



Las redes inteligentes de energía y su implementación en ciudades sostenibles

RG-T2058

**Yuri Lee
Juan Roberto Paredes
Soo Hyun Lee**

**Banco
Interamericano de
Desarrollo**

**Departamento de
Infraestructura y
Medio Ambiente
División de Energía**

**NOTA TÉCNICA
IDB-TN-446**

Agosto 2012

Las redes inteligentes de energía y su implementación en ciudades sostenibles

RG-T2058

Yuri Lee
Juan Roberto Paredes
Soo Hyun Lee



Banco Interamericano de Desarrollo

2012

Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo

Lee, Yuri.

Las redes inteligentes de energía y su implementación en ciudades sostenibles / Yuri Lee, Juan Roberto Paredes, and Soo Hyun Lee.

p. cm. — (IDB Technical Note ; 446)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Smart power grids. 2. Electric power distribution—Automation. 3. Energy consumption. 4. Energy facilities. I. Paredes, Juan Roberto. II. Lee, Soo Hyun. III. Inter-American Development Bank. Energy Division. IV. Title. V. Series.

IDB-TN-446

<http://www.iadb.org>

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Junta Directiva o de los países que ellos representan.

El uso comercial no autorizado de los documentos del Banco está prohibido y puede ser sancionado de acuerdo con las políticas del Banco y/o las leyes aplicables.

Copyright © 2012 Banco Interamericano de Desarrollo. Todos los derechos reservados. Puede reproducirse libremente para fines no comerciales.

Juan Roberto Paredes, Renewable Energy Specialist (jparedes@iadb.org)

Soo Hyun Lee, Energy Specialist (soohyunl@iadb.org)

Resumen

La División de Energía del Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente (INE/ENE) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha puesto en marcha un proyecto de cooperación técnica (CT) denominado “Las redes inteligentes de energía y su implementación en ciudades sostenibles” (TC #RG-T2058) para ayudar a los países de la región de América Latina y el Caribe (ALC). Esta nota técnica describe algunos elementos del sistema de redes inteligentes, indica sus costos y beneficios, analiza la iniciativa de redes inteligentes en Corea e incluye el estudio de caso del banco de pruebas de redes eléctricas inteligentes de la Isla de Jeju en Corea. Esta publicación sopesa las posibilidades de transferir e implementar estas estrategias en las ciudades de América Latina y el Caribe y examina las experiencias en curso en la región.

Códigos JEL: Q2, Q3, Q4

Palabras Clave: Corea, América Latina y el Caribe, Red Inteligente, Recursos renovables, Energía.

Índice

1.	Introducción	5
1.1.	<i>Objetivo de la cooperación técnica</i>	<i>5</i>
1.2.	<i>Antecedentes</i>	<i>5</i>
1.3.	<i>El taller</i>	<i>7</i>
1.4.	<i>Estructura</i>	<i>7</i>
2.	Red inteligente	8
2.1.	<i>Definiciones de red inteligente</i>	<i>8</i>
2.2.	<i>Beneficios</i>	<i>9</i>
2.3.	<i>Principales iniciativas de redes inteligentes por país</i>	<i>9</i>
2.3.1.	<i>Estados Unidos</i>	<i>9</i>
2.3.2.	<i>Canadá</i>	<i>11</i>
2.3.3.	<i>Unión Europea</i>	<i>11</i>
2.3.4.	<i>Australia</i>	<i>13</i>
2.3.5.	<i>China</i>	<i>13</i>
2.3.6.	<i>India</i>	<i>14</i>
2.3.7.	<i>Japón</i>	<i>14</i>
2.4.	<i>Tendencias del mercado de redes inteligentes</i>	<i>15</i>
3.	Red inteligente en Corea	16
3.1.	<i>Antecedentes de la Iniciativa de Redes Inteligentes de Corea</i>	<i>16</i>
3.2.	<i>El rol del gobierno de Corea y la Política de Redes Inteligentes</i>	<i>18</i>
3.2.1.	<i>Desarrollo y comercialización de la tecnología</i>	<i>18</i>
3.2.2.	<i>Apoyo al mercado de productos y modelos de negocio exitosos</i>	<i>20</i>
3.2.3.	<i>Infraestructura</i>	<i>20</i>
3.2.4.	<i>Política y regulación</i>	<i>23</i>
3.3.	<i>Estructura organizacional de las redes inteligentes de Corea</i>	<i>24</i>
3.4.	<i>Hoja de Ruta Nacional sobre Redes Eléctricas Inteligentes en Corea</i>	<i>26</i>
3.4.1.	<i>Visión general</i>	<i>26</i>
3.4.2.	<i>Plan de inversión</i>	<i>28</i>
3.4.3.	<i>Hoja de Ruta para los Cinco Dominios</i>	<i>30</i>
3.5.	<i>Proyectos de TI de Energía relacionados con redes inteligentes</i>	<i>31</i>
4.	Banco de pruebas de redes inteligentes de la Isla de Jeju, Corea	33
4.1.	<i>Visión general del banco de pruebas</i>	<i>33</i>
4.2.	<i>Visión y objetivos del banco de pruebas</i>	<i>35</i>
4.3.	<i>Los cinco dominios del banco de pruebas de redes inteligentes de la Isla de Jeju</i>	<i>36</i>
4.3.1.	<i>Territorio inteligente (Consumidor inteligente)</i>	<i>38</i>
4.3.2.	<i>Transporte inteligente</i>	<i>42</i>
4.3.3.	<i>Energía renovable inteligente</i>	<i>45</i>
4.3.4.	<i>Red inteligente de energía</i>	<i>48</i>
4.3.5.	<i>Servicio de energía eléctrica inteligente</i>	<i>52</i>
4.4.	<i>Informe Final de la Fase Uno</i>	<i>54</i>
4.5.	<i>Próximos pasos</i>	<i>55</i>
5.	Implementación de las redes inteligentes en América Latina y el Caribe	57
5.1.	<i>El Centro de Innovación en Energía del BID</i>	<i>57</i>

5.2. Iniciativas de redes inteligentes en la región de ALC	58
5.2.1. <i>Barbados.....</i>	58
5.2.2. <i>Brasil</i>	59
5.2.3. <i>Chile</i>	62
5.2.4. <i>Costa Rica</i>	63
5.2.5. <i>Colombia</i>	63
5.2.5. <i>República Dominicana</i>	64
5.2.6. <i>Ecuador</i>	65
5.2.7. <i>Haití.....</i>	65
5.2.8. <i>Honduras</i>	66
5.2.9. <i>Jamaica.....</i>	67
5.2.10. <i>México</i>	67
5.2.11. <i>Panamá</i>	68
5.2.12. <i>Uruguay.....</i>	68
5.3. Otros trabajos sobre redes inteligentes realizados por otras instituciones en la región de ALC69	
5.4. Análisis de resultados de la encuesta del taller	72
5.4.1. <i>Objetivo de la encuesta</i>	72
5.4.2. <i>Afiliaciones organizacionales</i>	72
5.4.3. <i>Mejora del conocimiento</i>	72
5.4.4. <i>Conocimiento e información adquirida en el taller</i>	73
5.4.5. <i>Aplicabilidad de las tecnologías</i>	73
5.4.6. <i>Aplicabilidad de las lecciones aprendidas</i>	74
5.4.7. <i>Aplicabilidad de los Objetivos y las Visiones.....</i>	74
5.4.8. <i>Interés en los Cinco Dominios</i>	75
5.4.9. <i>Cooperación con el gobierno de Corea</i>	76
5.4.10. <i>Cooperación con el BID.....</i>	76
Referencias	77

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Estructura organizacional de las redes inteligentes de Corea.....	25
Gráfico 2. Hoja de Ruta Inteligente de Corea	27
Gráfico 3. Las cinco áreas del banco de pruebas de redes inteligentes de la Isla de Jeju	36
Gráfico 4. Cinco áreas del banco de pruebas de redes inteligentes en la Isla de Jeju, Territorio inteligente	38
Gráfico 5. Sala de exhibición de experiencia de Territorio inteligente de LG	39
Gráfico 6. Cinco áreas del banco de pruebas de redes inteligentes en la Isla de Jeju, Transporte inteligente	42
Gráfico 7. Modelo de negocio de sistemas de transporte inteligentes del Consorcio SK Energy.....	43
Gráfico 8. Soluciones para vehículos eléctricos inteligentes del Consorcio SK Energy	44
Gráfico 9. Cinco áreas del banco de pruebas de redes inteligentes en la Isla de Jeju, Energía renovable inteligente	45
Gráfico 10. ConGráficooción de energía renovable inteligente de POSCO	47
Gráfico 11. Cinco áreas del banco de pruebas de redes inteligentes en la Isla de Jeju, Red inteligente de energía.....	48
Gráfico 12. Diagrama de Redes energéticas inteligentes de KEPCO	49
Gráfico 13. Redes inteligentes de energía de KEPCO - Transmisión inteligente	50
Gráfico 14. Redes inteligentes de energía de KEPCO - Distribución inteligente	51
Gráfico 15. Cinco áreas del banco de pruebas de redes inteligentes en la Isla de Jeju, Servicio de energía eléctrica inteligente	52
Gráfico 16. Centro de Operaciones Globales (TOC) de KEPCO en la Isla de Jeju	53
Gráfico 17. Diagrama del TOC	54
Gráfico 18. Decálogo para redes inteligentes en la región de ALC	70
Gráfico 19. El camino a seguir – Acciones inmediatas.....	71
Gráfico 20. Afiliaciones organizacionales	72
Gráfico 21. Conocimiento e información adquirida en el taller	73
Gráfico 22. Aplicabilidad de las tecnologías.....	74
Gráfico 23. Aplicabilidad de las lecciones aprendidas.....	74
Gráfico 24. Aplicabilidad de los Objetivos y las Visiones.....	75
Gráfico 25. Interés en los Cinco Dominios	75
Gráfico 26. Cooperación con el gobierno de Corea	76
Gráfico 27. Cooperación con el BID	76

Lista de Cuadros

Cuadro 1. Redes Inteligentes en Corea – Resultados Esperados.....	27
Cuadro 2. Plan de Inversión en Redes Inteligentes de Corea - Total	28
Cuadro 3. Plan de Inversión en Redes Inteligentes de Corea para el Desarrollo de Tecnología ..	29
Cuadro 4. Hoja de Ruta de Redes Inteligentes de Corea para los Cinco Dominios.....	30
Cuadro 5. Productos en el Territorio Inteligente	40

1. Introducción

La División de Energía del Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente (INE/ENE) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha puesto en marcha un proyecto de cooperación técnica (CT) denominado “Las redes inteligentes de energía y su implementación en ciudades sostenibles” (TC #RG-T2058) para ayudar a los países de la región de América Latina y el Caribe (ALC). El Fondo Coreano de Alianza para el Conocimiento en Tecnología e Innovación (KPK, por sus siglas en inglés) proporciona recursos financieros para su ejecución.

1.1. *Objetivo de la cooperación técnica*

El objetivo de esta CT es impartir conocimientos en el campo de las tecnologías de redes eléctricas inteligentes a los países de ALC en el marco del Centro de Innovación en Energía de la División de Energía del BID, que dio inicio en abril de 2011.

Con el apoyo de experimentados formuladores de políticas y tomadores de decisión coreanos, los representantes de los sectores públicos y privados y del sector académico de la región de ALC serán capaces de desarrollar estrategias específicas para activar sistemas de redes eléctricas inteligentes según las condiciones locales. Muchos formuladores de políticas de la región y clientes privados del BID recibirán la información más reciente sobre las tecnologías de redes eléctricas inteligentes de punta. La CT ayudará a los formuladores de políticas de los países miembros del BID a desarrollar estrategias específicas, en cada país, para adoptar un sistema de redes eléctricas inteligentes que se adapte a sus situaciones energéticas y a sus etapas de desarrollo industrial.

1.2. *Antecedentes*

América Latina y el Caribe enfrentan una serie de desafíos en el sector energético. En los países de la región, el consumo de energía va de la mano con el crecimiento económico y, por ende, ejerce presión para que los países aumenten sus capacidades de generación, transmisión y distribución con el fin de asegurar la disponibilidad de energía; es decir, su seguridad energética. Los países se enfrentan a los desafíos que implica aumentar su eficiencia energética (EE) y la porción de energía renovable (ER) en sus matrices energéticas. La seguridad energética, la

eficiencia energética y las energías renovables son fundamentales para el futuro del sector energético de la región.

La integración de la energía renovable en las redes existentes plantea retos importantes. Para abordar estas cuestiones será necesario hacer cambios normativos e introducir un enfoque holístico en la forma en que los usuarios finales y sus redes gestionan el uso de la energía. Algunos países como Italia y República de Corea han adoptado nuevos modelos de distribución que promueven la gestión de la demanda para aumentar la eficiencia energética y permitir la introducción de la energía renovable. Estos conceptos requieren de un nuevo sistema de distribución que responda con mayor precisión y flexibilidad a los cambios de la gestión de la demanda de energía y un cambio en el concepto actual de la red unidireccional; es decir, lograr que las redes sean más inteligentes.

En cuanto a la implementación de redes inteligentes, existen muchas opciones con diferentes niveles de sofisticación. Sin embargo, entre las distintas formas de implementación, son estándar las tecnologías avanzadas de comunicación que permiten un mejor uso de los activos de los sistemas de energía existentes y el acceso de los consumidores a una amplia gama de servicios. Una red inteligente implica la combinación de infraestructura eléctrica e infraestructura de telecomunicaciones.

La mayoría de redes inteligentes tienen características propias. Una red inteligente proporciona una interfaz entre los aparatos de consumo y los recursos tradicionales de generación, transmisión y distribución de energía. Esta comunicación bidireccional permite que los consumidores tengan un mejor control del consumo de energía de sus electrodomésticos. Una red inteligente optimiza también los activos del sistema de energía. Por ejemplo, los picos de carga se reducirán debido a la comunicación durante los períodos de carga máxima y a la probable respuesta de los consumidores a las señales de precios.

Esta CT le ayudará al BID no sólo a brindar recomendaciones de políticas orientadas a la infraestructura energética inteligente en las estrategias relacionadas con el desarrollo sostenible en los países miembros, sino también a desarrollar préstamos de inversión y préstamos con base en políticas relacionadas con los sistemas energéticos. Se necesitará una gran cantidad de fondos para garantizar la implementación de los sistemas de redes inteligentes en los países de ALC. Como ejemplo de ello, con un total de 168 empresas y 12 consorcios participantes, el banco de pruebas de redes eléctricas inteligentes de la Isla de Jeju en Corea es un proyecto a gran escala

con una inversión total de US\$239.5 millones. El gobierno de Corea invirtió US\$69.5 millones y el sector privado US\$170 millones. Todas las empresas participantes se seleccionaron a través de un proceso de licitación abierta, mientras que el gobierno seleccionó a los miembros de los consorcios. Este banco de pruebas incluye un sistema de redes inteligentes completamente integrado con la infraestructura eléctrica existente.

El papel del BID podría ser esencial en el suministro de recursos financieros para facilitar la adopción del sistema de redes inteligentes en la región de ALC. El resultado de esta CT le ayudará al BID a identificar áreas específicas de inversión dentro del sistema de redes inteligentes de energía, en colaboración con sus países miembros.

1.3. *El taller*

El Taller Internacional sobre la Comunicación de Redes Inteligentes Corea-ALC y las actividades de capacitación se llevaron a cabo del 24 al 26 de abril de 2012 en Jeju, República de Corea. Los talleres se organizaron con 24 participantes de 13 países de ALC, 77 participantes del gobierno de Corea y participantes coreanos que formaron parte del banco de pruebas de redes inteligentes de la Isla de Jeju. Se presentó la política del gobierno de Corea con respecto a las redes inteligentes y los participantes coreanos del sector privado dieron una explicación de sus productos y de las tecnologías desplegadas en el banco de pruebas. Entre los participantes coreanos del sector privado podemos mencionar a LG Electronics, SK Telecom, KEPCO (anteriormente Korea Electric Power Corporation), POSCO (Pohang Steel Company) y KT Corporation (anteriormente Korea Telecom), algunos de los cuales ya han desarrollado lineamientos de redes inteligentes para los formuladores de políticas responsables del diseño de ciudades sostenibles y sus módulos correspondientes de energía sostenible.

1.4. *Estructura*

Esta nota técnica describe los elementos del sistema de redes inteligentes, sus costos y beneficios, analiza la iniciativa de redes inteligentes de Corea e incluye el estudio de caso del banco de pruebas de la Isla de Jeju en Corea. La publicación sopesa las posibilidades de transferir e implementar estas estrategias en las ciudades de ALC y contiene información acerca de las primeras experiencias que se llevan a cabo en la región. Las notas técnicas sobre redes

inteligentes se distribuirán a los ministerios encargados de ciudades sostenibles y energía sostenible y servicios de electricidad en la región de ALC.

2. Red inteligente

2.1. Definiciones de red inteligente

El Departamento de Energía de los Estados Unidos define las redes inteligentes como “un tipo de tecnología que las personas están usando para modernizar los sistemas de suministro del servicio público de electricidad, según las exigencias del siglo XXI, utilizando equipo de cómputo con base en el control remoto y la automatización. Estos sistemas son posibles gracias a la tecnología de comunicación bidireccional y al equipo de procesamiento que se ha utilizado durante décadas en otras industrias. Están empezando a utilizarse en las redes eléctricas, desde centrales eléctricas y parques eólicos hasta los consumidores de electricidad en los hogares y empresas. Ofrecen muchos beneficios a empresas de servicios públicos y a los consumidores, que son mayormente observados en grandes mejoras en la eficiencia energética de la red eléctrica y en los hogares y oficinas de los usuarios de energía” (energy.gov, 2012).

La Agencia Internacional de la Energía (AIE) define las redes inteligentes así: “Una red inteligente es una red eléctrica que utiliza tecnologías digitales y otras tecnologías avanzadas para controlar y gestionar el transporte de electricidad, a partir de todas las fuentes de generación, con el fin de satisfacer la demanda variable de electricidad de los usuarios finales. Las redes inteligentes coordinan las necesidades y capacidades de todos los generadores, operadores de red, usuarios finales y actores del mercado eléctrico para utilizar todas las partes del sistema de la manera más eficiente posible, reduciendo al mínimo los costos y el impacto ambiental mientras se aumenta al máximo la fiabilidad, resistencia y estabilidad del sistema” (IEA, 2011).

El Instituto Coreano de Redes Inteligentes (KSGI, por sus siglas en inglés) establece que una “Red inteligente se refiere a una red de próxima generación que integra la tecnología de la información a la red eléctrica existente para optimizar la eficiencia energética a través del intercambio bidireccional de información eléctrica, en tiempo real, entre los proveedores y los consumidores” (Jeju SGTB, 2012a).

