

## **ESTUDIO DE VIABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS SMART GRIDS EN EL MERCADO ELÉCTRICO COLOMBIANO**

Marcela Jiménez Castrillón<sup>1</sup>  
Ana Cecilia Escudero Atehortúa<sup>2</sup>  
Universidad Pontificia Bolivariana  
Medellín, Antioquia

<sup>1</sup>Correo-e: marcela.jimenez@alfa.upb.edu.co

<sup>2</sup>Correo-e: ana.escudero@alfa.upb.edu.com

**Resumen:** Este trabajo pretende identificar las barreras para la implementación de la tecnología Smart Grids en el mercado colombiano, la percepción que tienen los usuarios finales de la red sobre ella, para determinar su aceptación y los mecanismos que pueden contribuir para superarlos.

Se identificaron las principales barreras de tipo: técnicas, económicas y políticas que impiden la implementación de Smart Grids en un mercado como el colombiano. Y finalmente se realizó un análisis de viabilidad para la implementación de la mencionada tecnología, con la aplicación de encuestas y entrevistas que permitieran conocer la percepción que tienen los usuarios finales de la red (residenciales e industriales), y una consulta con expertos del sector que ayudó finalmente a determinar unas condiciones favorables para la implementación de Smart Grids en el mercado eléctrico colombiano.

**Palabras claves:** Smart Grids, Mercado eléctrico, Usuarios finales, Mecanismos de implementación.

**Abstract:** This paper aims to identify barriers to the implementation of Smart Grid technology in the Colombian market, the perception of the end users of the network on it, to determine its acceptance and the mechanisms that can contribute to overcome.

We identified the main barriers of type: technical, economic and political, that prevents the implementation of Smart Grids in a market like Colombia. And finally performed a feasibility analysis for the implementation of that technology, with the use of surveys and interviews that allow to know the perception of network end users (residential and industrial), and consultation with industry experts eventually helped establish favorable conditions for the implementation of Smart Grids in the Colombian electricity market.

**Keywords:** Smart Grids, Electricity market, End users, Implementation mechanisms.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Hoy en día, los países y sus actores están encaminados en la línea del mejoramiento continuo, donde cualquier cambio que contribuya con la gestión y eficiencia de los procesos es bien recibido.

Así pues, cuando se habla del concepto de Smart Grids se puede definir como “una red eléctrica que permite integrar de manera eficiente el comportamiento y las acciones de todos los usuarios conectados a ella, de manera que se asegure la economía, sostenibilidad, los estándares de calidad y la seguridad del suministro” (Isaac, I. 2012). Y donde entre los objetivos principales se encuentra que los todos los usuarios conectados a la red puedan ser participantes activos de ella.

El objetivo de este trabajo entonces es entre otros identificar las barreras para la implementación de esta tecnología en el mercado colombiano, la percepción que tienen los usuarios finales de la red, para determinar su aceptación y los mecanismos que pueden contribuir para superarlos.

Esta identificación fue posible gracias a un trabajo de exploración con los llamados usuarios residenciales e industriales del mercado, mediante la aplicación de encuestas que pretendían saber lo que estos usuarios pensaban sobre todas las

tecnologías que acompañan el desarrollo de Smart Grids.

Además a partir de unos mecanismos de implementación encontrados a nivel mundial se realizó una consulta con expertos del sector eléctrico, la cual consistió en realizar entrevistas para conocer su opinión sobre cómo estos mecanismos podrían operar en el contexto colombiano.

### **1.1 Justificación del Problema**

El incremento de usuarios y la necesidad de aumentar la cobertura de las telecomunicaciones en un país como Colombia, con un alto desempeño, pero con un costo bajo ha sido una de las razones principales para pensar en la implementación de la tecnología de Smart Grids. Sin embargo, para que esto sea posible, se debe contar con unas condiciones mínimas que permitan la aplicabilidad de estas redes bajo el esquema regulatorio del país y las necesidades del sector energético del mismo, razón por la cual se debe analizar el estado actual del mercado energético colombiano, los escenarios existentes, las barreras regulatorias y la manera como estas se pueden superar en el campo de la ingeniería industrial, atendiendo al perfil que lo define como un profesional capaz de “integrar con éxito conocimientos

administrativos y técnicos para la optimización de los recursos humanos, físicos, económicos y de información requeridos por los diferentes procesos empresariales.” (UPB, 2013)

