribuidor.

8.2 OPINIONES, INTERROGANTES Y PROPUESTAS

Durante la ejecución del trabajo se presentan las siguientes opiniones, interrogantes, y propuestas que se exponen a continuación.

A través del análisis de la información se observa que no existe una solución única o perfecta de Smart metering y smart grid para avanzar sobre los desafíos que propone el uso racional de la energía por parte de la sociedad.

Uno de los interrogantes es cómo será la relación entre los jugadores ya establecidos en el mercado de la distribución eléctrica y los nuevos, entrantes cuando se introduzca smart metering en Argentina. La generación de intereses diferentes, o que entre en conflicto, podría dar lugar a demoras en la decisión e implementación de smart metering.

Se ha observado que en otros países o regiones se ha realizado un análisis de costo-beneficio sobre la implementación de smart metering. Como propuesta se plantea la realización de un análisis de costo-beneficio para smart metering en los diferentes tipos de distribuidores, es decir los grandes distribuidores privados, las cooperativas de servicios públicos que ofrecen distribución de energía eléctrica y las empresas distribuidoras de energía estatales. Esto podría ayudar a los reguladores a establecer prioridades y requerimientos en función de las realidades de cada organización. El resultado del análisis de costo-beneficio sería recomendable que fuese público y segmentado por región.

Realizar un análisis técnico económico en diferentes regiones y realidades socioeconómicas, ya que no será la misma realidad en C.A.B.A, que en algunos distritos del conurbano, o las ciudades capitales de provincia o las diferentes ciudades pequeñas, donde los actores distribuidores de energía eléctrica son diferentes, como así también de

los usuarios, de modo de definir las prioridades en cuanto a Smart metering teniendo mayor conocimiento de los costos y beneficios en cada área o región.

Los programas pilotos de la tecnología que se realicen en Argentina sería conveniente que sean efectúen en forma integral, esto es, involucrando no solo tecnología y servicios sino también a los reguladores, expertos en seguridad, y los usuarios para que se puedan compartir las lecciones aprendidas.

Conjuntamente con el análisis de costo-beneficio que se propone, el Estado (o entidad responsable), podría realizar en forma pública pruebas de concepto en diferentes regiones del país: AMBA, norte, centro y sur, y conjuntamente con el proveedor de servicios de esa área, el Estado debería obtener resultados que puedan ser comparables entre las diferentes regiones y distribuidores.

Acelerar la adopción de las soluciones de smart metering y smart grid a partir de políticas públicas permite la optimización y generación de “eficiencia energética”, de modo de modificar la tasa de adopción natural de estas tecnologías.

Dada la particularidad de esta tecnología, donde los concesionarios de la distribución de energía eléctrica son quienes deberían tomar esa decisión y no los usuarios (o clientes) finales, la regulación juega un papel fundamental en la adopción de este tipo de soluciones.

Dado que la evidencia muestra casi en su totalidad a los distribuidores de EE como responsables de la implementación de SMS, como corolario de ello, podemos proponer que en caso que se regule para acelerar la adopción de SMS, sean los Distribuidores de EE los responsables de la implementación y despliegue de SMS en sus respectivas áreas de concesión.

En caso de que el Estado se encuentre interesado en impulsar smart grid, smart metering, smart cities, se propone organizar grupos de trabajos interdisciplinarios e inter-organismos para estudiar y proponer políticas (o legislación) acordes a las necesidades y prioridades de cada región o área del país.

9. BIBLIOGRAFÍA

ACLU., 2014. Time to Rein in the Surveillance State. www.aclu.org/time-rein-surveillance-state-0

Barzilay, 2013. A Simple Definition of Cybersecurity. ISACA. www.isaca.org/Knowledge-Center/Blog/Lists/Posts/Post.aspx?ID=296

Berg Insight, 2014. Smart Metering in Europe, 2014. M2M Research Series 2014. Eleventh Edition, 2014 by Tobias Ryberg www.berginsight.com

Berst, 2013. Nein! German ministry rejects smart meters. Smart Grid News.com. http://www.smartgridnews.com/artman/publish/Technologies_Metering/Nein-German-ministry-rejects-smart-meters-5958.html#.Uv4rOYXwr9o

Bomkamp, 2013. GE to Make Smart Meters in Chicago. Chicago Tribune. articles.chicagotribune.com/2013-07-09/business/chi-chicago-smart-meters-20130709_1_smart-meters-new-meters-comed

BWG, 2012. BioInitiative Working Group. (2012) BioInitiative 2012: A Rationale for Biologically-based Exposure Standards for Low-Intensity Electromagnetic Radiation. www.bioinitiative.org/table-of-contents/

Campbell, 2011. The Smart Grid and Cybersecurity. Regulatory and Policy Issues, Washington, DC: Congressional Research Service. fas.org/sgp/crs/misc/R41886.pdf

Castells Manuel, 2002. La Era de la Información. Economía Sociedad y Cultura. La Sociedad Red Vol. 1. Cuarta edición en español, 2002

CEARE – Materia Historia Económica y Social del Desarrollo Energético – 2013 (Ficha – Energía en Perspectiva)