2.2. Beneficios

Las redes inteligentes mejoran la eficiencia energética, ofrecen una solución al cambio climático y sirven como un motor de crecimiento económico (Jeju SGTB, 2012a). Para mejorar la eficiencia energética, la tecnología de redes inteligentes optimiza la gestión de la oferta y la demanda de energía eléctrica, minimiza la pérdida de energía eléctrica entre las centrales eléctricas y los consumidores y ahorra electricidad. Debido a una reducida demanda pico, se pueden evitar también los costos relacionados con la construcción de nuevas plantas de energía. Como una solución al cambio climático, las redes inteligentes de energía generan menos emisiones de gases de efecto invernadero a través de una mayor eficiencia y del uso de energías renovables limpias. Hasta diciembre de 2011, la capacidad total instalada de las energías renovables en el mundo era de 565 GW; la capacidad de energía eólica, 239 GW; las pequeñas centrales hidroeléctricas, 184 GW; la energía a partir de residuos y biomasa, 57 GW, la energía solar, 73 GW; la energía geotérmica, 11 GW y la energía marina, 0.6 GW (Pew Charitable Trusts, 2011). La tecnología de las redes inteligentes mejorará la integración de esta capacidad de energía renovable en la infraestructura de red existente y nueva, además de crear nuevos puestos de trabajo en la industria.

2.3. Principales iniciativas de redes inteligentes por país

En esta sección se proporciona una selección de las principales iniciativas de redes inteligentes por país y se incluyen también las políticas y proyectos piloto de redes inteligentes. Las iniciativas de redes inteligentes de Corea se describen en la sección 3.

2.3.1. Estados Unidos

Políticas	• 2003 – “Visión de la red a 2030 (<i>Grid 2030</i>)”, la transición de la nación a la tecnología de redes inteligentes. • 2007 – Ley de Independencia y Seguridad Energética de 2007 (<i>Energy Independence & Security Act of 2007, EISA</i>). ○ Proyecto de Demostración de Redes Inteligentes (<i>Smart Grid Demonstration Program, SGDP</i>): demostraciones regionales de redes inteligentes y almacenamiento de energía. ○ Programa de Apoyo a las Inversiones en Redes Inteligentes (<i>Smart Grid Investment Grant Program, SGIG</i>): subvención para la modernización de la red eléctrica.
-----------	--

	• 2009 – Ley de Recuperación y Reinversión de Estados Unidos de 2009 (<i>American Recovery and Reinvestment Act of 2009, ARRA</i>); asignación de US\$4.5 mil millones para la modernización de la red (IEA 2011). - o US\$3.8 mil millones para la integración rápida de tecnologías probadas a las redes eléctricas actuales. - o US\$435 millones para llevar a cabo demostraciones de redes inteligentes de energía en la región. - o US\$185 millones para el almacenamiento de energía y demostraciones.
Proyectos piloto	• 2007 – Nueva Jersey: La Compañía de Servicios Públicos de Electricidad y Gas (<i>Public Service Electric and Gas Company, PSEG</i>) lleva a cabo ensayos completos de tarifas de tiempo de uso (ToU, por sus siglas en inglés) y tarifas de período de punta (CPP, por sus siglas en inglés) en hogares normales. • 2007 – Oregón: La General Electric y la Comisión de Servicios Públicos de Oregón (<i>Public Utility Commission of Oregon, PUCO</i>) instalan 805.000 contadores inteligentes. • 2008 – Maryland: La Compañía de Gas y Electricidad (Baltimore Gas and Electric Company) implementa un sistema de descuentos por picos críticos (CPR, por sus siglas en inglés) por un período de cuatro meses en un grupo de prueba de 1.000 hogares. • 2008 – Colorado: Xcel Energy anuncia un proyecto de redes inteligentes por US\$100 millones. • 2008 – Washington D.C.: El programa piloto de contadores inteligentes PowerCentsDC™ implementa ToU, CPP, y CPR utilizando un banco de prueba de 1.200 consumidores a nivel de hogar. • 2008 – Dallas, Texas: El Centro de Comercialización de Tecnología Eléctrica (<i>Center for the Commercialization of Electric Technology, CCET</i>) y TXU Energy (Texas Utilities Electric and Gas Company) seleccionan a consumidores para evaluar la Respuesta a la Demanda (RD) pico de Reliant Energy y de Direct Energy. • 2009 – Florida: Miami contempla instalar un millón de contadores inteligentes inalámbricos (Fehrenbacher, 2009). • 2012 – Massachusetts: 15,000 hogares seleccionados en Worcester para formar parte de un plan de inversión de US\$45 millones durante los próximos dos años (Pilon, 2012). • En 2011 se llevaron a cabo 152 proyectos de demostración y 60 proyectos de implementación en 45 estados. Instalados en todo el país 140,000 termostatos programables con comunicación (PCT, por sus siglas en inglés) y 5 millones de contadores inteligentes (energy.gov 2011).

Fuentes: Ministerio Coreano de Economía del Conocimiento (2010), Hashmi (2011); Jeju SGTB (2012a); KSGI (2012b).

2.3.2. Canadá

Políticas	• 2006 – Código Eléctrico Canadiense 2006 (<i>Canadian Electrical Code 2006 - Amendments</i>) las enmiendas incluyen redes inteligentes. • 2007 – La Junta de Energía de Ontario (<i>Ontario Energy Board</i>) ordena actualizar la infraestructura de medición avanzada (AMI, por sus siglas en inglés). • 2009 – El Plan de Acción Económica de Canadá, Presupuesto 2009 (<i>Economic Action Plan, Canada Budget 2009</i>) incluye redes inteligentes. • 2009 – Futuro energético: infraestructura, cambios y desafíos para 2020 (<i>Energy Future: Infrastructure, Changes and Challenges to 2020</i>). • 2009 – Ley de energía verde (<i>Green Energy Act</i>) en Ontario, una acción integral de la política de gobierno.
Proyectos piloto	Hasta marzo de 2012, 4.3 millones de hogares de Ontario ya habían instalado contadores inteligentes (Jenkins 2012). Para el año 2013, la British Columbia planea instalar contadores inteligentes para todos sus clientes.

Fuentes: Popescu, Roberts et al. (2010); KSGI (2012b).

2.3.3. Unión Europea

Políticas	• 2006 - Visión y estrategia de las redes inteligentes. - o 2007 – Se seleccionan cinco áreas estratégicas de investigación. - o 2008 – Se seleccionan seis implementaciones estratégicas de redes inteligentes. • 2008 – Paquete de Energía y Clima (<i>Climate and Energy Package</i>): Se adoptan tres de los 20 objetivos meta de la UE para el año 2020: reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20%, ahorrar 20% del consumo energético de la UE y recibir el 20% del consumo energético total de la UE de la energía renovable. • 2008 – (España) Sustitución obligatoria de los contadores existentes por nuevos contadores inteligentes (IEA 2011). • 2009 – (Reino Unido) El Departamento de Energía y Cambio Climático del Reino Unido (<i>British Department of Energy and Climate Change, DECC</i>) y la Oficina de los Mercados de Gas y Electricidad (<i>Office of Gas and Electricity Markets, OFGEM</i>) publican un mapa de ruta de redes inteligentes de energía del Reino Unido (<i>Electricity Networks Strategy Group</i> 2010). • – (Francia) La Agencia Francesa de Medio Ambiente y Gestión de la Energía (<i>Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, ADEME</i>) creó una hoja de ruta de redes inteligentes en Francia (Gioria, 2009).
-----------	---

Proyectos piloto	• Italia – Desde 2000 a 2005, el Proyecto Telegestore invirtió 2.5 mil millones EUR para desplegar 31 millones de contadores inteligentes y más de 100,000 subestaciones automatizadas de distribución. En 2011, como resultado de un esfuerzo continuo posterior a las acciones del Proyecto Telegestore, se adjudicaron ocho proyectos financiados en base a tarifas para la gestión avanzada y automatización de redes. Se otorgaron 200 millones EUR para hacer demostraciones de la tecnología de redes inteligentes y modernizar la red en el sur de Italia (IEA 2011). • España – De 2007 a 2010, se invirtió 24 millones EUR en el Proyecto de redes inteligentes DENISE (Distribución Energética, Inteligente, Segura y Eficiente). En 2015 la empresa de servicios públicos Endesa desplegará la gestión de contadores automatizados para más de 13 millones de clientes, mientras que la empresa de servicios públicos Iberdrola instalará 10 millones (IEA 2011). • Alemania – En 2008 la Misión de la E-Energía (<i>E-Energy Mission</i>) invierte 60 millones EUR en los proyectos de redes inteligentes de eTelligence, EDeMa, MOMA, MEREGIO y RegModHarz. • Inglaterra – En 2009 se invirtió £500 millones para implementar redes inteligentes en cuatro ciudades. • Francia – En 2012 se comprometen 4 millones EUR para la tecnología de redes inteligentes y en 2007 el despliegue de más de 350.000 contadores inteligentes a través del Proyecto LINKY. • Países Bajos: El proyecto de ciudad inteligente Amsterdam Smart City (ASC), en los Países Bajos, pretende instalar estaciones de carga inteligente de energía limpia para vehículos eléctricos (VE) en 300 localidades y aumentar en un tercio el porcentaje de uso de energía renovable.
------------------	---

Fuentes: Ministerio de Economía del Conocimiento de Corea (2010); Jeju SGTB (2012a); Jeju SGTB (2012b).

2.3.4. Australia

Políticas	• 2004 – La Comisión de Servicios Esenciales (<i>Essential Service Commission, ESC</i>) de Victoria, Australia, publica una versión actualizada del Código de Medición de Servicio Eléctrico de Clientes (<i>Electricity Customer Metering Code</i>) y del Procedimiento de Metrología de la Industria Victoriana para el suministro de energía (<i>Victorian Electricity Supply Industry Metrology Procedure</i>), con el fin de requerir medidores de intervalos para 2.6 millones de clientes en Victoria, así como el documento llamado Implantación obligatoria de medidores de intervalos de clientes de electricidad (<i>Mandatory Rollout of Interval Meters for Electricity Customers</i>) para anunciar la finalización del cronograma en 2013 (Hashmi 2011). • 2009 – El gobierno anunció que el proyecto Red Inteligente, Ciudad Inteligente (<i>Smart Grid, Smart City</i>), por AUD 100 millones, es el primer proyecto de redes inteligentes en escala comercial en Australia (Hashmi 2011).
-----------	--

2.3.5. China

Políticas	• 2007 – Declaración de política energética integral “Políticas y condiciones energéticas de China (<i>China’s Energy Conditions and Policies</i>)” (IEEE Smart Grid, 2012). - o Racionalización de las redes eléctricas. - o Fortalecimiento de las redes eléctricas inteligentes y de las redes de transmisión y distribución de electricidad en la región. - o Desarrollo de un sistema de respuesta de emergencia para la seguridad y confiabilidad de la energía eléctrica. - o Fortalecimiento de la gestión de la demanda (<i>DSM</i>, por sus siglas en inglés). - o Control sobre el uso de la energía eléctrica con el fin de conservar la energía y aumentar la eficiencia en su uso. - o Reforzar la Ley de Energías Renovables (<i>Renewable Energy Law</i>) y las políticas prioritarias para la electricidad de energía renovable. - o Renovación de la red rural. • 2009 – Fortalecimiento del Plan de Redes Inteligentes (<i>Smart Grid Plan</i>). • 2010 – XII Plan Quinquenal Nacional de Desarrollo Económico y Social, 2011-2015 [<i>12th Five-Year Plan for National Economic and Social Development (FYP), 2011-2015</i>]. - o Mayor desarrollo de la red eléctrica. - o Las inversiones estatales en materia de redes superarán los RMB 17 mil millones. - o Para 2020, 15% de la energía provendrá de combustibles no fósiles (APCO Worldwide, 2010).
-----------	---

2.3.6. India

Políticas	• 2003 – Ley de Electricidad 2003 (<i>Electricity Act of 2003</i>): para mejorar la eficiencia y la capacidad de generación y distribución de energía eléctrica. ○ Distribución de energía eléctrica: un tema clave. ○ Tasa de crecimiento anual de la energía del 12%. ○ Las pérdidas de líneas de transmisión y distribución promedian el 26% de la producción total de energía eléctrica; en algunos estados las pérdidas alcanzan hasta un 62%. Las pérdidas han alcanzado hasta un 50%, si tomamos en cuenta las pérdidas no técnicas, como el robo de energía. ○ Pérdida financiera: 1.5% del PIB nacional y en constante aumento. • 2007 – Plan Energía para Todos (<i>Power for All plan</i>): en 2012 se requiere 1 TW adicional de capacidad. Con el fin de satisfacer la creciente demanda, India tiene planificado, para 2020, ampliar su infraestructura de energía en más del 100% (UPI, 2007). • 2008 – El Plan de Acción Nacional sobre Cambio Climático (<i>National Action Plan on Climate Change</i>): hace énfasis en la energía solar.
Proyectos piloto	• 2009 – Asociaciones iniciadas con Google y PowerMeter para implementar los contadores inteligentes de Google en las grandes ciudades como Mumbai y Delhi (Pahwa, 2009).

Fuentes: Hashmi (2011); KSGI (2012b).

2.3.7. Japón

Políticas	• 2008 – Se invirtió ¥20 mil millones en energías renovables, incluyendo energía solar y eólica. ○ Integración de la generación de energía solar con micro redmicrorredes. ○ Meta en la generación de energía solar: 34GW (2020), 100GW (2030). • 2009 – Establecimiento de una hoja de ruta de Tecnología y Desarrollo (T&D, por sus siglas en inglés). • 2009 – Plan de inversión de ¥30 mil millones para tecnologías de redes inteligentes, incluyendo contadores inteligentes. La Federación de Compañías de Energía Eléctrica de Japón (<i>Federation of Electric Power Companies of Japan</i>) tiene planificado completar la incorporación de la energía solar a su red inteligente en 2020.
Proyectos piloto	• Promoción con las corporaciones privadas de la estandarización de redes inteligentes; proyectos de demostración para aumentar la energía solar en 10 islas. • 2007 – Muchos sitios de demostración de microrredes en operación,

	incluyendo la ciudad de Ota. • 2009 – Establecimiento de sitios de demostración de líneas de transmisión y generación de energía de próxima generación. • 2009 – A partir de 2013, Toshiba, la Tokyo Electric Corporation y la Tokyo Electric Power Company (TEPCO) trabajarán juntas para desarrollar e instalar contadores inteligentes en el área de servicio de la Tokyo Electric Power Company. • 2010 – Proyectos piloto de ciudades inteligentes (2010–2014) en cuatro ciudades seleccionadas: Yokohama, Toyota, Kansai y Kitakyushu: planes para desplegar 2,000 VE en Yokohama y 3,100 en Toyota en 2014.
--	---

Fuentes: Ministerio de Economía del Conocimiento de Corea (2010); Jeju SGTB (2012a); Jeju SGTB (2012b).

2.4. Tendencias del mercado de redes inteligentes

El Instituto para la Evaluación y Planificación de la Ciencia y la Tecnología de Corea (*Korea Institute of Science and Technology Evaluation and Planning, KISTEP*) (Park y Yong, 2011) identificó varias tendencias importantes de tecnología y mercado. Están surgiendo amenazas de seguridad cibernética para las redes inteligentes, así como también está comenzando a ser una tendencia la distribución automatizada de tecnologías y aplicaciones claves de las redes inteligentes. Los contadores inteligentes o la infraestructura de medición avanzada (AMI) se están desplegando activamente en Europa y en China está en expansión el mercado de las tecnologías de respuesta a la demanda y la importancia de las capacidades de gestión de datos está creciendo. Las empresas de telecomunicaciones están involucrándose seriamente en proyectos de redes inteligentes y la acción se está expandiendo a los sectores del gas.

Pike Research, LLC (Asmus, Lockhart et al., 2012) también identificó tendencias inminentes de tecnología y mercado. Han determinado que “arquitectura” se convertirá en una nueva palabra de moda en el campo tecnológico de redes inteligentes de energía, pues la importancia del diseño y construcción de redes inteligentes es parte de la corriente principal. Además, Pike reconoció que está próxima la intersección de la automatización de la distribución y la AMI. La fase de despliegue del contador inteligente también dará lugar a su fase de implementación con el fin de aprovechar al máximo la tecnología, ya que las microrredes también pasan de los planes a la realidad. Pike Research también mencionó amenazas de seguridad cibernética, estuvo de acuerdo con el análisis del KISTEP y estableció que los riesgos de fallas en la seguridad cibernética son inevitables. Así mismo, Pike también reconoció que seguirá

progresando el interés de Asia Pacífico en la adopción de las redes inteligentes y tecnologías de redes inteligentes. La fijación de precios dinámicos será un tema de discusión entre los distintos grupos de consumidores y seguirá el rechazo de los consumidores a los contadores inteligentes. Se revisarán lentamente las actividades en las redes de área doméstica (HAN, por sus siglas en inglés). En el mercado de Estados Unidos, el gasto de estímulo a las redes inteligentes generará, según la ARRA de 2009, no solo resultados productivos sino también preocupaciones.

3. Red inteligente en Corea

3.1. Antecedentes de la Iniciativa de Redes Inteligentes de Corea

La República de Corea ha surgido recientemente como una fuente de inspiración internacional para el uso eficiente y saludable de la energía a través de la utilización de las tecnologías de redes inteligentes (KSGI, 2012c). El presidente Lee Myung-Bak marcó formalmente el comienzo de la tecnología de redes inteligentes como parte fundamental de los esfuerzos de la República de Corea para convertir su economía en una economía más ecológica y eficiente, al anunciar la visión nacional de “Bajo carbono, crecimiento verde” (*Green Growth, Low Carbon*), el 15 de agosto de 2008, durante el sexagésimo aniversario de la fundación de la República de Corea.

En noviembre de 2009, el Comité Presidencial sobre Desarrollo Verde (*Presidential Committee on Green Growth*), uno de los asesores más importantes del país en la iniciativa de redes inteligentes, anunció la meta de reducción de emisión de CO₂ del país para 2020. Lanzaron la visión nacional “Construyendo un país verde de avanzada” (*Building an Advanced Green Country*), y detallaron los planes para la ejecución de redes inteligentes en una hoja de ruta nacional. El Comité desarrolló esta hoja de ruta con el punto de vista y la experiencia de los miembros de la industria, académicos y centros de investigación. Buscaban reducir en un 30% el nivel estimado de emisiones de CO₂ en 2020, a pesar de la reputación de la República de Corea de tener la mayor tasa de crecimiento de emisiones de gases de efecto invernadero en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). De 1990 a 2005, las tasas de emisiones de la República de Corea se duplicaron. Un Plan Quinquenal está en acción para promover el desarrollo verde mediante la regulación de los precios del carbono a través de un sistema de fijación de límites máximos e intercambio de los derechos de emisión.

El proyecto nacional de redes inteligentes es parte de un esfuerzo para transformar gradualmente la economía y la sociedad de la nación hacia bajas emisiones de CO₂ y mayor

resistencia al cambio climático. Además, este proyecto pretende ser un marco para una reactivación de la economía coreana. En diciembre de 2009, el gobierno seleccionó consorcios y firmó un contrato para el proyecto de demostración de redes eléctricas inteligentes en la Isla de Jeju. El banco de pruebas de redes eléctricas inteligentes de la Isla de Jeju no sólo funciona como sitio central para pruebas e investigaciones innovadoras en el campo de la tecnología de redes inteligentes, sino que también sirve para demostrar la dedicación de la República de Corea a esta nueva tecnología y método de formación de una nación de crecimiento verde. Esta mentalidad orientada al crecimiento verde puede verse en la implementación de políticas y proyectos del gobierno coreano que reflejan el apoyo del público a través de su cooperación.