## 1.2 OBJETIVO

### 1.2.1 OBJETIVO GENERAL.

Plantear un mecanismo para la implementación de Redes Inteligentes para el sistema eléctrico colombiano que sea aplicable al marco regulatorio con base en experiencias internacionales y un trabajo de exploración con los agentes

### 1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Identificar los esquemas de participación del usuario final en el mercado de energía, los esquemas de regulación y las brechas en la implementación de redes inteligentes a nivel mundial, mediante una búsqueda bibliográfica haciendo uso de las bases de datos académicas y documentos del sector eléctrico.

Realizar un análisis de factibilidad técnica de implementación de redes inteligentes para el sistema eléctrico colombiano mediante un trabajo de exploración con los agentes del mercado y consulta con expertos bajo la aplicación de encuesta.

Definir las condiciones para que la implementación de la tecnología redes

inteligentes sea factible en el mercado eléctrico colombiano

## 2. DEFINICIÓN DE SMART GRIDS

Según la Agencia Internacional de Energía – IEA, una Smart Grids “es una red eléctrica que utiliza tecnologías digitales y formas avanzadas de monitoreo y gestión del transporte de electricidad desde todas las fuentes de generación para satisfacer las diferentes demandas de los usuarios. Coordina las necesidades y potencial de todos los generadores, operadores de red, consumidores y participantes del mercado para operar todo el sistema, lo más eficientemente posible, minimizando costos e impactos ambientales, maximizando la confiabilidad, la resiliencia y la estabilidad del sistema (Céspedes, R. 2012)

Esta es una de las múltiples definiciones que pueden encontrarse en la literatura sobre lo que son las Smart Grids, pues no hay un concepto universal para definir las.

### 2.1. SMART GRIDS EN EL MUNDO Y SU IMPLEMENTACIÓN

Los avances y resultados en el desarrollo de redes inteligentes en el mundo han sido más visibles en unos países que en otros, pues aunque existen muchos proyectos e investigaciones relacionados con el tema, su desarrollo es indiscutiblemente evidente en donde tales proyectos son ejecutados.

El nivel y calidad de vida, poder adquisitivo y condiciones de vida en general han sido de gran influencia en los países mal llamados desarrollados, pues los resultados han sido más tangibles.

## **2.2. SMART GRIDS EN COLOMBIA**

En Colombia se cuenta con una iniciativa del sector de energía eléctrica conocida como “Colombia Inteligente”, con la cual se pretende alinear y articular todos los proyectos que tengan como eje central el desarrollo de Redes Inteligentes.

Colombia Inteligente proyecta unas fases para el desarrollo de redes inteligentes en el país, comenzando con la Conceptualización, para entender la importancia de este tipo de sistemas, las bases teóricas que la fundamentan, y las experiencias internacionales que sirven como guías para crear un mapa de ruta y luego contextualizarlo en la realidad del país. Seguido del Desarrollo (12 años aproximadamente) para integrar al modelo colombiano nuevos tipos de tecnología. Y finalmente, la Consolidación, donde se espera que para este periodo de tiempo exista una cultura energética orientada a los sistemas eficientes y a la masificación de la tecnología. (Colombia Inteligente, 2012).

## **3. MAPA DE APLICACIONES**

Fue necesario definir unos escenarios específicos de desarrollo de Smart Grids,

en donde el usuario final iba a tener una relación más directa con dicha tecnología. Los escenarios son: hogares (tecnologías de medición en tiempo real, domótica y electrodomésticos inteligentes), transporte (vehículos públicos y particulares eléctricos), alumbrado público y generación distribuida.

## **4. BARRERAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SMART GRIDS EN EL CONTEXTO COLOMBIANO**

El desarrollo de este tipo de macro proyectos que son pensados a gran escala implica que se realice una revisión del estado en que se encuentran en el mundo y las dificultades más latentes que se pueden presentar para ser las primeras en identificar y atacar cuando se esté en el proceso de diseño y posteriormente de implementación.

En Colombia como era de esperarse se identificaron varios tipos de barreras asociadas principalmente a los aspectos técnicos, económicos y políticos, como se mencionan a continuación.