Cepal: Sostenibilidad Energética en América Latina y El Caribe: El Aporte de las Fuentes Renovables

Charles River Associates, 2005. Primer on Demand-Side Management: With an emphasis on price-responsive programs. Oakland, CA: Charles River Associates. siteresources.worldbank.org/INTENERGY/Resources/PrimeronDemand-SideManagement.pdf

Clarke, C., 2012. Are California Smart Meters Causing Fires. KCET Rewire. www.kcet.org/news/rewire/technology/are-california-smart-meters-causing-fires.html

Counterpunch, 2011. <http://www.counterpunch.org/>
<http://www.counterpunch.org/2011/03/18/the-problems-with-smart-grids/>

- Daniel Kahneman, 2012. Thinking, Fast and Slow
- Darby, S., 2010. Smart Metering: What Potential for Householder Engagement? Building Research and Information, 38, 442–457.
- Don Tapscott, La economía digital
- Ekrum Hossain, Zhu Han, H. Vincent Poor, 2012. Smart Grid Communications and Networking. Cambridge University Press.
- EPA, U. S, 2013. Overview of Greenhouse Gases. Washington, DC: US Environmental Protection Agency. www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/gases.html
- EPA, U. S, 2013b. Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990–2011. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.
- EPRI, 2010. An Investigation of Radiofrequency Fields Associated with the Itron Smart Meter. Electric Power Research Institute, 1–222.
- EPRI, 2011. Estimating the Costs and Benefits of the Smart Grid: A Preliminary Estimate of the Investment Requirements and the Resultant Benefits of a Fully Functioning Smart Grid. Palo Alto, CA: EPRI.
- EUROPEAN COMMISSION, 2014 - COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT - Brussels, 17.6.2014 SWD (2014) 188 final - Benchmarking smart metering deployment in the EU-27 with a focus on electricity
- Foro Nuclear. Foro de la industria Nuclear Española. Capítulo 2. Energías y Sociedad. <http://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/faqas-sobre-energia/capitulo-2>.
- Jennie C. Stephens, Elizabeth J. Wilson, and Tarla Rai Peterson 2015 - Smart grid (R)evolution: electric power struggles
- Goldsworthy, A., 2007. The Dangers of Electromagnetic Smog. www.hese-project.org/hese-uk/en/papers/electrosmog_dangers.pdf
- Grijalva, S. and M. U. Tariq, 2011. Prosumer-based Smart Grid Architecture Enables a Flat, Sustainable Electricity Industry. Innovative Smart Grid Technologies, 1–6. tinyurl.com/orl52wr
- Hess, D. J, 2013. Transitions in Energy Systems: The Mitigation-Adaptation Relationship. Science as Culture, 22, 144–150.
- Hess, D. J, 2014. Smart Meters and Public Acceptance: Comparative Analysis and Governance Implications. Health, Risk & Society, 14(3), 243–258.
- Jones, K. B. and Zoppo, D, 2014. A Smarter Greener Grid, Forging Environmental Progress through Smart Energy Policies and Technologies. Santa Barbara, CA: Praeger.

- Stiglitz, Joseph, 1997. La Economía del Sector Público 2da Edición Joseph E. Stiglitz. Antoni Bosch editor. Segunda Edición. 1997.
- Katz, M and Shapiro, C 1985, Network Externalities, Competition and Compatibility, American Economic Review, 75.
- Keller, K. H. (2008) From Here to There in Information Technology: The Complexities of Innovation. American Behavioral Scientist, 52,97
- Kelly-Detwiler, P.,2013. Electricity Theft: A Bigger Issue Than You Think. Forbes. www.forbes.com/sites/peterdetwiler/2013/04/23/electricity-theft-a-bigger-issue-than-you-think/
- Mallett, A., R. Reiber, D. Rosenbloom, X. D. Phillion, and M. Jegen, 2014. When Push Comes to Shove: Canadian Smart Grids Experiences through the Media. Paper presented at the 2014 Canadian Political Science Association Annual Conference. Brock University, May 27–29, 2014.
- MacGregor, G.G., P. Slovic, and M.G. Morgan, 1994. Perception of Risks from Electromagnetic Fields: A Psychometric Evaluation of a Risk Communication Approach. Risk Analysis, 14.
- MarketsandMarkets, 2014. Advanced Metering Infrastructure (AMI) Market.
- Narciso, 2011. Police Seek Utility Data for Homes of Marijuana-growing Suspects. TheColumbusDispatch. www.dispatch.com/content/stories/local/2011/02/28/police-suspecting-home-pot-growing-get-power-use-data.html
- PJM, 2013. Demand Response Reference Materials. www.pjm.com/markets-and-operations/demand-response/dr-reference-materials.aspx
- Rivaldo, A., 2012. Report on Health and Radiofrequency Electromagnetic Fields from Advanced Meters. Public Utility Commissions of Texas, 1–86.
- Robertson, 2009. Security Experts Offer Caution on Smart Grids. NBCNews.com. www.nbcnews.com/id/32238717/ns/technology_and_science-security/t/security-experts-offer-caution-smart-grids/#.UtA3Hk2A3IU
- Rut Vieytes, 2004: Metodología de la Investigación en Organizaciones, Mercado y Sociedad. Epistemología y técnicas. 1ª. Ed. – Buenos Aires: De las ciencias, 2004. Página: 28
- Scott, M, 2009. How Italy Beat the World to a Smarter Grid. Business Week. www.businessweek.com/globalbiz/content/nov2009/gb20091116_319929.htm

Shapiro Carl, Varian Hal, 1999. El Dominio de la Información. Una guía estratégica para la economía de la red. Antoni Bosch. 1999. Carl Shapiro & Hal R. Varian.