En enero de 2010, Corea presentó su hoja de ruta de redes inteligentes. Se puso en marcha una demostración a gran escala de redes inteligentes, para servir como una plataforma para establecer las tecnologías de redes inteligentes como un modo operacional clave para aumentar la eficiencia energética de Corea. La hoja de ruta nacional sobre redes eléctricas inteligentes detalla la integración nacional de redes inteligentes para 2030, lo cual permitirá un ahorro de US\$47 mil millones en las importaciones de energía actuales. Además, los campos relacionados con las redes inteligentes pueden crear hasta 50,000 nuevas fuentes de empleo cada año y, por lo tanto, impulsar la economía de mercado del país en US\$74 mil millones. Los aportes de las redes inteligentes, en el caso de República de Corea, pueden liderar el desarrollo económico del país durante los próximos 20 a 30 años. El Instituto Coreano de Redes Inteligentes (KSGI) se creó para facilitar la transición a una nación orientada a las redes inteligentes. El KSGI funciona como agente internacional de Corea para iniciar proyectos de redes inteligentes y como su facilitador nacional en políticas y despliegues de estas redes inteligentes. La Ley de Estímulo a Proyectos de Redes Inteligentes (*Smart Grid Stimulus Law*) se promulgó en mayo de 2011 y cobró vigencia el 25 de noviembre de ese mismo año.

3.2. El rol del gobierno de Corea y la Política de Redes Inteligentes

En esta sección se presenta un resumen del contenido de la hoja de ruta de redes inteligentes del Ministerio de Economía del Conocimiento de Corea (*Korea's Ministry of Knowledge Economy, MKE*) (MKE 2010).

3.2.1. Desarrollo y comercialización de la tecnología

[Objetivos] • Desarrollar tecnologías a través de su ciclo de vida completo, incluyendo el desarrollo inicial, la estandarización y la comercialización. • Impulsar el comercio nacional y promover el apoyo en el extranjero para crear un nuevo crecimiento.	
Apoyo al desarrollo de la tecnología modular de las redes inteligentes	• Proporcionar un sistema nacional de apoyo para la generación de energía renovable, la tecnología de almacenamiento de energía, fundamental para los vehículos eléctricos, la tecnología modular de redes eléctricas inteligentes y la tecnología de seguridad. - o A partir de 2010, los esfuerzos se enfocan en el almacenamiento de energía, la transferencia bidireccional de electricidad, la seguridad y un plan de desarrollo de tecnología modular. ▪ Pasos clave: 1) sistema de contadores inteligentes, distribución DC, seguridad, etc.; 2) carga para vehículos eléctricos, redes de autorecuperación, etc.; y 3) dispositivos con gran capacidad de almacenamiento. - o Plan de desarrollo de tecnología esencial que incluya elementos de seguridad y el desarrollo del sistema. ▪ Tecnologías de seguridad: seguridad integrada a la red de distribución de energía eléctrica, dispositivo para autenticación mutua, sistema de información cifrada en tiempo real. • Consistencia segura con la política verde a través del desarrollo de tecnologías relacionadas con vehículos eléctricos y energía renovable. - o El Primer Plan Nacional de Energía (<i>First National Energy Plan</i>), agosto de 2008. - o Plan Maestro para el Desarrollo de Energías Renovables (<i>Renewable Energy Master Plan</i>), diciembre de 2008. - o Plan de Activación de la Industria de Vehículos Eléctricos (<i>Electric Vehicle Industry Activation Plan</i>), octubre de 2009.

	• Centrarse en los compromisos presupuestarios de largo plazo para el desarrollo y comercialización de tecnologías relacionadas; apoyar las inversiones privadas que se activarán en el corto plazo. - o Una nueva característica del banco de pruebas de la Isla de Jeju fue el apoyo empírico para la comercialización temprana de las tecnologías. - o Se están estableciendo las alianzas tecnológicas y estratégicas necesarias con otros países y la investigación internacional conjunta.
Fomento del apoyo al mercado interno	• Establecer una ciudad piloto con red inteligente en 2011 para probar y demostrar la ideología de bajo carbono y crecimiento verde. - o Las tecnologías probadas y los productos y modelos de negocio demostrados en el banco de pruebas de la Isla de Jeju se utilizaron para establecer un estándar nacional y recibirían apoyo con mayor prioridad. Paralelamente se desarrolló un sistema de registro y certificación de buenos modelos de negocio. • Promover productos con alto potencial de comercialización, como vehículos eléctricos, sus cargadores, lectura automática de contadores (AMR, por sus siglas en inglés)/infraestructura del hogar digital (IHD) y dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica. - o El reglamento y el sistema para el desarrollo de la tecnología y la activación del mercado se han desarrollado en paralelo.
Apoyo a la expansión en el extranjero	• Organizar conferencias internacionales sobre el banco de pruebas en la Isla de Jeju y poner a funcionar instalaciones de exposición de experiencias para oportunidades en el extranjero. - o 2010: Congreso Internacional sobre Redes Inteligentes [Asociación de Redes Inteligentes de Distribución de Energía (<i>Smart Grid Association</i>)]. - o La instalación de demostraciones para establecer un mercado extranjero abrió antes de la Cumbre del G-20 en 2010. • Ejecutar Acuerdos de Reconocimiento Mutuo con países que cuentan con grandes inversiones en el sector eléctrico para solucionar obstáculos técnicos al comercio. • Impulsar el mercado potencial de exportación de los países en desarrollo a través del apoyo a programas similares al clima de alianzas de redes inteligentes existente en el este de Asia. .

3.2.2. Apoyo al mercado de productos y modelos de negocio exitosos

[Objetivos] • Difundir y promover modelos exitosos de subproductos del banco de pruebas de la Isla de Jeju. • Activar las inversiones de las empresas e incentivar la participación voluntaria de los ciudadanos.	
Creación de modelos exitosos a partir del banco de pruebas de la Isla de Jeju	• A partir de 2012, llevar a cabo demostraciones lideradas por empresas privadas en las áreas de territorio inteligente (consumidores), transporte inteligente y energía renovable inteligente. • Establecer un proceso que refleje los resultados de la demostración de la hoja de ruta nacional.
Apoyar la creación de mercados para nuevas tecnologías y productos	• Introducir un sistema de certificación de productos inteligentes y ofrecer incentivos por su compra. ◦ Introducir un sistema de certificación de edificios inteligentes con sistemas AMI y electrodomésticos inteligentes. ▪ Código de Construcción (<i>Building Code</i>), Artículo 66, Sección 2: se ha agregado el sistema de certificación de la clasificación de la eficiencia energética de los edificios. • Introducir el crédito fiscal para la investigación y el desarrollo tecnológico clave, como los vehículos eléctricos (2012). • Mejorar la eficiencia y la generación de energías renovables (2012). • Desplegar dispositivos de almacenamiento de energía (2015). • Comprar productos estratégicos para la creación de mercados. ◦ Un millón de empresas para el suministro de Casas Ecológicas, proyectos de gestión de la demanda y proyectos de casas inteligentes.

3.2.3. Infraestructura

[Objetivos] • Brindar incentivos agresivos para acelerar el despliegue de la infraestructura durante las etapas iniciales. • Establecer sistemas de estandarización y certificación. • Crear una base de datos de expertos para potenciar el mercado externo. • Desarrollar un sistema de seguridad para la implementación y operación de redes inteligentes.

Acelerar el despliegue de la infraestructura modular para las redes inteligentes	• Invertir US\$1,25 mil millones en contadores inteligentes y en un sistema de comunicación bidireccional para apoyar la instalación obligatoria de contadores inteligentes en 2020. • Iniciar la construcción de redes de transmisión bidireccional de energía (2013). ○ Aplicar los resultados empíricos de las 10 tareas de Tecnologías de la Información y de los proyectos piloto de redes eléctricas inteligentes. • Implementar el despliegue rápido de la infraestructura de carga para el despliegue fluido de vehículos eléctricos. ○ A partir de 2011, se lleva a cabo la instalación de estaciones de carga rápida para vehículos eléctricos en las estaciones de servicio, estaciones de servicio del LPG, instituciones públicas y en los supermercados grandes. ▪ 20 cargadores piloto para VE en 2011, 100 en 2012, 200 en 2013 y 400 en 2014. ○ Hasta 2014, los cargadores para vehículos eléctricos serán financiados por el gobierno y las operaciones, por el sector privado. ○ Primer semestre de 2010: KEPCO desempeñó los roles necesarios para apoyar la instalación de infraestructura de carga para vehículos eléctricos, con infraestructura, instaladores y proveedores de electricidad.
Desarrollar sistemas de estandarización y certificación	• Apoyo para la estandarización internacional y comercialización inicial de tecnología de redes inteligentes y sus productos. ○ 2010: Las Directrices de Interoperabilidad (<i>Interoperability Guidelines</i>) proveen estándares. ○ Apoyo a la comercialización internacional y la exportación a través de pruebas y certificaciones de organizaciones acreditadas. • En el caso de las estrategias de estandarización, promover los foros de estandarización organizados por el sector privado. • Impulsar el Programa de Apoyo para Administrar Actividades sobre las Normas Internacionales de las Redes Inteligentes (<i>Smart Grid International Standards Activities Support Program</i>). ○ IEC/ISO y otros estándares internacionales relacionados con las reuniones y actividades profesionales. ○ Grupo de Trabajo de estándares internacionales en el campo de redes inteligentes del Foro de las Economías Principales (<i>Major Economic Forum, MEF</i>). • Formar especialistas en la investigación y desarrollo de redes inteligentes, su instalación, mantenimiento y las normas

	internacionales. - o Especialistas en integración tecnológica entre la energía y la TI. - o Establecimiento de una norma internacional y actividades relacionadas.
Desarrollar sistemas de seguridad	• Difundir los lineamientos de redes inteligentes en 2010. • Apoyo al sistema nacional de seguridad para redes inteligentes. - o Diseñar la arquitectura de seguridad que apoya las redes inteligentes. - o Garantizar una red de operaciones segura, a través de la seguridad adecuada para el desarrollo de la tecnología de redes inteligentes. - o Identificar anomalías a través de los controles de redes eléctricas de los sistemas de seguridad. • Establecer y gestionar las normas y certificaciones de seguridad de las redes inteligentes. - o Las normas de seguridad de interoperabilidad entre diferentes productos y tecnologías. - o Certificación de cumplimiento de la normativa de seguridad de las redes inteligentes para el mantenimiento de seguridad y la autenticación de las tecnologías desarrolladas.

3.2.4. Política y regulación

[Objetivos] - Llevar a cabo la redacción inicial y revisión de las leyes y reglamentos pertinentes para la convergencia entre industrias con el fin de permitir el surgimiento de nuevas industrias y mercados. - Establecer una nueva legislación para la estabilidad de los proyectos a largo plazo.	
Revisar la legislación relacionada	2010: Despliegue de redes inteligentes y apoyo a ley especial. - Base legal para incentivos, como los incentivos financieros y fiscales para acelerar el despliegue eficiente de las redes inteligentes. - Los planes de desarrollo de la industria y las operaciones del comité, la infraestructura, incentivos, operaciones de la ciudad piloto, información sobre protección y seguridad, certificación y financiación. - Revisar la Ley de Electricidad (<i>Electricity Act</i>), así como las leyes de estacionamiento y vivienda, para permisos relacionados con materia de seguridad de las estaciones de carga. - Las normas de seguridad de cargadores de VE, estado legal y normas comerciales de los operadores de estaciones eléctricas, instalación de la estación, etc., reflejadas en la Ley de Electricidad y en los reglamentos de estacionamiento y las leyes relacionadas con la vivienda. - Proyecto de investigación sobre el sistema de facturación por la carga de vehículos eléctricos en 2010. - Establecer una política para que los dispositivos de almacenamiento de energía apoyen los sistemas de micro redes. Según lo definido por el Grupo de Intercambio de Microredes (<i>Microgrid Exchange Group, MEG</i>) (DOE, 2011), “Una microred es un grupo de cargas interconectadas y recursos de energía distribuidos dentro de límites eléctricos bien definidos que actúa como una entidad única controlable con respecto a la red. Una microred puede conectarse y desconectarse de la red para permitirle funcionar tanto conectado a una red como en modo isla”. - Los consumidores que venden excedentes de energía deben establecer las reglas, términos y condiciones de funcionamiento para definir el precio y suministro de energía eléctrica.
Introducción gradual de las tarifas en tiempo real	- Cambiar el actual sistema de facturación de electricidad a un sistema de tarifas con base en costos para ahorrar el consumo de energía y aumentar la conciencia de los consumidores. - Apoyo a grupos vulnerables a través del consenso social

	según el presupuesto general de fondos o la industria de energía. • Desarrollar una variedad de planes de tarifas opcionales para permitir que el cliente elija y ahorre energía. ○ Tarifas en tiempo real (RTP, por sus siglas en inglés), tarifas de tiempo de uso (ToU), tarifas de período de punta (CPP), etc. ○ Con base en un plan eléctrico flexible establecido por el éxito empírico del banco de pruebas en Jeju. • Desarrollar diferentes tasas impositivas para los servicios de carga de VE. ○ Impuesto adicional por la carga de electricidad para apoyar la inversión en cargadores comerciales. ○ Exclusiones de la tasa impositiva progresiva para las tarifas eléctricas residenciales para cargadores lentos.
Preparar un suministro estable de electricidad	• Planificar la expansión de la instalación de suministro de electricidad para estar preparados para el desarrollo de energía renovable y los vehículos eléctricos. ○ 2010: establecer una planificación de expansión de quinta generación. • Establecer un sistema de suministro de energía de emergencia en 2012, en caso de que la red de carga para vehículos eléctricos sufra un aumento de carga. • Introducir un sistema inteligente de gestión de electricidad.

3.3. Estructura organizacional de las redes inteligentes de Corea

El Ministerio de Economía del Conocimiento (MKE) regula la formulación de políticas económicas en los sectores energético e industrial. El actual MKE es un compendio de muchos de los ministerios antiguos de Corea: Comercio, Industria y Energía; Información y Comunicación; y Ciencia y Tecnología. En mayo de 2011, promulgó la Ley de implantación y utilización de redes inteligentes (*Smart Grid Deployment and Utilization Law*) y brindó el marco para la implementación de las redes inteligentes.

El Instituto Coreano de Redes Inteligentes (KSGI) (KSGI, 2012c) se formó en agosto de 2009 para administrar la iniciativa de redes inteligentes y sus proyectos en Corea. Las obligaciones del KSGI incluyen la ejecución de la Iniciativa de Redes Inteligentes de Corea y la gestión de demostraciones de redes inteligentes, ciudades piloto y la investigación y desarrollo. Una de las principales responsabilidades del KSGI es liderar la gestión de la Hoja de Ruta de

Redes Inteligentes de Corea, mientras actualiza los sistemas obsoletos de energía eléctrica. De acuerdo con la visión de la hoja de ruta, el instituto desarrolla bancos de pruebas y ciudades piloto de redes inteligentes. Las políticas relacionadas con las redes inteligentes también reciben el apoyo del KSGI. El KSGI explora los nexos entre la energía eléctrica y la tecnología de la información, coordina la colaboración entre la industria, los académicos y los centros de investigación y trabaja tanto a nivel nacional como internacional para garantizar la estandarización y la certificación de la seguridad en el campo de las redes inteligentes.

La demostración de redes inteligentes en la Isla de Jeju recibió el apoyo y la participación de cerca de 170 empresas coreanas famosas. Estos miembros de consorcios dirigen la demostración en sus cinco dominios: red inteligente de energía, consumidor inteligente, transporte inteligente, energía renovable inteligente y servicio de energía eléctrica inteligente (véase gráfico 1). Los miembros están desarrollando nuevos modelos de negocio y tecnologías de redes inteligentes gracias a su participación en la demostración inteligente y en el proyecto de ciudad piloto en la Isla de Jeju.

Gráfico 1. Estructura organizacional de las redes inteligentes de Corea



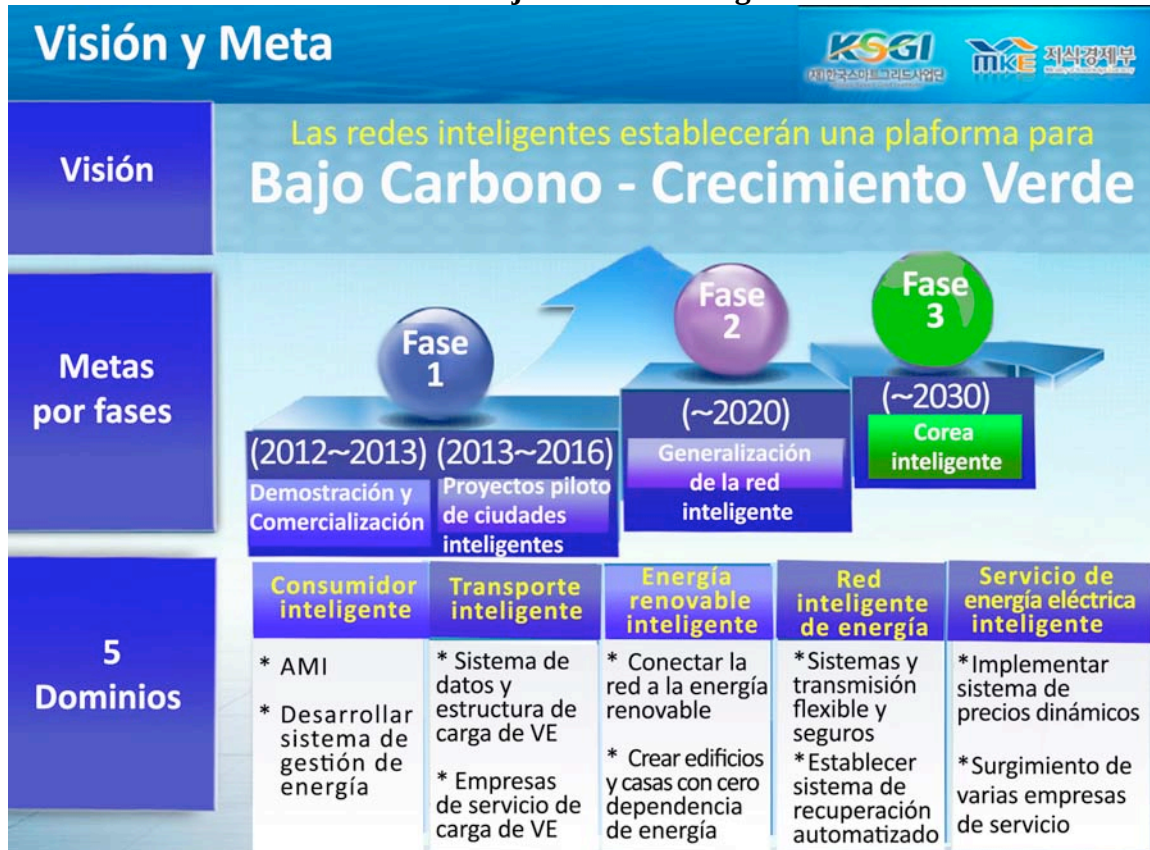
Fuente: KSGI (2012c).