### **4.1. BARRERAS TÉCNICAS**

Una de las principales barreras para implementar tecnologías Smart Grids en el mercado eléctrico colombiano está asociado a los desarrollos técnicos que estas implican, pues la red eléctrica colombiana está pensada y diseñada de manera centralizada, y necesita una

reingeniería de sus procesos convencionales, para transformarse así en un sistema no convencional, que contribuya con el aumento de energías renovables e implícitamente con la reducción de los efectos del carbono. Las principales barreras identificadas de este tipo fueron:

Infraestructura de energía, infraestructura de comunicaciones, infraestructura informática, trazado de nuevas líneas, equipos de medición, sistemas de gestión, modelo de generación de energía y usuarios finales

#### **4.2. BARRERAS ECONÓMICAS**

Desde este punto de vista no solo Colombia, sino cualquier país en el mundo, espera siempre que las inversiones que se realicen impacten de manera positiva su economía.

En este ámbito las principales barreras están asociadas a: el bajo índice de industrialización, bajo ingreso per cápita, acceso a la energía, lento retorno de inversión y pocos inversionistas

#### **4.3. BARRERAS POLÍTICAS**

Desde la regulación colombiana existen dificultades para implementar un esquema de Smart Grids, pues en Colombia la estructura y la legislación está pensada desde la generación a gran escala, donde los marcos regulatorios no consideran la posibilidad de la generación distribuida, sino centralizada.

Desde este punto las barreras identificadas se asocian a: implementación de políticas, medidas regulatorias, políticas regulatorias, políticas económicas, políticas de investigación y desarrollo, el auto generador solo puede atender sus necesidades; no comercializa ni transporta, no se concibe la generación distribuida en la regulación, no existe seguridad para inversionistas y conflictos de intereses

### **5. ANÁLISIS DE VIABILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SMART GRIDS**

Dado que las Smart Grids tienen como uno de sus objetivos específicos involucrar a los usuarios finales de la red eléctrica, y volverlos agentes activos dentro de ellas, que participen en la optimización del sistema en su conjunto, una de las barreras que se identificó y uno de los objetivos principales de este trabajo, está asociado con la aceptación y la percepción que estos usuarios tengan en torno a lo que son las Smart Grids, o bien sino a las Smart Grids como tal a los componentes y servicios que ellas pretenden brindar.

#### **5.1. ENCUESTAS A USUARIOS REGULADOS Y NO REGULADOS DEL MERCADO ELÉCTRICO COLOMBIANO**

Para que una tecnología sea aceptada en un público objetivo, que en este caso son los usuarios finales de la red, es importante ver esta población como un mercado con unas necesidades específicas, que se deben

conocer para poder atender, y llegar al éxito con la implementación de la misma

La elaboración de estas encuestas estuvo sustentada bajo el marco teórico que soporta la parte técnica como tal de las redes y sus componentes, además teniendo muy presente el contexto colombiano.

Para el sondeo se abordó de manera separada al usuario regulado del no regulado, pues su percepción y necesidades debido a los ámbitos en que se desenvuelven son diferentes.

## **5.2. CONSULTA CON EXPERTOS**

Luego de identificar una serie de mecanismos aplicados en otros países para el desarrollo de Smart Grids, se realizó una consulta con expertos del sector eléctrico, para saber desde su experiencia cómo creían que dichos mecanismos pudieran adecuarse a este mercado o la viabilidad financiera y regulatoria que el mercado eléctrico colombiano ofrecía precisamente a estos mecanismos.

El proceso metodológico de estas entrevistas consistió en que los expertos valoraran cada mecanismo enunciado en una escala determinada, calificando la viabilidad financiera y regulatoria. Y cómo creían que respondería el usuario final a dicho mecanismo, si le sería indiferente o si lo motivaría a comprar la tecnología, o a usarla.

De estas respuestas se determinaron y propusieron algunos mecanismos de

implementación de Smart Grids para el contexto colombiano

## **6. MECANISMOS PROPUESTOS PARA LA IMPLEMENTACION DE SMART GRIDS EN EL MERCADO ELÉCTRICO COLOMBIANO**

Formación de consorcios entre el sector público y el privado, para facilitar la financiación de proyectos pilotos, en los que se hagan pruebas de Smart Grids en sectores geográficos específicos, como por ejemplo el macro proyecto de la Isla de Jejú donde el consorcio financio toda la implementación de redes inteligentes, para crear a partir de las experiencias modelos de negocio.