Shove, E., 2004. Comfort, Cleanliness and Convenience: The Social Organization of Normality (New Technologies/New Cultures). New York: Bloomsbury Academic.

Shove, E., 2010. Beyond the ABC: Climate Change Policy and Theories of Social Change. Environment and Planning A, 42, 1273-1285.

Smart Grids COM, 2011. 202 and the Staff Working Document “Guidance note on Article 15 of Directive 2012/27/EU on energy efficiency”.

Smart Grid Legislative and Regulatory Proceedings, November 15, 2011. Prepared by SAIC Prepared for the Energy Information Administration

Smart Grid (R)Evolution, Electric Power Struggles, 2015. Jennie C. Stephens, University of Vermont; Elizabeth J. Wilson, University of Minnesota; Tarla Rai Peterson, Swedish University of Agricultural Sciences. Cambridge University Press is part of the University of Cambridge. Printed in the United States of America

Stopsmartmeters.org 2014

US DoE, 2005. Benefits of demand response in electricity markets. US DoE 2005, <http://energy.gov/oe/downloads/benefits-demand-response-electricity-marketsandrecommendations-achieving-them-report>, p.12.

WHO, 2014. World Health Organization. (2014) Electromagnetic Fields (EMF) Standards and Guidelines. www.who.int/peh-emf/standards/en/

Páginas web visitadas

<http://www.eclac.cl> (CEPAL: Comisión Económica para América Latina)

http://www.energyict.com/en/elster-launches-eiserver-version-9_1-for-utilities

<http://www.indec.mecon.ar> . Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. INDEC

<http://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/faqas-sobre-energia/capitulo-2>

<http://www.ncsl.org/research/energy/states-providing-for-smart-metering.aspx>

<http://www.oceba.gov.ar>

<http://www.tandf.co.uk/journals>

<https://comm.ncsl.org/Default.aspx?TabID=251&productId=8>

<http://www.enre.gov.ar/web/bibliotd.nsf/e6fbc292d8aba6ac0325705100522a9e/282296d9d1d8713086256541007aa516?OpenDocument>

<http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3583>

http://www.ibm.com/smarterplanet/ar/es/smarter_cities/solutions/solution/infrastructure_solutions/G927267L52893L84.html

<https://www.environmental-expert.com/companies/keyword-smart-meter-system-29337/location-argentina>

<http://www.metering.com/argentina-looks-towards-smart-grid/>

<http://ccap.org/assets/Oscar-Medina-Argentina-Smart-Grid-Pilots.pdf>

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0356&from=EN>

<http://www.power-technology.com/features/featuresmart-grid-energy-theft-power-brazil-latin-america/>

<https://www.environmental-expert.com/companies/keyword-smart-meter-14456>

<http://atos.net/en-us/home/your-business/utilities/electricity-transmission-and-distribution/smart-metering-and-smart-grid.html>

<http://www.metering.com/demand-response-uruguay-power-company-selects-innovaris-interactive-platform/>

<http://www.smartgridnews.com/story/small-smart-uruguay-utility-unlocking-power-data-itot/2016-02-23>

<http://www.metering.com/smart-metering-in-santiago-de-chile/>

<https://www.kamstrup.com/en-us/case-stories/electricity-casestories/case-tecnet-smart-metering-chile>

<http://power.sitios.ing.uc.cl/paperspdf/RamilaMetering.pdf>

<http://www.greentechmedia.com/articles/read/brazils-opt-in-smart-meter-future>

<http://www.greentechmedia.com/articles/read/elsters-smart-meter-strongbox-takes-off-in-brazil>

<https://www.itron.com/newsAndEvents/Pages/Itron-Expands-Communication-Technology-Choices-for-Smart-Meters-in-Brazil-.aspx>

<http://www.elp.com/articles/2015/08/brazil-leads-south-american-smart-grid-infrastructure-market.html>

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610215028763>

<http://www.landisgyr.com/brazil-chooses-landisgyr-as-countrys-first-approved-smart-meter-systems-provider/>

<http://techinbrazil.com/smart-metering-in-brazil>

http://www.elp.com/Electric-Light-Power-Newsletter/articles/2016/07/considering-time-of-use-as-default-rates-for-customers.html?cmpid=enl_ELP_ExecutiveDigest_2016-07-06&eid=327681568&bid=1453214

https://emp.lbl.gov/sites/all/files/lbni-1005704_0.pdf