3.4. Hoja de Ruta Nacional sobre Redes Eléctricas Inteligentes en Corea

3.4.1. Visión general

Durante el taller realizado en abril de 2012 en Jeju, Corea, el MKE compartió su actual Hoja de Ruta Nacional sobre Redes Inteligentes. La visión de la hoja de ruta es “que las redes inteligentes establecerán una plataforma de bajos niveles de carbono y crecimiento verde”. La hoja de ruta establece tres fases y cinco dominios (**Error! Reference source not found.**). Los cinco dominios son: consumidor inteligente, transporte inteligente, energía renovable inteligente, red inteligente de energía y servicio de energía eléctrica inteligente. La Fase 1 se enfocará en la demostración y comercialización de 2012 a 2013. Esto incluye el banco de pruebas en la Isla de Jeju y los proyectos piloto de ciudades inteligentes, como la que existe en la Ciudad de Jeju y varias ciudades seleccionadas en Corea de 2013 a 2016. La Fase 2 se enfocará en ampliar las redes inteligentes a otras áreas urbanas en Corea hasta 2020. La Fase 3 se enfocará en el despliegue de las redes inteligentes en todo el país, hasta 2030.

Gráfico 2. Hoja de Ruta Inteligente de Corea



Fuente: Yang (2012).

El cuadro 1 brinda los beneficios esperados de la iniciativa de redes inteligentes de Corea.

Cuadro 1. Redes inteligentes en Corea – Resultados esperados

Área	Resultados
Creación de nuevas fuentes de empleo	50,000 empleos por año, hasta 2030
Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	230 millones de toneladas en 2030
Ahorro en las importaciones de energía	US\$40 mil millones para 2030
Aumento en las exportaciones	US\$42 mil millones para 2030
Aumento en el mercado nacional	US\$64 mil millones para 2030
Ahorro al evitar la construcción de una nueva central eléctrica	US\$3 mil millones en 2030

Fuente: Ministerio de Economía del Conocimiento de Corea (2010).

3.4.2. Plan de inversión

En el cuadro 2 se proporciona el plan de inversión total para cada fase de la Iniciativa de Redes Inteligentes de Corea.

Cuadro 2. Plan de Inversión en Redes Inteligentes de Corea – Total (millones de US\$)

Área		Fase 1	Fase 2	Fase 3	Total
Gobierno	Cargadores de VE	6	211	-	216
	Infraestructura del hogar digital	17	33	-	51
	Almacenamiento de energía	-	132	-	132
	VE	9	26	-	35
	Desarrollo de tecnología	171	631	1,123	1,925
	Subtotal	203	1,033	1,123	2,359
Sector privado	Contador inteligente	274	961	-	1,235
	Infraestructura del hogar digital	-	172	287	459
	Infraestructura de comunicaciones	218	953	16	1,187
	Cargador para VE	-	193	3,973	4,166
	Energía renovable	-	2,684	4,884	7,568
	Establecimiento de servicio	26	257	261	543
	Red de energía	135	553	1,578	2,267
	Desarrollo de tecnología	195	988	2,963	4,146
	Subtotal	848	6,762	13,962	21,572
Total		1,052	7,795	15,085	23,931

Fuente: MKE (2010).

En el cuadro 3 se muestra las inversiones detalladas para el desarrollo de tecnología.

Cuadro 3. Plan de Inversión en Redes Inteligentes de Corea para el desarrollo de tecnología (millones de US\$)

Área	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Total
Territorio inteligente (Consumidor)	35 Desarrollo de tecnología AMI	160 Establecimiento de sistema AMI	478 Comercio bidireccional de energía	673
Transporte inteligente	122 Prueba piloto de infraestructura de carga	563 V2G y tecnología de plantas generadoras virtuales	1,680 VE y comercialización de servicio de carga	2,365
Energía renovable inteligente	28 Plataforma para la generación de ER	130 Operación integrada estable de ER	388 Infraestructura a gran escala de ER	546
Red inteligente de energía	70 Infraestructura de redes energéticas	320 Implementación de redes eléctricas a escala de ciudad	Implementación de 956 redes eléctricas en el país	1,345
Servicio de energía eléctrica inteligente	59 Uso de infraestructura según demanda	273 Servicio diversificado de energía eléctrica	464 Sistema de comercio de energía	796
Estandarización y certificación	28 Infraestructura	81 Establecimiento y funcionamiento de sistema	102 Norma internacional	211
Seguridad	24 Arquitectura y componentes	93 Interoperabilidad y control	17 Seguridad avanzada	135
Total	366	1,619	4,086	6,071

Fuente: MKE (2010).

3.4.3. Hoja de Ruta para los Cinco Dominios

En el cuadro 4 se presentan las metas de los cinco dominios en cada fase.

Cuadro 4. Hoja de Ruta de Redes Inteligentes de Corea para los Cinco Dominios

	Fase 1 (2012–2016)	Fase 2 (-2020)	Fase 3 (-2030)
	Demostración y comercialización, y proyecto piloto de ciudad inteligente	Amplio despliegue de redes inteligentes	Terminación del proyecto a nivel nacional
Red inteligente de energía	• Sistema operativo de distribución de energía inteligente • Prueba y certificación de instalaciones/sistemas de energía inteligente	• subestación digital • distribución de energía inteligente • Sistema de monitoreo de área extensa (WAMS, por sus siglas en inglés) y Sistema de control de área extensa (WACS, por sus siglas en inglés) • Equipo/maquinaria con base en energía inteligente	• ingeniería de la red inteligente • consultoría energética
Consumidor inteligente	• Red de área doméstica (HAN) • portal de recepción • contadores inteligentes • electrodomésticos inteligentes para el hogar • casas ecológicas • Sistema de gestión de energía para el hogar (HeMS, por sus siglas en inglés))	• edificios ecológicos • IDC verde • fábricas ecológicas • Sistema de gestión energética para edificios (BEMS, por sus siglas en inglés) • Sistema de gestión de energía para fábricas (FEMS, por sus siglas en inglés)	• Sistema de aplicación de AMI
Transporte inteligente	• batería, Sistema de manejo de baterías • tren de potencia (motor, inversor, etc.)	• Sistema de conversión de potencia (PCS, por sus siglas en inglés)	• Centrales eléctricas virtuales (VPP, por sus siglas en inglés) de vehículos

	• infraestructura de carga • vehículos eléctricos (VE) a pequeña escala	• de vehículo a red (V2G) • Sistema V2G • Sistema de gestión de activos (SGA) móviles • VE a mediana y gran escala	• eléctricos (VE) • Sistema avanzado de VE
Energía renovable inteligente	• Sistemas de coordinación y estabilización de generación de energía renovable • Equipo/maquinaria operativa para microrredes de bajo voltaje • Sistemas de conversión de potencia/equipo para instalaciones de almacenaje de energía a pequeña escala	• Instalaciones/equipo para garantizar la coordinación estable de la generación masiva de energía renovable • Máquinas/instalaciones operativas para la distribución de energía y microrred de subestación • Instalaciones/equipo de subestación para el almacenamiento mediano y masivo	• Coordinación de instalaciones/equipo para la generación de energía renovable • Sistema de microrred
Servicio de energía eléctrica inteligente	• Proyecto de demostración de tarifas en tiempo real (RTP, por sus siglas en inglés) • Proyecto de gestión de la respuesta a la demanda (RD)	• Mercado RD en tiempo real • mercado de energía inteligente • derivados de energía	• mercado integrado de energía • comercio de energía entre naciones

Fuente: KSGI (2012c).

3.5. *Proyectos de TI de Energía relacionados con redes inteligentes*

Los 10 Proyectos de TI de Energía de Corea (KSGI, 2012a) buscan impulsar los dispositivos, sistemas y tecnologías de energía eléctrica en dirección a lo digital, inteligente y ecológico, mediante la creación de un alto valor agregado para los servicios de energía eléctrica y el establecimiento de una relación entre la tecnología de la energía eléctrica y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). La TI de energía está respaldada por el Programa Nacional de TI de Energía (*Power IT National Program*) y es un reflejo de la dedicación de Corea a aprovechar el potencial de la industria de energía eléctrica e impulsar la economía. Otra

prioridad del programa es la de revolucionar el campo de los servicios de energía eléctrica y por ende, elevar los estándares de dichos servicios. Los 10 Proyectos de TI de energía se escogieron a partir de un programa de desarrollo tecnológico establecido en 2005. La Iniciativa de Redes Inteligentes se asoció con los Proyectos de TI de energía, en febrero de 2009, identificando los proyectos como una parte importante de la estrategia y visión de Crecimiento Verde de Corea. Las industrias marcadas para mejora por el Programa Nacional de TI de Energía y la Iniciativa de Redes Inteligentes jugarán un papel importante en el crecimiento económico del país a través de la implementación de los 10 proyectos seleccionados al sacar provecho de la posibilidad de darle valor agregado a los servicios de energía eléctrica.

A continuación se presenta una breve descripción de los 10 Proyectos de TI de Energía.

- Desarrollo del Sistema de Gestión Energética de Corea:
 - Manejar sistemas de energía eléctrica utilizando soluciones de TI para ubicar y comercializar el sistema de gestión energética. Este programa puede brindarle a Corea la tecnología necesaria para establecer un sistema de gestión energética.
- Desarrollo de Sistemas Operativos y Monitoreo de Red de Transmisión Inteligente:
 - Usar la TI para maximizar la eficiencia de la instalación de transmisión de energía y crear un sistema de gestión de riegos en caso de desperfectos y desastres naturales.
- Sistema de Control basado en TI para la Transmisión Masiva de Energía:
 - Desarrollar un Sistema Flexible para la Óptima Transmisión de Corriente Alterna (FACTS, por sus siglas en inglés) a través de la incorporación de TI y de tecnología local en el sistema de energía.
- Desarrollo de un Prototipo para un Sistema de Automatización de una Subestación Avanzada con base en la Tecnología de Control Digital:
 - Desarrollar soluciones integradas de TI para las operaciones de subestaciones digitales e integrar dispositivos y sistemas de energía eléctrica.
- Desarrollo de un Sistema de Monitoreo de Equipo Energético (*Power Equipment Monitoring System*) utilizando telemática activa:
 - Desarrollar un sistema de telemática activa para el monitoreo y diagnóstico remoto de sistemas de energía y desarrollar tecnología de medición, equipo de sensores y tecnología de comunicación que transmitan información sobre los

resultados a un Centro de Control Regional (RCC, por sus siglas en inglés) y a un centro de Control Nacional (CNN).

- Desarrollo de un Sistema de Gestión de Distribución Inteligente:
 - Desarrollar un sistema de distribución inteligente para la función de gestión de instalación desde las subestaciones hasta las instalaciones de los clientes.
- Desarrollo de Tecnología ubicua - Comunicaciones mediante cable eléctrico (PLC, por sus siglas en inglés):
 - Desplegar una red integrada de banda ancha hacia instalaciones de energía eléctrica y desarrollar la tecnología de aplicación.
- Semiconductores de potencia para la generación dispersa y la aplicación de inversores industriales:
 - Diseñar y fabricar un Transistor bipolar de puerta aislada (IGBT, por sus siglas en inglés).
- Desarrollo de un sistema de gestión energética (EMS, por sus siglas en inglés) de integración para la microred y tecnología de aplicación al sitio real:
 - Desarrollar dispositivos de componentes modulados y estandarizados, herramientas de diseño e interpretación y el EMS de microrredes.
- Sistema Portal del Consumidor para empresas-proveedores de servicios de energía eléctrica basados en TI:
 - Desarrollar un sistema portal del consumidor que sea la plataforma multi-servicio para la convergencia de la tecnología de la energía eléctrica y las TIC.

4. Banco de pruebas de redes inteligentes de la Isla de Jeju, Corea

4.1. *Visión general del banco de pruebas*

El banco de pruebas de redes inteligentes de la Isla de Jeju es el primer proyecto de redes inteligentes de la República de Corea. Abarca los objetivos y las expectativas del futuro de la nación en el progreso tecnológico y en el empleo de redes inteligentes. La ubicación se decidió en junio de 2009 y en diciembre del mismo año, el gobierno de Corea creó consorcios para dar inicio a la construcción del banco de pruebas. El banco de pruebas de la Isla de Jeju será el líder, tanto en tamaño como en alcance, como comunidad de redes inteligentes, en la República de

Corea y en el resto del mundo. Será la más grande en el mundo (KSIGI, 2012c) y, por lo tanto, hará posible que los investigadores y desarrolladores hagan pruebas completas y desarrollen nuevas tecnologías de redes inteligentes al integrarlas con la infraestructura eléctrica existente. El banco de pruebas de redes inteligentes de la Isla de Jeju cuenta con el apoyo del gobierno de Corea, el Instituto Coreano de Redes Inteligentes (KSIGI), la Corporación de Energía Eléctrica de Corea (KEPCO), la Provincia Autónoma Especial de Jeju, la Asociación de Redes Inteligentes de Distribución de Energía de Corea, las empresas que se unen a los consorcios, varios institutos de investigación y el mundo académico (KSIGI, 2012e).

A continuación se presenta información básica y datos importantes (Yang, 2012) del banco de pruebas de redes inteligentes de la Isla de Jeju:

- El banco de pruebas de redes inteligentes más grande del mundo.
- Cronograma: diciembre de 2009 a mayo de 2013 (la infraestructura se construirá durante los primeros 18 meses; durante los siguientes 24 meses se realizarán pruebas del funcionamiento de la red inteligente).
- Inversión total: US\$200 millones (gobierno de Corea: US\$50 millones y sector privado: US\$150 millones).
- Ubicación: Gujwa-eup, Isla de Jeju (185 km², 6,000 hogares).
- Realizado: Fase 1 del proyecto de demostración, Gujwa-eup.
- En curso: Fase 2, Ciudad de Jeju (julio de 2011a mayo de 2013).

Características (Yang 2012):

- Banco de pruebas integrado
- Estrecha colaboración entre los sectores público y privado
- Verificación de diferentes modelos de mercados de energía
- A disposición de empresas extranjeras

Participantes (Yang 2012):

- La Corporación de Energía Eléctrica de Corea (KEPCO), los fabricantes de automóviles, las empresas de telecomunicaciones y los fabricantes de electrodomésticos (incluyendo grandes empresas como LG, SKT, KT y Samsung); 168 empresas, 12 consorcios.

Cronograma (Yang 2012; KSIGI 2012e):

- diciembre de 2004: se establecen medidas integrales para la TI de la energía eléctrica
- diciembre de 2008: se establece el banco de pruebas para la TI de energía

- abril de 2009: se inicia la restructuración y ampliación del proyecto de demostración de redes eléctricas inteligentes
- junio de 2009: se selecciona la Isla de Jeju como la ubicación del banco de pruebas de redes eléctricas inteligentes
- noviembre de 2009: se seleccionan las organizaciones que dirigirán el proyecto del banco de pruebas de redes inteligentes en la Isla de Jeju
- diciembre de 2009: se seleccionan los consorcios participantes y se firma el acuerdo para llevar a cabo el proyecto de demostración
- 31.05.10: Primer aniversario
- 1 de junio de 2011: se inicia la Fase 2 del proyecto
- mayo de 2013: Terminación del proyecto de demostración de redes eléctricas inteligentes en la Isla de Jeju.

4.2. *Visión y objetivos del banco de pruebas*

El banco de pruebas de redes inteligentes de la Isla de Jeju está diseñado para ser el más grande y avanzado de su tipo. La visión y los objetivos del banco de pruebas, enfocados principalmente en la comercialización y el desarrollo de la viabilidad de las tecnologías de redes inteligentes, coincide con su magnitud (KSGI, 2012d).

Las tres direcciones estratégicas se pueden dividir en puntos de vista nacional, industrial e individual. Desde el punto de vista nacional, el principal objetivo es la mejora de la eficiencia energética y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a través de la construcción de infraestructura energética. Desde el punto de vista industrial se usará el aumento de la edad de crecimiento verde como una fuerza impulsora en el desarrollo económico del país, garantizando un nuevo motor de crecimiento; y, desde el punto de vista individual, se aumentará la calidad de vida y la satisfacción de los consumidores a través de la participación voluntaria en un estilo de vida ecológico, con bajas emisiones de carbono.

4.3. Los cinco dominios del banco de pruebas de redes inteligentes de la Isla de Jeju

Gráfico 3. Las cinco áreas del banco de pruebas de redes inteligentes de la Isla de Jeju



Fuente: Jeju SGTB (2012j).

El siguiente es un resumen de los cinco dominios de las redes inteligentes de la Isla de Jeju (KSGI, 2012c).

Territorio inteligente (Consumidor inteligente): Este dominio utilizará el Sistema de infraestructura de medición avanzada (AMI) para reducir el consumo innecesario de energía y aumentar su eficiencia en general. De este modo, el dominio de territorio inteligente creará y seguirá proporcionando un sistema de comunicación bidireccional para la gestión energética entre los consumidores y los proveedores. En 2012, la República de Corea planea avanzar en el

sistema AMI y desarrollar un estándar para el sistema. En 2020, la nación también comenzará un despliegue nacional de contadores inteligentes a gran escala y así ahorrará hasta un 10% más de energía que en la actualidad a través de la adopción de tecnologías y modelos de redes inteligentes.

Transporte inteligente: El dominio de transporte inteligente busca establecer la infraestructura para la carga de VE a nivel nacional y permitir que los consumidores recarguen sus vehículos durante las horas pico y de baja demanda, así como revender la energía que ellos mismos han almacenado. En 2012, se desarrollarán repuestos y materiales de vehículos eléctricos, mientras que un Sistema de vehículo a red (*Vehicle to Grid*, V2G) se implementará en 2020. Entre los posibles modelos de negocio que pueden surgir de estos desarrollos incluimos la batería para VE y un servicio de alquiler de baterías, así como un sistema de gestión operacional para VE. Un objetivo final para 2030, como su fecha límite, es desplegar alrededor de 2.5 millones de VE e instalar infraestructura con la capacidad de cargar 2.714 VE.

Energía renovable inteligente: La Hoja de Ruta Nacional sobre Redes Eléctricas Inteligentes de Corea anunció los objetivos del dominio de energía renovable inteligente como la creación a gran escala de plantas de generación de energía renovable y la construcción de edificios y casas ecológicas energéticamente independientes a través del uso de energía renovable. La energía renovable es crucial para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Los principales desarrollos tecnológicos incluyen un sistema que ayuda a resolver los problemas de intermitencia de fuentes renovables y un sistema de almacenamiento de energía (*Energy Storage System*, ESS) para la generación de grandes cantidades provenientes de fuentes similares. La República de Corea también planea lanzar modelos de negocios que aborden la producción y venta de energía renovable, así como la exportación de sistemas de almacenamiento de energía. En 2030, el país tiene planificado aumentar el uso de energía renovable en un 11% y los edificios de energía neta cero en un 30%.