Realizar laboratorios de experimentación, como lo ha hecho Tecnalía en sus propias instalaciones en España. para contar con proyectos demostrativos que generen confianza en la tecnología.

Que las empresas de energía promuevan el cambio de los medidores análogos por inteligentes, dando incentivos a quienes lo hagan en el menor tiempo posible.

Que las universidades ofrezcan becas para estudios relacionados con el desarrollo de Smart Grids, y como beneficio obtengan el crédito de los trabajos desarrollados. Además de capacitaciones de alta calidad.

Cambiar la regulación colombiana donde el medidor es propiedad del cliente. Si fuera de las empresas de energía podrían hacerse más cosas desde tales empresas

## **7. CONCLUSIONES:**

No habrá un solo concepto para Smart Grids en el mundo, sino que el concepto se debe ir adaptando a los entornos donde se quiere implementar. En todos los países es diferente dependiendo de las problemáticas que se tengan y que se quieran solucionar. Y el usuario mismo también definirá estas necesidades.

El mercado de energía eléctrica en Colombia está compuesto por mucho agentes, pero para el tema de Smart Grids cada uno de ellos juega un papel muy diferente. En el caso de los Generadores, Transportadores y Distribuidores la tecnología como tal puede cambiar y perfeccionar muchos procesos mediante la automatización de los sistemas. Pero los usuarios de la red, son quienes finalmente al aceptar o rechazar la tecnología determinará su éxito.

Los usuarios industriales juegan un papel decisivo para la implementación de este tipo de tecnologías, pues son quienes pueden obtener mayores beneficios y en menor tiempo.

En el país, los usuarios de la red todavía no están familiarizados con el concepto de

Smart Grids, y por ende su aceptación no es notoria. Sin embargo se debe buscar que de una manera amigable se llegue a la aprobación y reconocimiento de la misma.

## **8. REFERENCIAS:**

Isaac, I. (8 de junio de 2012). Recuperado el noviembre de 2012, de [http://www.cocme.org/ac/images/stories/mesa\\_u/09-iai.pdf](http://www.cocme.org/ac/images/stories/mesa_u/09-iai.pdf)

Colombia Inteligente. (2012). Recuperado el 2012

UPB. (Octubre de 2013). Universidad Pontificia Bolivariana. Obtenido de [http://www.upb.edu.co/portal/pag\\_e?\\_pageid=1054,32449389&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://www.upb.edu.co/portal/pag_e?_pageid=1054,32449389&_dad=portal&_schema=PORTAL)

CREG. (s.f.). CREG. Recuperado el Julio de 2012, de [http://www.creg.gov.co/html/i\\_portals/index.php?&p\\_origin=plugin&p\\_name=glosario&p\\_id=A&p\\_options=verConceptos](http://www.creg.gov.co/html/i_portals/index.php?&p_origin=plugin&p_name=glosario&p_id=A&p_options=verConceptos)

El plan energético nacional - estrategia energética integral 2003 - 2020. (s.f.). UPME. Recuperado el 13 de junio de 2010, de <http://www.upme.gov.co/Docs/Plan%20Energetico%20Nacional/12.%20Uso%20Racional%20de%20Energia/planenergetico-52.pdf>

*ESTUDIO DE VIABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS SMART GRIDS EN EL  
MERCADO ELÉCTRICO COLOMBIANO*

Marcela Jiménez Castrillón  
2013

Energy & Environment Group. (2003).  
Developing the Project Design  
Document. En THE CLEAN  
DEVELOPMENT MECHANISM: A  
USER'S GUIDE (pág. 36). New York.

UNITED NATIONS. (1998). KYOTO  
PROTOCOL TO THE UNITED  
NATIONS FRAMEWORK  
CONVENTION ON CLIMATE  
CHANGE. Kyoto.

Verbong, G. P. (2012). Smart grids or smart  
users? Involving users in  
developing a low carbon electricity  
economy. Eindhoven, Países Bajos.