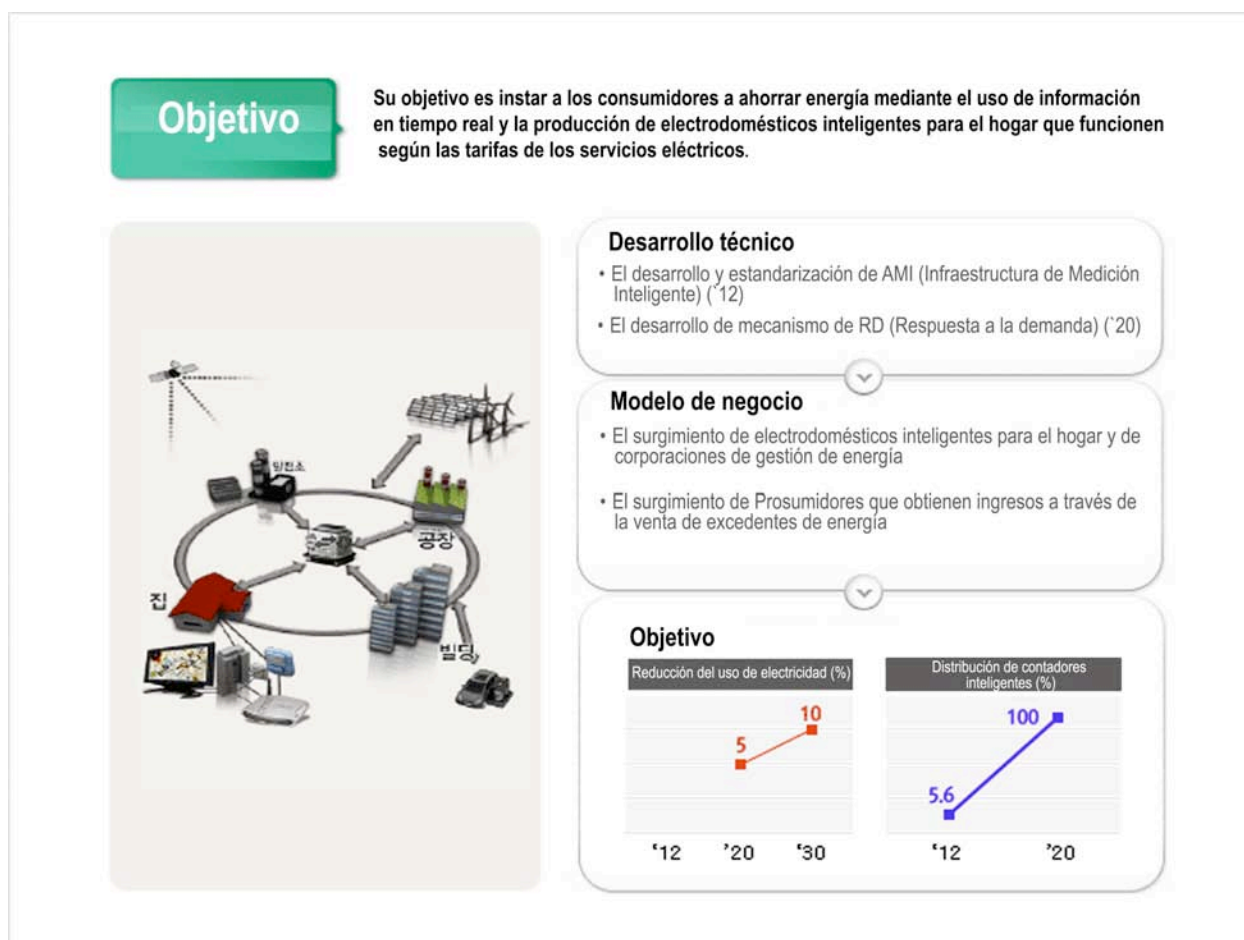
Red inteligente de energía: Este dominio es responsable de llevar a cabo pruebas en los sistemas de distribución y transmisión, mientras desarrolla un sistema de auto recuperación automática. Entre los modelos de negocios que se espera que surjan del dominio de red

inteligente de energía se incluye un sistema de prueba y certificación para tecnologías y productos de redes inteligentes, así como la exportación de estas tecnologías y productos.

Servicio de energía eléctrica inteligente: El dominio de servicio de energía eléctrica inteligente tiene planificado fomentar la participación del consumidor en este tipo de servicios con la implementación de tasas activas de precios y la promoción de sistemas en línea para el intercambio de energía y subproductos. El sistema de respuesta a la demanda y de tarifas en tiempo real se implementará en 2012, mientras que el sistema en línea se lanzará en 2020.

4.3.1. *Territorio inteligente (Consumidor inteligente)*

Gráfico 4. Cinco áreas del banco de pruebas de redes inteligentes en la Isla de Jeju, Territorio inteligente

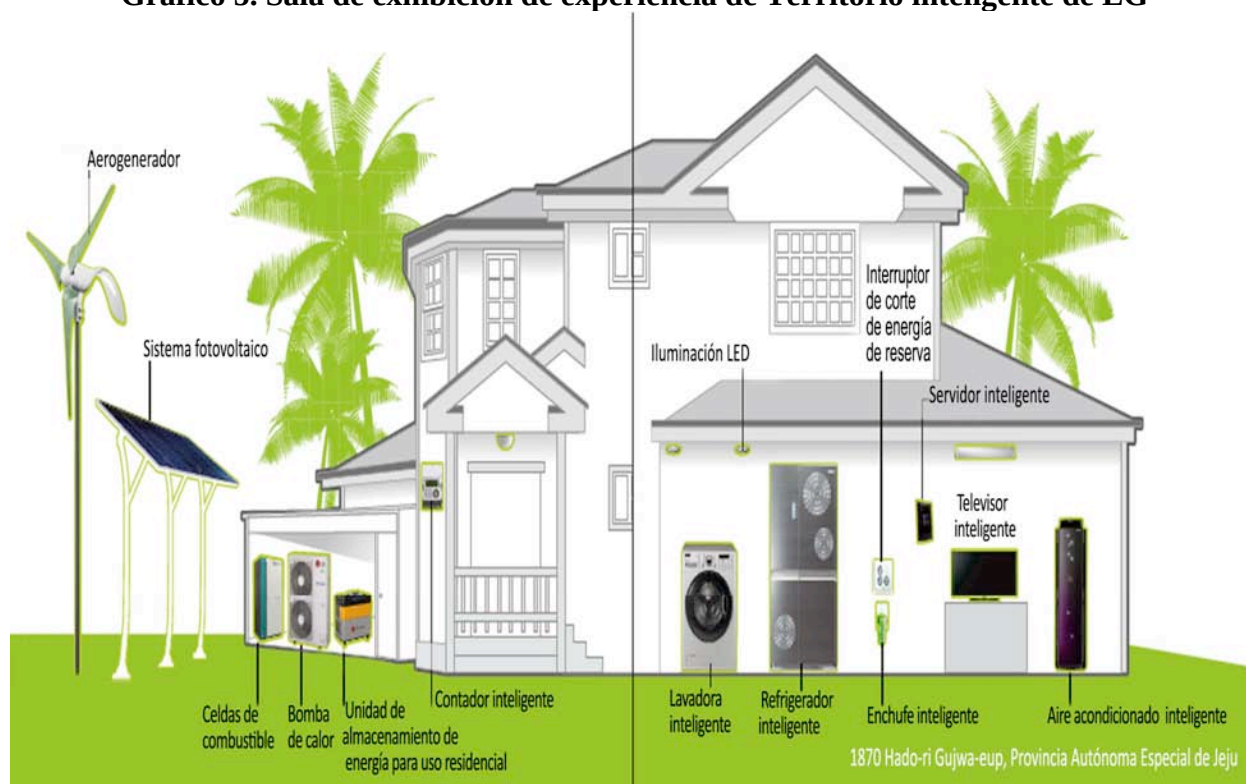


Fuente: Jeju SGTB (2012g).

Los consorcios LGE, KT, KEPCO y SK Telecom están participando en el dominio de territorio inteligente. El Consorcio LGE verifica la eficiencia energética de los modelos de negocio para favorecer a los clientes. Su proyecto piloto en el área residencial incluye 412 hogares, museos, escuelas primarias, fábricas y bodegas. La sala de exhibición de Redes inteligentes de LG ofrece:

- Una sala de exhibición de redes inteligentes única, con alojamiento y experiencia.
- Verificación a nivel de líder mundial de la compatibilidad con los estándares internacionales de los electrodomésticos con Certificación ZigBee.
- Un sistema automatizado orientado al consumidor, teniendo en mente la comodidad y el estilo de vida del cliente.
- Electrodomésticos inteligentes con tecnologías sin carbono.

Gráfico 5. Sala de exhibición de experiencia de Territorio inteligente de LG



Fuente: LG Electronics (2012).

En el cuadro 5 se proporcionan descripciones y ahorros de energía de los productos en el Territorio inteligente. Éstos pueden encontrarse en la sala de exhibición de experiencia del Consorcio LGE ilustrado en el gráfico 5. La arquitectura de la Red de área doméstica (HAN) conecta los electrodomésticos con Certificación ZigBee y otros productos a través de las redes de Internet (Ryoo, 2012).

Cuadro 5. Productos en el Territorio inteligente

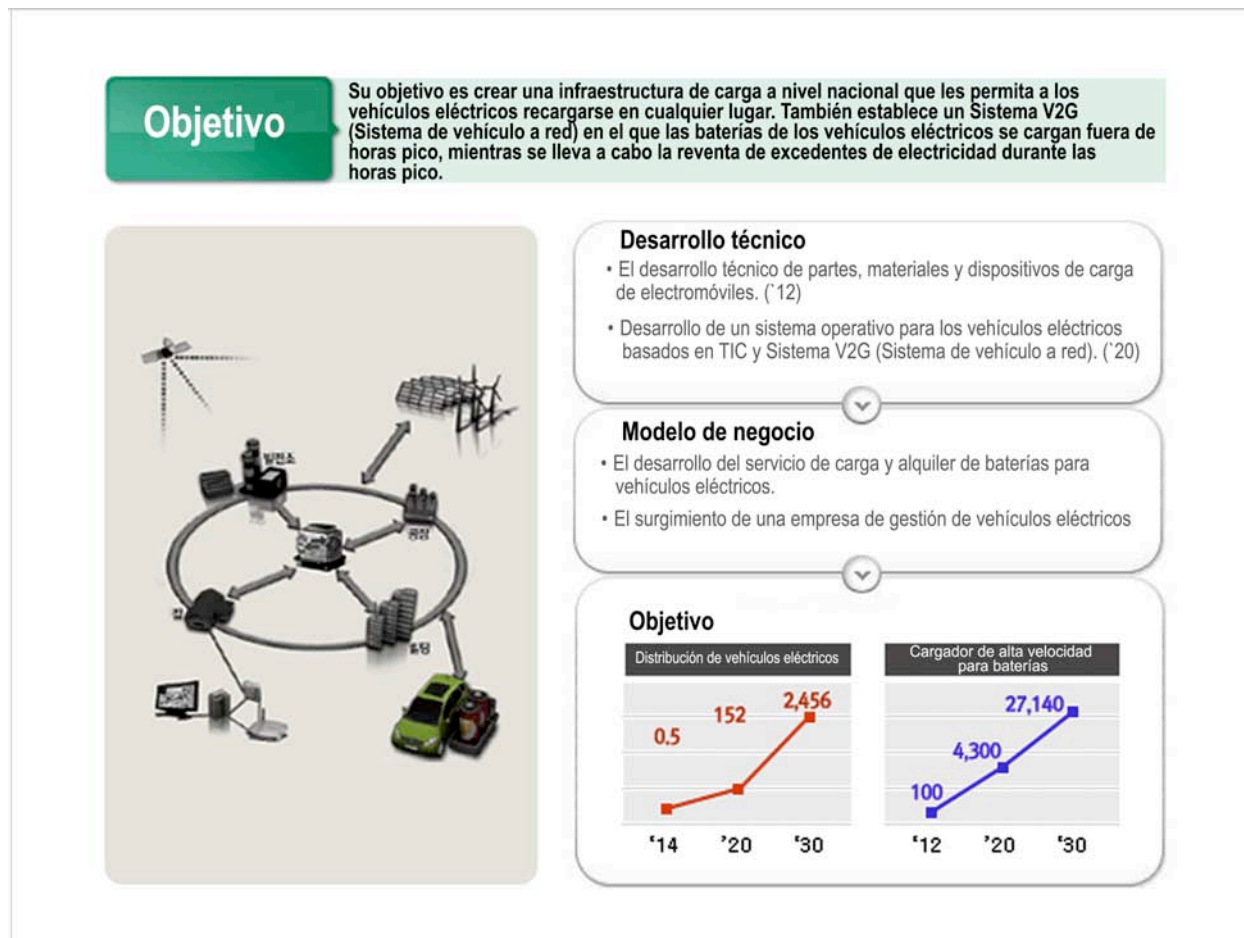
Productos	Descripciones	Ahorros de energía
Servidor inteligente	Operador de redes inteligentes que controla el uso de energía en un hogar	Ahorro de un 10% anual en las facturas de electricidad
Televisor inteligente	Dispositivo que configura automáticamente el modo de reposo (SLEEP) y permite la visualización de la situación energética de un hogar en un solo paso	Ahorro de un 11% anual en las facturas de electricidad Reduce 10 kg. de CO ₂ al año
Refrigerador inteligente	Refrigerador prudente que siempre está preparado	Ahorro de un 11% anual en las facturas de electricidad Reduce 20 kg. de CO ₂ al año
Lavadora inteligente	Una lavadora que programa el lavado con avisos automáticos a bajos precios	Ahorro de un 11% anual en las facturas de electricidad Reduce 20 kg. de CO ₂ al año
Aire acondicionado inteligente	Aire acondicionado inteligente	Ahorro de un 11% anual en las facturas de electricidad Reduce 15 kg. de CO ₂ al año
Iluminación LED	Eficiencia energética en iluminación inteligente	Ahorro de 30% a 80% de energía por año Reduce 7 kg. de CO ₂ al año
Bomba de calor	Dispositivo de calefacción y enfriamiento que utiliza la energía del aire natural en lugar de gas o gasolina	Capacidad de calentamiento y enfriamiento: 14 kw. Reducción en el consumo de energía: 2,8 TEP por año (Reduce 2,2 toneladas de CO ₂)
Sistema fotovoltaico	Generador fotovoltaico inteligente que convierte la energía solar en energía eléctrica	Máxima potencia de salida: 15 kw. Generación: 19 MWh por año (reducción de 11.5 toneladas de CO ₂)
Aerogenerador	Aerogenerador inteligente que convierte el viento frío en energía eléctrica	Máxima potencia de salida: 2 kw. Generación: 1,2 MWh por año (reducción de 1.7 toneladas de CO ₂)

Interruptor de corte de energía de reserva	Interruptor de comunicaciones mediante cable eléctrico que desconecta el dispositivo de energía de reserva al detectar si los electrodomésticos del hogar se están utilizando o no	Ahorro de un 10% anual en las facturas de electricidad
Contador inteligente	Contador que mide el consumo de energía en tiempo real	Ahorro de un 15% anual en las facturas de electricidad
Enchufe inteligente	Enchufe de energía de reserva para ahorro en las facturas de energía y bloqueo del uso de energía	Ahorro de un 15% anual en facturas de electricidad
Interfaz de usuario de pantalla (3)	Interfaz de usuario dinámica que busca la información energética de los hogares desde cualquier lugar y en cualquier momento a través de teléfonos inteligentes, IPTV y portales Web	Induce el ahorro de energía mediante el suministro de información del consumo de energía
Unidad de almacenamiento de energía para uso residencial	Unidad de almacenamiento de energía de próxima generación para el uso eficiente de la energía	Maximiza la eficiencia energética al distribuir la energía almacenada
Ubicación de microredes	Isla energética independiente construida a través de un control y operación integrada de la distribución de generación y fuentes de calor aplicadas con energía renovable	Economía y eficiencia en el consumo de energía
Centro de gestión energética para redes inteligentes	Gestión y seguimiento de las condiciones regionales, las demandas de energía, la generación de energía, el precio de la electricidad, la respuesta a la demanda y los datos de las operaciones principales	Ahorro de energía en tiempo real a través de la provisión de información de CO ₂ del consumo de energía y la reducción de la respuesta a la demanda y energía renovable

Fuente: LG Electronics (2012).

4.3.2. Transporte inteligente

Gráfico 6. Cinco áreas del banco de pruebas de redes inteligentes en la Isla de Jeju, Transporte inteligente

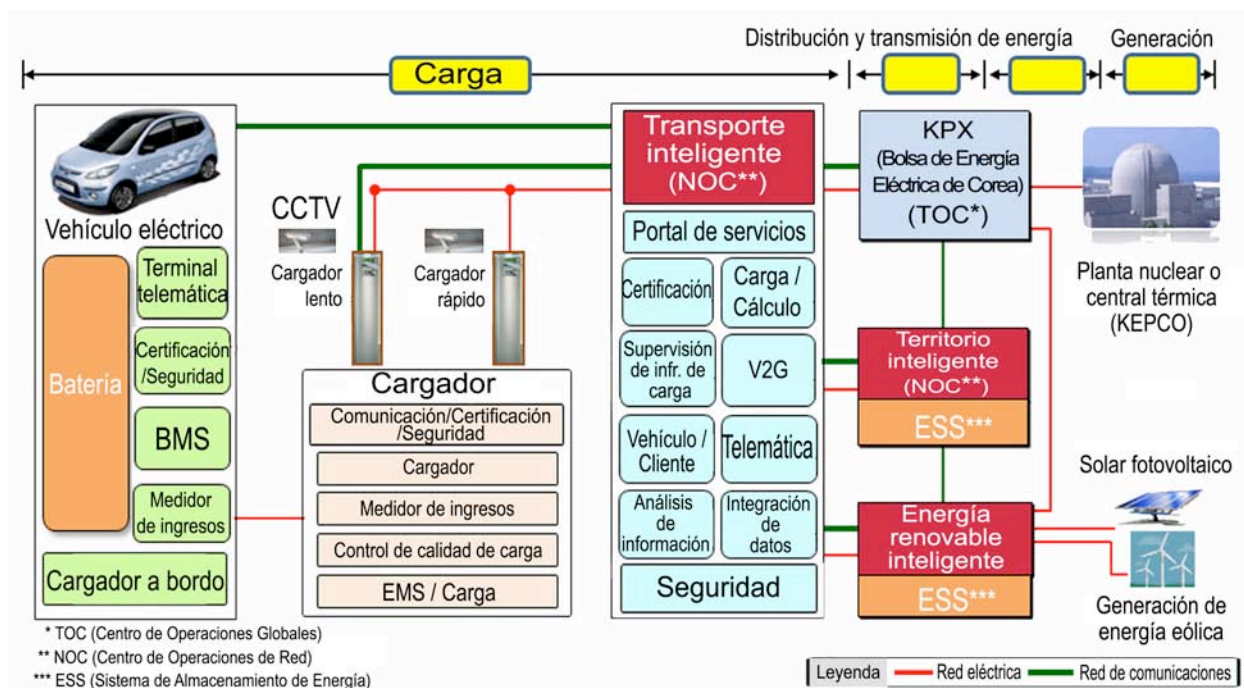


Fuente: Jeju SGTB (2012c).

Los consorcios KEPCO, SK Energy y GS Caltex participan en el dominio de Transporte inteligente. El Consorcio SK Energy fabrica baterías de 16 kWh y el Sistema de Manejo de Baterías (*Battery Management System, BMS*) para VE, construye Centros de Operaciones Globales y desarrolla tecnología V2G. SK instaló 66 unidades de carga: 9 Cargadores rápidos en 6 ubicaciones; 57 Cargadores lentos en el banco de pruebas en la Isla de Jeju. Actualmente manejan 24 VE y 14 vehículos eléctricos de vecindario (*Neighborhood Electric Vehicles, NEV*) fabricados (Choi, 2012) por Samsung Reno y Hyundai. La velocidad máxima de sus VE es de 130 km/h, mientras que su rendimiento es de 140 km/carga. GS Caltex desarrolla infraestructura

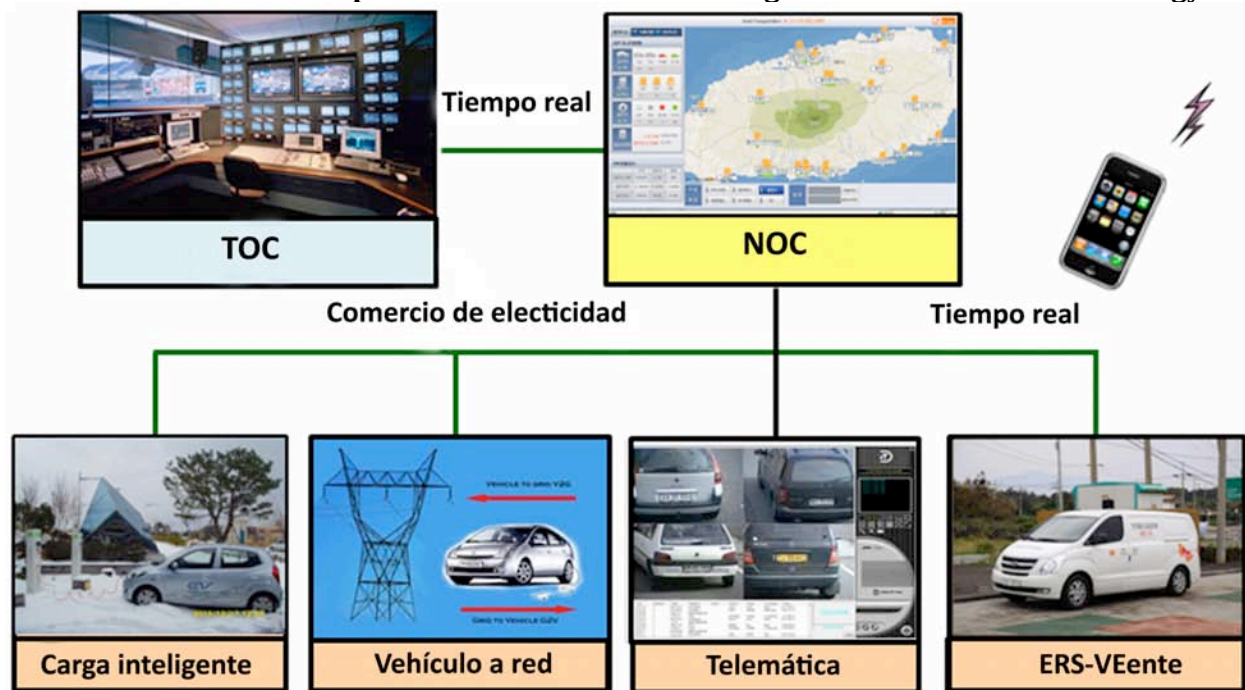
para la carga de VE, (Jeju SGTB, 2012d) así como soluciones para carga rápida y lenta, baterías de gran capacidad y soluciones de carga inalámbrica. KEPCO también desarrolló sistemas para gestionar y controlar estaciones de carga. El gráfico 7 ilustra el modelo de negocio del Consorcio SK Energy relacionado con el Transporte inteligente en el proyecto de redes inteligentes en la Isla de Jeju.

Gráfico 7. Modelo de negocio de sistemas de transporte inteligentes del Consorcio SK Energía



Fuente: Choi (2012).

Gráfico 8. Soluciones para vehículos eléctricos inteligentes del Consorcio SK Energy



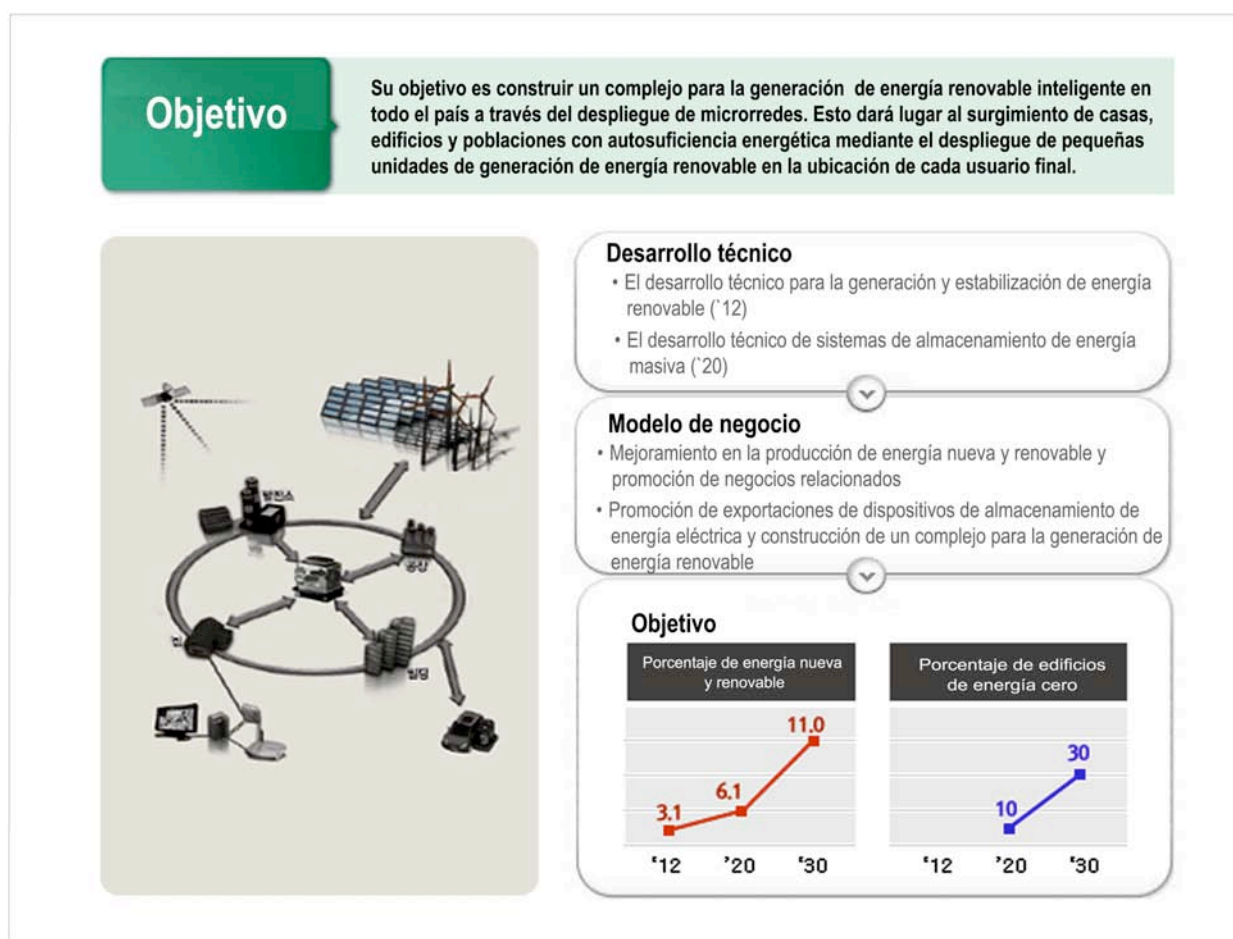
Fuente: Choi (2012).

Los servicios y tecnologías demostrados por el Consorcio SK Energy en el campo del transporte inteligente se pueden dividir en cuatro áreas (gráfico 8). La primera área es la infraestructura de carga inteligente. Para lo que son servicios consolidados de suscripción, la red integrada de esta infraestructura conecta estaciones de carga rápida, que son similares a las gasolineras actuales, y estaciones de carga lenta en instalaciones públicas. Luego, el servicio de vehículo a red (V2G) les permite a los consumidores vender la electricidad almacenada en las baterías de sus VE durante el período de demanda pico. La demostración del servicio V2G también incluye la construcción de infraestructura que integra los VE a la energía renovable inteligente, como la energía solar fotovoltaica y las celdas de combustible. La tercera área es un servicio de gestión de VE en tiempo real llamado Servicio Telemático (*Telematics*). Este servicio les brinda a los conductores de VE información en tiempo real sobre las ubicaciones óptimas de estaciones de carga, el estado de la carga de la batería del VE y el tráfico. Toda esta información es proporcionada a través de teléfonos inteligentes. La última área es el apoyo a VE a través de servicios de emergencia en carretera (*Emergency Roadside Services, ERS*), compartir vehículos o rentarlos. Los ERS-VE brindan un servicio de carga rápida cuando las baterías de los VE se han

agotado. Los Centros de Operaciones de Red (*Network Operation Centers, NOC*) y los Centros de Operaciones Globales (*Total Operation Centers, TOC*) supervisarán el estado del servicio del VE.

4.3.3. Energía renovable inteligente

Gráfico 9. Cinco áreas del banco de pruebas de redes inteligentes en la Isla de Jeju, Energía renovable inteligente



Fuente: Jeju SGTB (2012e).

Los Consorcios KEPCO, Hyundai Heavy Industries y POSCO participan en el dominio de Energía renovable inteligente. La implementación de la energía renovable se da a través de la optimización de las redes y las microrredes. El Consorcio POSCO lleva a cabo demostraciones de

tecnologías de energía renovable inteligente para la construcción y estabilización de la producción eólica y el funcionamiento de las microredes en Jeju (Park 2012).

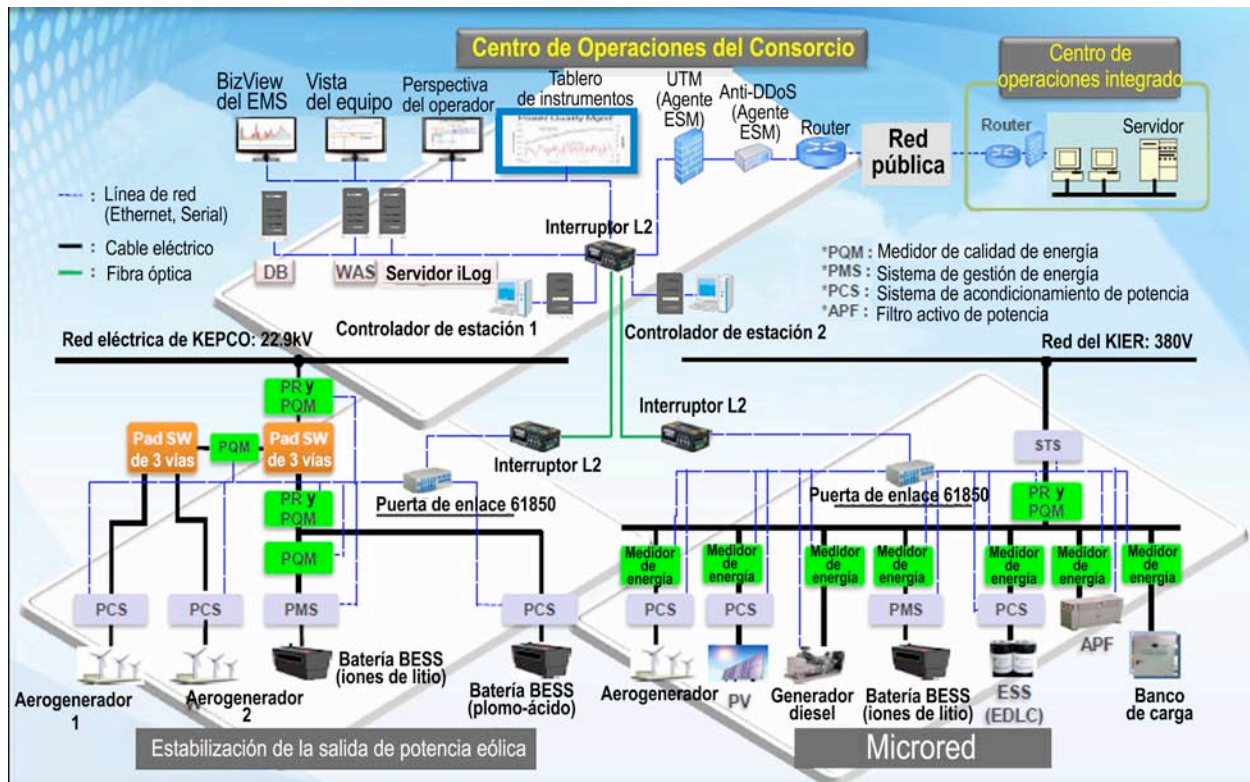
Las tecnologías relacionadas con la estabilización de la producción eólica incluyen el control de salida del EMS, dispositivos de compensación de la calidad de la energía, desempeño y verificación de la confiabilidad de varios sistemas de almacenamiento de energía (ESS), y el desarrollo de funciones de despacho de energía eólica utilizando la información meteorológica y operacional de la instalación.

Las tecnologías relacionadas con microredes incluyen el diseño y la construcción de un sistema operativo de microredes, una operación de conexión con distintas energías distribuidas, como el viento, PV (fotovoltaica), generadores diesel, mejora de la calidad de energía y estabilización de salida y carga segura siguiendo la capacidad de funcionamiento durante una operación independiente.

El sistema de gestión energética (EMS) en el centro de operaciones del dominio de energía renovable inteligente maneja la eficiencia energética y optimiza el plan de generación de energía. Al analizar y pronosticar la demanda de energía y la generación de energía renovable, los planes se pueden desarrollar para maximizar la producción de energía mientras se minimizan las pérdidas. Los pronósticos a largo plazo incluyen predicciones con 24 horas de anticipación, revisadas cada cinco minutos, según el reconocimiento de patrones de datos históricos. Los pronósticos a corto plazo se llevan a cabo de igual manera, pero con 2 horas de anticipación.

Se ha visto la estabilización de la producción eólica con el rendimiento de las baterías BESS. Es factible realizar tres simulaciones de microredes con distintos escenarios: Microred con batería BESS, microred con batería BESS para energía renovable y microred para conexión a red. Los resultados de las simulaciones verifican el desempeño y apoyo de las baterías BESS, con relación a la nivelación de cargas de punta, bajar las tarifas eléctricas y las cargas de las compañías de energía eléctrica.

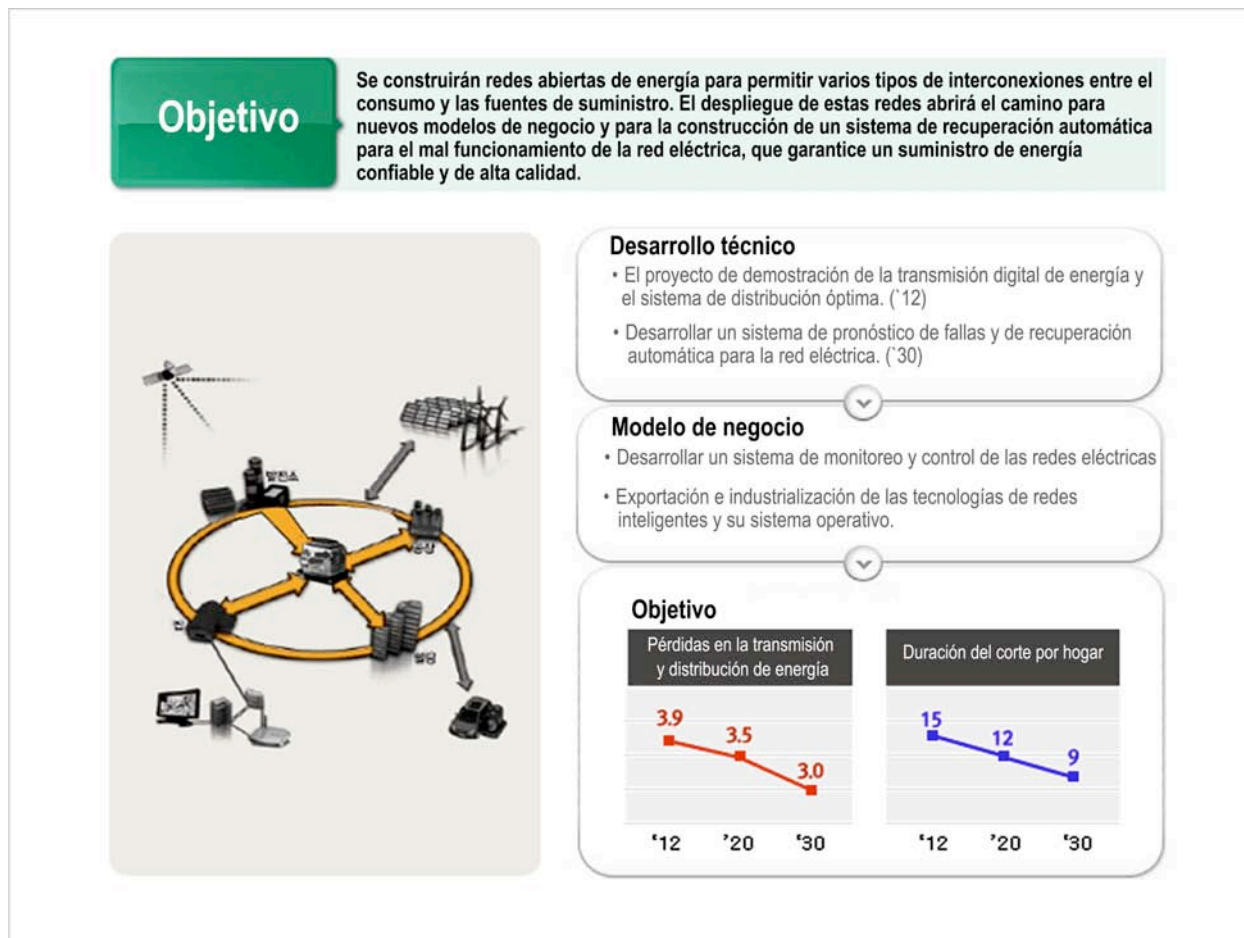
Gráfico 10. Configuración de energía renovable inteligente de POSCO



Fuente: Park (2012).

4.3.4. *Red inteligente de energía*

**Gráfico 11. Cinco áreas del banco de pruebas de redes inteligentes en la Isla de Jeju,
Red inteligente de energía**



Fuente: Jeju SGTB (2012f).

KEPCO es el único consorcio que participa en el banco de prueba del dominio de red inteligente de energía en la Isla de Jeju. El objetivo principal del dominio es desplegar las redes inteligentes de energía a escala nacional en toda Corea y que el 10% de la generación total de energía del país provenga de energías renovables. En términos monetarios, la meta es alcanzar una reducción en el costo de US\$3 mil millones y US\$4 mil millones en ventas en mercados extranjeros (Hwang, 2012). KEPCO demostró y verificó las redes inteligentes de energía en campos de prueba reales y la interoperabilidad segura entre la energía renovable inteligente, el transporte inteligente y los dominios inteligentes en los hogares.

El involucramiento de KEPCO en el dominio de redes inteligentes de energía se puede clasificar como transmisión inteligente, subestación inteligente, distribución inteligente o Sistema de administración de operaciones de red de energía (*Power Grid Operation Management Systems, PGOMS*), como podemos observar en el gráfico 12.

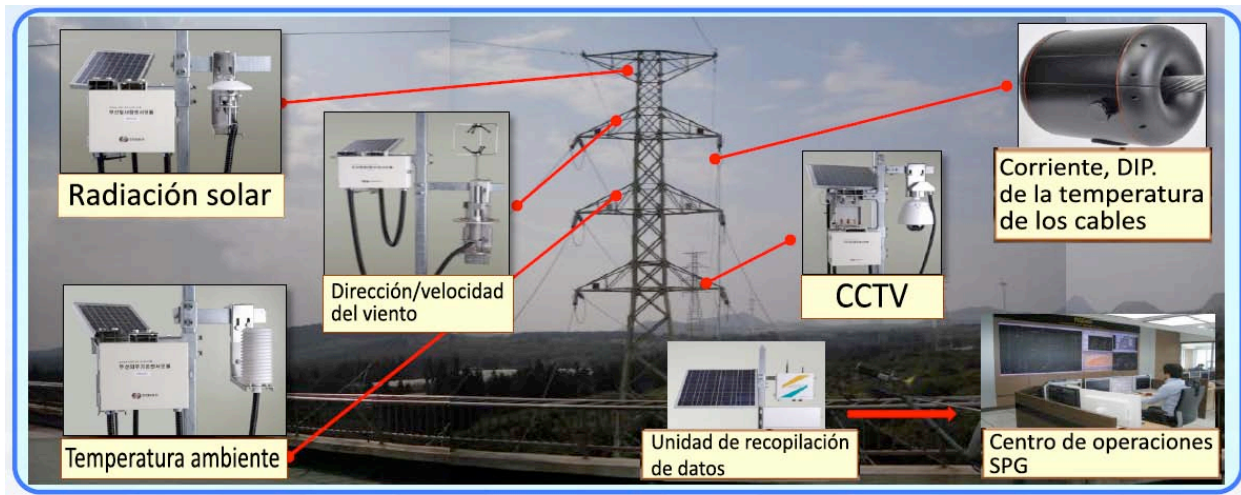
Gráfico 12. Diagrama de Redes energéticas inteligentes de KEPCO



Fuente: Hwang (2012).

Las tecnologías y servicios que se demostrarán en las cuatro áreas son las siguientes (Hwang, 2012): En el área de transmisión inteligente, se prueban cinco sensores y un sistema operativo mientras se revisa que las líneas de transmisión funcionan en tiempo real. Los sensores miden una diversidad de factores, incluyendo la radiación solar, la dirección y velocidad del viento, la temperatura ambiente, la temperatura actual y la temperatura de los cables. El sistema operativo toma esta información y calcula la capacidad de transmisión de los cables en tiempo real. Se hace otra prueba en los compensadores de potencia reactiva, con un sistema para la gestión de voltaje, con el fin de reducir la pérdida de energía y estabilizar la red mediante el control de la potencia reactiva. A partir de abril de 2012, se había establecido un dispositivo de detección de voltaje, dos controladores de potencia reactiva y un sistema de control de voltaje.

Gráfico 13. Redes inteligentes de energía de KEPCO - Transmisión inteligente

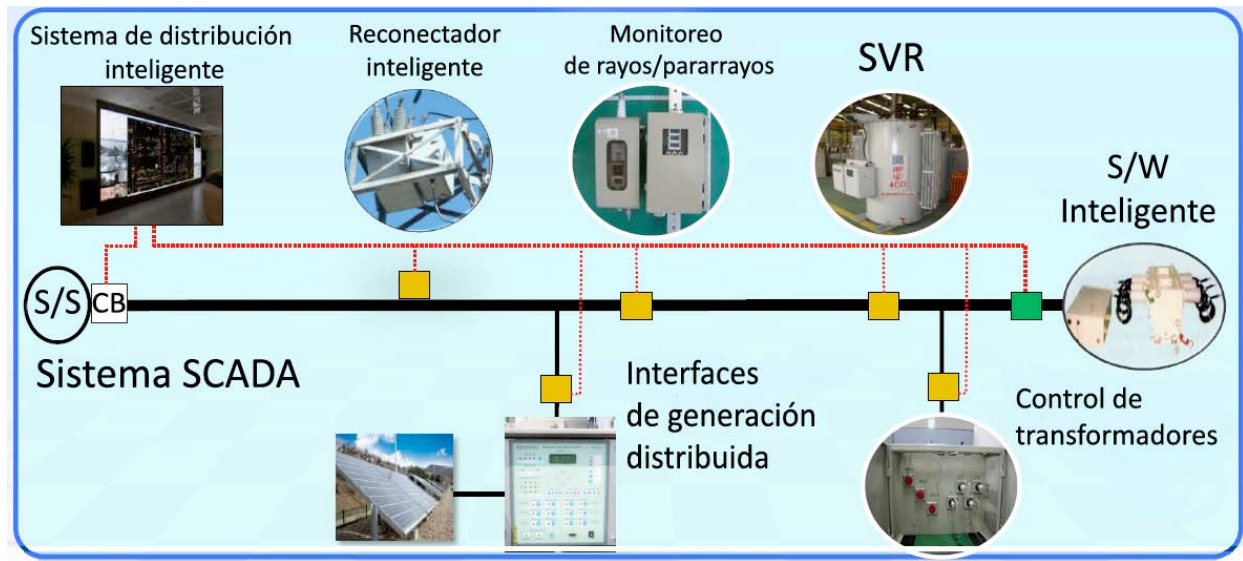


Fuente: Hwang (2012).

En el área de subestaciones inteligentes, existen tres tipos de instalaciones de prueba con 26 juegos de dispositivos electrónicos inteligentes (*intelligent electronic devices, IED*). Un juego de sistemas de monitoreo, junto con 12 juegos de unidades de medición fasorial (PMU, por sus siglas en inglés) (2 ubicadas en plantas de generación, 10 en subestaciones) monitorean la estabilidad de las redes en tiempo real y evitan apagones o cortes.

Para el área de distribución inteligente, las tecnologías que se están probando y desarrollando incluyen reconectores inteligentes, unidades para el monitoreo de pararrayos, interfaces de generación distribuida y adquisición de datos y control de supervisión (gráfico 14).

Gráfico 14. Redes inteligentes de energía de KEPCO - Distribución inteligente

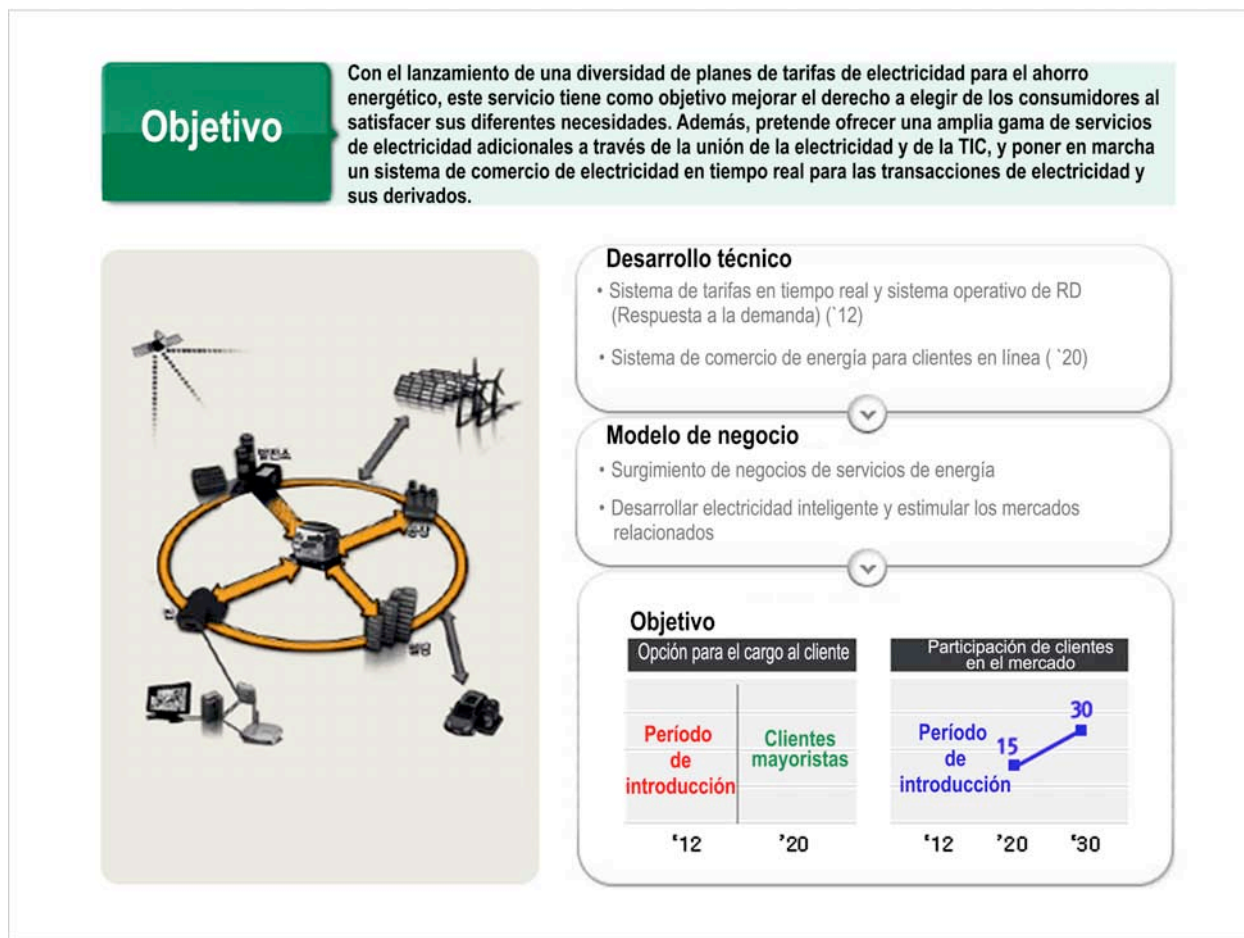


Fuente: Hwang (2012).

El Sistema de Administración de Operaciones de Red de Energía (PGOMS) integra y opera sistemas conectados a redes eléctricas. Las tecnologías de campo incluyen sistemas de administración de mantenimiento (MMS, por sus siglas en inglés), analizadores de eventos de fallas (FEA, por sus siglas en inglés), monitoreo y diagnóstico de condiciones (MDC), sensores y redes de sensores.

4.3.5. Servicio de energía eléctrica inteligente

Gráfico 15. Cinco áreas del banco de pruebas de redes inteligentes en la Isla de Jeju, Servicio de energía eléctrica inteligente



Fuente: Jeju SGTB (2012h).

KEPCO y la Bolsa de Energía Eléctrica de Corea (KPX, por sus siglas en inglés) son participantes duales en el dominio de servicio de energía eléctrica inteligente. KEPCO implementa sistemas de infraestructura para centros de operaciones globales (TOC), que incluyen plataformas de sistemas operativos, centros de control de seguridad, sistemas de gestión y sistemas para el análisis de desempeño y monitoreo. KEPCO también brinda servicios emergentes de electricidad, como tarifas de servicios eléctricos en tiempo real, portal de servicios al consumidor, subastas por demanda (DB, por sus siglas en inglés) y sistemas para la determinación de precios (gráfico 16).

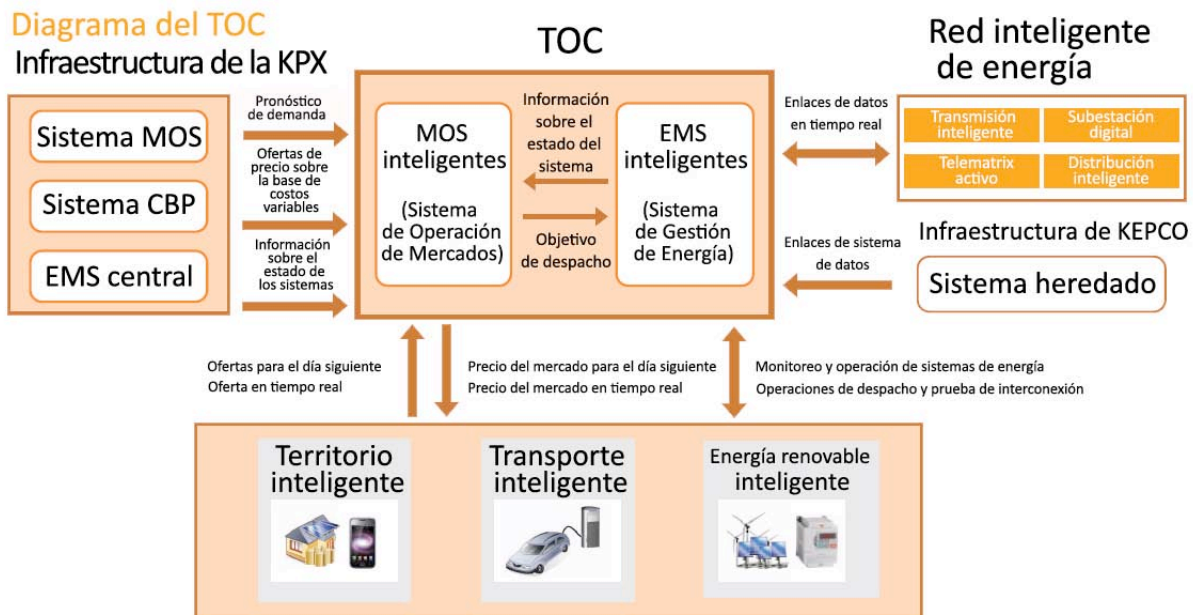
Gráfico 16. Centro de Operaciones Globales (TOC) de KEPCO en la Isla de Jeju



Fuente: Jeju SGTB (2012i).

La KPK construye y maneja el TOC con KEPCO. Como se muestra en el gráfico 17, en el Centro de Operaciones Globales del Servicio de energía eléctrica inteligente en la Isla de Jeju, el sistema de operaciones de mercados (MOS, por sus siglas en inglés) inteligentes y el sistema de gestión energética (EMS) controlan la variada oferta de energía y los recursos según demanda para dar lugar al comercio bidireccional de electricidad en tiempo real.

Gráfico 17. Diagrama del TOC



Fuente: KPX (2011).

4.4. Informe Final de la Fase Uno

La primera fase del banco de pruebas de redes inteligentes en la Isla de Jeju se terminó en mayo de 2010. Se centró principalmente en tres de los cinco dominios: territorio inteligente, transporte inteligente y energía renovable inteligente (KSIGI, 2012c).

Territorio inteligente: su principal enfoque recae en el desarrollo de infraestructuras energéticas de monitoreo, junto con la instalación de productos de redes inteligentes y la selección de casas residenciales. Además, cada consorcio desarrolló un centro de operaciones de red (NOC), soluciones de gestión y varios sistemas de facturación de energía eléctrica.

- Se construyó un NOC para cada consorcio
- Se instalaron 550 AMI residenciales/100 PV solares
- Se instalaron dispositivos para el monitoreo de energía

Transporte inteligente: Después de establecer estándares de infraestructura de carga para VE, se instalaron los cargadores de VE y la red de comunicación bidireccional entre la estación de carga y el centro de operaciones. La modificación de los actuales vehículos con motor de

gasolina a VE y su despliegue se encuentra en curso. Además se desarrollaron estándares para el suministro de energía a VE recargables y un sistema de pago para las facturas por recarga.

- Se activaron 73 infraestructuras de carga para vehículos eléctricos (VE)
- Se desplegaron VE
- Se construyó infraestructura de sistema operativo
- Se diseñó un sistema de seguridad
- Se desarrolló un método adecuado de pago

Energía renovable inteligente: Se ha desarrollado y probado una serie de distintos productos de demostración, que incluyen baterías BESS, PCS y EMS de aerogeneradores. Se han desarrollado un centro de demostraciones, una red de comunicaciones y un sistema de seguridad.

- Se construyó una planta de generación de energías renovables
- Se diseñaron sistemas para estabilizar la intermitencia
- Se desarrolló un modelo de centro de datos coordinado a través de un centro de operaciones globales

Red inteligente de energía: Se terminó la instalación, producción y planificación in situ de una planta de demostración. Los componentes de la planta incluyen un sistema para la automatización de la distribución inteligente, un telematrix activo, un sistema de red de telecomunicaciones y una herramienta de evaluación de rendimiento. Se ha desarrollado una política estándar para la gestión y seguridad de la información para la interoperabilidad.

Servicio de energía eléctrica inteligente: Para lograr la interoperabilidad entre la red heterogénea de un entorno de red inteligente, se ha desarrollado la plataforma completa del TOC. Con el fin de alcanzar un entorno de control total en tiempo real, se desarrolló una demostración del mercado de electricidad y un sistema de gestión de sistemas.

4.5. Próximos pasos

La Fase Dos del banco de pruebas de redes inteligentes en la Isla de Jeju consiste en probar, poner en funcionamiento y verificar los productos e infraestructura de redes inteligentes que se

han desarrollado y desplegado. Con el apoyo continuo del gobierno, cada consorcio presentará y analizará los distintos modelos de negocio. El estándar nacional, así como los servicios de certificación y evaluación, se incorporarán a los resultados de los negocios. Las redes inteligentes se ampliarán a los edificios comerciales y a las regiones industriales (KSGI, 2012c).

Territorio inteligente: Se realizarán demostraciones de la infraestructura AMI y del equipo de redes inteligentes para edificios comerciales y residenciales. Se mejorarán las conexiones de datos entre el NOC y el TOC. También se llevarán a cabo demostraciones del sistema de pagos con liquidación en tiempo real y de los servicios de respuesta a la demanda.

Transporte inteligente: Con el fin de mejorar el uso de los VE, se llevarán a cabo demostraciones de VE a través de un sistema de alquiler de vehículos y de nuevos servicios como el V2G (vehículo a red) y V2V (vehículo a vehículo). El Estándar Industrial de Corea (KS, por sus siglas en inglés) garantizará la interoperabilidad entre varios vehículos eléctricos y sus cargadores. Se desarrollarán otros modelos de negocio.

Energía renovable inteligente: Los objetivos principales son, la estabilización de la producción de electricidad a partir de fuentes renovables y la mejora del sistema de gestión del mercado de electricidad. Se desarrollarán modelos de negocio para microrredes y la comercialización de componentes.

Red inteligente de energía: Se desarrollarán y probarán otros productos de demostración y conexiones de datos. El enfoque principal recaerá sobre el sistema inteligente de transmisión de energía, el telematrix activo, un sistema de distribución de energía inteligente y un sistema de monitoreo de transmisión de energía.

Servicio de energía eléctrica inteligente: Se lograrán adelantos en los mercados de electricidad, en la gestión y en la respuesta a la demanda. Se analizarán modelos de negocio que usen el sistema de pagos con liquidación en tiempo real.

5. Implementación de las redes inteligentes en América Latina y el Caribe

5.1. *El Centro de Innovación en Energía del BID*

En abril de 2011, el Banco Interamericano de Desarrollo puso en marcha el Centro de Innovación en Energía. El Centro se creó en respuesta a los desafíos energéticos que los países de la región de ALC enfrentan hoy en día. Algunos de los retos principales con respecto al desarrollo de tecnologías de energía limpia e inteligente son la falta de políticas públicas sólidas, marcos regulatorios predecibles para la atracción de inversiones y suficiente apoyo a los esfuerzos de investigación y desarrollo. Para ayudar a superar estos obstáculos, el Centro aprovechará los recursos del BID y sus socios para facilitar la ejecución de proyectos, la reforma de políticas y las actividades de difusión de conocimientos mediante el acceso a la financiación del BID.

El Centro de Innovación en Energía tiene como objetivo:

- promover la innovación en energía y la tecnología de vanguardia para la energía renovable, la eficiencia energética y el acceso a la energía
- actuar como centro regional para el intercambio y la difusión de conocimientos sobre la energía
- traducir las ideas en proyectos

El Centro ha colaborado con los gobiernos y otras partes interesadas, seleccionadas desde el sector privado, tanto dentro como fuera de la región, que se consideran elegibles para prestar apoyo a la innovación energética sostenible, difusión de conocimientos, asistencia técnica, desarrollo de capacidades y financiación y cofinanciación de proyectos del sector energético. Entre las alianzas actuales podemos mencionar al Departamento de Energía de los Estados Unidos, el gobierno de Japón, el gobierno de Corea y la Provincia de Alberta, Canadá. A partir de 2012, un director ejecutivo y cinco especialistas de Canadá, Francia, Japón, Corea y España trabajan en el Centro.

El taller "Las redes inteligentes de energía y su implementación en ciudades sostenibles" realizado en la Isla de Jeju, se desarrolló como una de las actividades para la transferencia de conocimientos planificada por el Centro, con el patrocinio del gobierno de Corea.

5.2. *Iniciativas de redes inteligentes en la región de ALC*

En este capítulo se presentan las iniciativas de redes inteligentes en los países de la región de ALC, así como la situación de cada país en materia de energía. Estos países intercambian conocimientos y experiencias a través de talleres y foros con el apoyo de organizaciones internacionales como el BID, la AIE y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Aunque muchos países de la región de ALC todavía están considerando las tecnologías de redes inteligentes y buscando recursos, algunos ya han comenzado a adoptarlas. Brasil, Ecuador y México ya están implementando redes inteligentes en proyectos piloto, mientras que Colombia y Uruguay están trabajando en sus hojas de ruta de redes inteligentes. En Chile y Honduras también se ha comenzado con las iniciativas de redes inteligentes con la instalación de AMR.

5.2.1. Barbados

En 2009, la capacidad eléctrica de Barbados era de 0,24 GW (REEEP, 2012) y totalmente dependiente del petrodiesel y del diesel. La demanda de petróleo de Barbados es de alrededor de 10-000 barriles por día (bbl/día). Esto representa un gran exceso en comparación con el suministro local, que es de aproximadamente 1.000 bbl/día. La isla tiene 166 millas cuadradas y la tasa de electrificación nacional es del 98%, según la oficina del primer ministro.

El BID ha establecido un Fondo de Energía Inteligente por US\$10 millones para apoyar la energía renovable y la eficiencia energética. Se tiene previsto que ahorre US\$283 millones en los próximos 10 a 15 años, al reducir su dependencia energética del petróleo y al aumentar el uso de energía renovable en 30% durante los próximos 10 a 20 años (Caribbean 360, 2011).

En 2007, el Ministerio de Energía y Ambiente de Barbados diseñó y construyó la Casa Solar de Barbados (Green Island Inc. 2008) como ejemplo práctico del uso de la energía solar. La casa es completamente funcional y se encuentra bien equipada con electrodomésticos modernos, cubre 750 pies cuadrados, cuenta con un sistema solar de 2 kWp y baterías y no depende de la red eléctrica. De acuerdo con la oficina del primer ministro, también se tiene planificado instalar controladores de potencia en 3.000 hogares.

5.2.2. Brasil

Brasil, el país anfitrión de la Copa Mundial de Fútbol de 2014 y las Olimpiadas de Verano de 2016, es el décimo consumidor más grande de energía en el mundo (IEA, 2012). En 2009, la capacidad instalada de energía en Brasil era de 106,2 GW, el 81% era energía renovable y la tasa de electrificación nacional en ese mismo año era de 98,3% (IRENA, 2012; REEEP, 2012). El 77% de la generación de energía en Brasil provenía de energía hidroeléctrica (Coviello, 2012) y el 90% de la matriz nacional ya provenía de fuentes renovables (Araujo, Grudtner et al., 2011). De 2006 a 2011, la capacidad de energía renovable de Brasil fue objeto de un aumento del 49%. Esta tasa de crecimiento es una de las más altas en el mundo (The Pew Charitable Trusts, 2011).

En 2010, Brasil invirtió US\$6,9 mil millones (UNEP BNEF, 2011) en energía renovable (US\$2,4 mil millones en biocombustibles, US\$2,4 mil millones en energía eólica, US\$1,2 mil millones en pequeñas centrales hidroeléctricas y US\$0,9 mil millones en energía a partir de residuos y biomasa); entre 2010 y 2013 invertirá US\$60 mil millones en energía eléctrica (Pica, Vieira et al., 2011). En los próximos 10 años, Brasil instalará 63 millones de contadores inteligentes, convirtiéndolo en el mercado más grande de AMI (Zpryme, 2011).

El Ministerio de Minas y Energía (MME) de Brasil ha establecido un grupo de trabajo para estudiar y planificar programas de redes inteligentes (Pinto, 2012). El MME estableció que una infraestructura de redes inteligentes en Brasil reduciría las pérdidas técnicas y comerciales, mejoraría la calidad del suministro de energía y lograría la eficiencia energética. En 2011, la Asociación Brasileña de Distribuidores de Energía Eléctrica (ABRADEE) (Pinto, 2012) realizó un análisis costo-beneficio en las áreas con contadores inteligentes, automatización, generación distribuida y vehículos eléctricos, TI y comunicaciones, políticas públicas para la investigación y el desarrollo, fabricación de equipo, cadenas de suministro de servicios y la opinión del consumidor.

A continuación se enumeran algunos de los proyectos piloto de redes inteligentes que se están desarrollando en Brasil (Pinto, 2012): a) *Companhia Paulista de Força e Luz* (CPFL) maneja una subestación inteligente; b) *Companhia Estadual de Energia Eletrica* (CEEE) ha adquirido experiencia en ondas portadoras analógicas; c) la compañía distribuidora CELG ha desarrollado la supervisión del suministro de electricidad para los consumidores de medio y bajo voltaje utilizando diferentes tecnologías de comunicación; d) la empresa distribuidora Ampla está preparando un estudio de caso de la implementación de una ciudad inteligente en Búzios; e)

Companhia Energética de Pernambuco (*Cia Energia Pernambuco* o Celpe) instaló una red inteligente en la Isla Fernando de Noronha, una isla con estrictas restricciones ambientales; y, f) Eletrobras maneja una red inteligente en Parintins, una ciudad en la región amazónica.

Una publicación reciente de la CEPAL describe las siguientes iniciativas: (Nigris y Coviello, 2012).

- Proyectos de contadores inteligentes por *Ceará Energy Company* (*Companhia Energética do Ceará* o COELCE)
 - o Instaló 100 contadores inteligentes y dos concentradores en Fortaleza
 - o Programó su siguiente proyecto en Niterói, Río de Janeiro
- Proyecto de la ciudad inteligente de Búzios (*Cidade Inteligente Búzios*), por Ampla
 - o Implementación de un laboratorio viviente para realizar pruebas entre 10.400 clientes
 - o Asiste al gobierno en la elaboración de leyes sobre redes inteligentes
 - o Como primer paso, instala un sistema eficiente de alumbrado público
 - o Pone en servicio contadores inteligentes para todos sus clientes, autorecuperación para redes de mediano voltaje y generación distribuida
 - o Implementación de VE y edificios inteligentes
- Ampla
 - o Desarrolló el Ampla Chip, un sistema avanzado de contadores inteligentes para reducir el robo de energía
 - o Instaló contadores inteligentes para 540 mil clientes, el mayor proyecto de este tipo en América Latina

Se describen a continuación otras iniciativas llevadas a cabo por compañías como Cemig, AES Eletropaulo, Celesc y Copel (Pica, Vieira et al., 2011).

- Ciudades del Futuro en Minas Gerais (Cemig)
 - o Comenzó en 2009 en Sete Lagoas, una ciudad con una población de más de 200 mil habitantes y más de 80 mil clientes.
 - o Automatización redes de medición, subestaciones y distribución de energía, sistemas de telecomunicación, sistemas de computo operativo y gestión e integración de generación distribuida.
 - o Resultados:

- Modelos tarifarios nuevos, así como de facturación
- Reducción de costos y de pérdidas de energía
- Mejoría de la eficiencia de la red de energía
- Optimización de la gestión y el control.
- Redes Inteligentes en Sao Paolo (AES Eletropaulo)
 - o Proyecto piloto de I+D para desarrollar un sistema inteligente de distribución, integrando equipo avanzado y sistemas de información
 - o Redes inteligentes establecidas en un circuito con 4,4 km de cables aéreos y bajo tierra, lo que crea una red de distribución, en Ipiranga, Sao Paolo
- Companhia Paranaense de Energía (Copel)
 - o Más de US\$330 millones de inversión hasta el 2014
 - o Proyecto digital de la ciudad de Curitiba
 - o Automatiza todas las claves operacionales y los reconectores proveyendo 650 mil unidades
 - o Construye 700 km de nuevas redes de energía
 - o Instala estación de abastecimiento para taxis eléctricos en el aeropuerto Afonso Pena.
- Micro Red de Energía Sostenible (Celesc)
 - o Los proyectos piloto de I+D son: a) Respuesta a la Demanda en Florianópolis, b) Sistema de medición en Blumenau y c) Planificación Distrital de Red de Distribución y Generación de energía sostenible
 - o El proyecto de Florianópolis incluye la instalación de 10 mil unidades de instrumentos de control de carga y 3.500 unidades de medidores inteligentes.
 - o El proyecto Blumenau remplazará los medidores inteligentes existentes, para establecer un sistema de comunicación entre cada medidor y las subestaciones, y para construir un centro de control.

Aparte a las iniciativas anteriormente mencionadas, el proyecto InovCity Aparecida es el proyecto mas avanzado y más grande de redes inteligentes en Brasil. La ciudad de Aparecida esta situada en el estado de Sao Paulo, a 168km de la capital, con una población de 35 mil habitantes y un área de 121km² con regiones urbanas y rurales. La ciudad fue escogida porque

representa a un estrato social de consumidores en el área de servicios públicos por el grupo EDP, en términos de municipalidad y diversidad (Marcondes, 2012)

El proyecto incluye la instalación de más de 13.500 medidores inteligentes desarrollados por Ecil Energia, en asociación con EDP Bandeirante. Estos medidores están aprobados ya por el Instituto Nacional de Metrología, Calidad y Tecnología (INMETRO). El plan detallado de instalación incluye 1.600 medidores monofásicos, 11 mil bifásicos y 1.400 trifásicos, así como 485 Transformadores indirectos de Alimentación y Distribución (TAD). Todos ellos están supuestos a ser interconectados usando tecnología de radiofrecuencia, ZigBee en una red de malla asociada con coordinadores de red que conecten estas redes privadas a la red de datos pública y que envíen la información al Centro de Gestión de Medición, en las plantas centrales de Bandeirante Energía.

Al 27 de diciembre han sido instalados 11.127 medidores, y el resto de los medidores se espera que están instalados en Diciembre de 2012.

5.2.3. Chile

La capacidad eléctrica de Chile en 2010 era de 15,94 GW, el 36,8% era energía renovable y su tasa de electrificación nacional era de 99% (REEEP, 2012). Chile ha enfrentado escasez de energía recientemente y depende en gran medida de la energía hidráulica (41%) y de combustibles fósiles (58%) (REEEP, 2012). Más del 70% de los combustibles fósiles son importados.

La Ley 20/20 de Energía Renovable de 2008 exige que para 2024 el 10% de la producción de energía de Chile sea renovable (REEEP, 2012). En 2010, Chile invirtió US\$960 millones en energía renovable (UNEP BNEF, 2011). La capacidad instalada de fuentes renovables, incluyendo pequeñas centrales hidroeléctricas, energía geotérmica, eólica, solar y la que proviene de la biomasa es de 734 MW y su potencial neto se estima en 190.067 MW (Jiménez, 2012).

El proyecto de la ciudad inteligente de Santiago, realizado por Chilectra, instaló 100 contadores inteligentes para consumidores residenciales en Santiago. El proyecto también incluye el control remoto y la automatización de redes de medio voltaje, soluciones de tecnología que permitan una demanda activa, alumbrado público eficiente y VE (Nigris y Coviello, 2012).

El gobierno de Chile también desarrolló un proyecto piloto en Huatacondo, un pueblo rural aislado con 100 habitantes, durante 10 horas diarias. Se instalaron ochenta y cuatro paneles solares fotovoltaicos, un sistema para el almacenamiento de energía con 96 baterías de plomo-ácido, y un aerogenerador con capacidad de 3 kW. El gobierno pronto solicitará una licitación para un estudio de prefactibilidad de un proyecto piloto en la región de Magallanes en el extremo sur de Chile.

5.2.4. Costa Rica

La capacidad eléctrica de Costa Rica en 2009 era de 2,49 GW, 75.2% era energía renovable y su tasa de electrificación nacional era de 99,3% (IRENA, 2012). En cuanto a la generación de energía, el 80% proviene de energía hidráulica, 12% de energía geotérmica y 8% de otras fuentes.

El Plan de Desarrollo Eléctrico Nacional (2005–2009) establece que la capacidad instalada se duplicará cada 15 años, llevándola de 1,96 GW en 2006 a 3,85 GW en 2021 (REEEP, 2012).

5.2.5 Colombia

La capacidad eléctrica de Colombia en 2009 era de 13,5 GW, 67.1% era energía renovable y su tasa de electrificación nacional era de 95,6% para los sistemas nacionales interconectados y de 65,2% para las zonas que no estaban interconectadas (IRENA, 2012). La generación de energía proviene de un 64% a un 77% de energía hidráulica y de 23% a 33% de combustibles fósiles (rangos dados debido a efectos de estacionalidad). El uso de combustibles fósiles ha aumentado desde mediados de 1990, después de las sequías de 1992. Colombia es uno de los principales exportadores de carbón y un exportador neto de petróleo.

Colombia tiene un gran potencial para la energía renovable. El gran potencial de energía hidráulica se estima en 93 GW, con estimaciones adicionales de 25 GW para pequeñas centrales hidroeléctricas. El régimen de vientos en Colombia se encuentra dentro de los mejores de América del Sur, con un valor potencial de 21 GW. Los recursos de energía solar también son notables.

En noviembre de 2010, 125 participantes de los sectores privado, público y académico desarrollaron una hoja de ruta nacional sobre redes eléctricas inteligentes para Colombia (Aldana, Céspedes et al., 2011) e introdujeron la iniciativa de redes inteligentes “Colombia Inteligente”. Los actuales proyectos e investigaciones sobre redes inteligentes (Barreto, 2012; Millan, 2012) en Colombia incluyen un sistema de control de energía basado en la unidad de medición fasorial (PMU, por sus siglas en inglés), energías eRenovables (energía eólica y solar) y movilidad electrónica (medio de transporte eléctrico público y privado).

5.2.5. *República Dominicana*

La capacidad eléctrica de la República Dominicana en 2006 era de 3,39 GW y su tasa de electrificación nacional era de 88% (REEEP 2012). La generación de energía de combustibles fósiles equivale al 86%, mientras que la que proviene de la energía hidráulica equivale al 14%. El país enfrenta cortes de luz frecuentemente.

Las pérdidas técnicas (12%) y no técnicas (30%) equivalen al 42%. En 2007 se promulgó una ley relacionada con el robo de electricidad (REEEP 2012). Para disminuir el robo de energía se han instalado contadores inteligentes con características de comunicación y control de consumo.

En 2007, el gobierno de República Dominicana aprobó una ley (Guzmán Ariza and Associates, 2012) para promover la inversión en el sector de la energía renovable a través de incentivos fiscales. En 2008, se agregó 470 MW de capacidad hidráulica (14% del total de la energía generada) y en 2012 se agregarán 762 MW adicionales. En 2009, una compañía estadounidense, Sunovia Energy Technologies, comenzó a instalar en la República Dominicana la primera planta de energía solar de 20 MW.

El potencial de energía eólica del país se estima en por lo menos 10 GW, y a tres parques eólicos se les otorgó licencias para generar 190 MW en 2008. En 2011, una empresa privada local de energía invirtió US\$100 millones para tener el primer proyecto a gran escala de energía eólica en el país por 33 MW (Jimenez, 2011). Con financiamiento del BID, el gobierno está rehabilitando las redes de distribución para contribuir a la reducción de pérdidas y para mejorar la calidad en el suministro de energía y la eficiencia en la distribución de los servicios públicos y el sector en su conjunto.

5.2.6. Ecuador

La capacidad eléctrica de Ecuador en 2009 era de 4,94 GW, 43,8% era energía renovable y su tasa de electrificación nacional era de 92,2% (IRENA, 2012). El 47% de la generación de energía proviene de la termoelectricidad, 46,6% de la energía hidráulica y 0,06% de la energía eólica. Se está desarrollando un programa llamado “Matriz Energética para 2020”, para aumentar la energía hidráulica a 80% en 2020. A pesar de que Ecuador es un país con excedentes netos de electricidad, experimenta escasez de energía durante la temporada seca de octubre a marzo. Por ejemplo, en 2007 Ecuador importó de Colombia 4,73% de su capacidad total generada.

El gobierno cuenta con dos iniciativas importantes en el campo de redes inteligentes. La primera es el proyecto Sistema Integrado para la Gestión de la Distribución Eléctrica (SIGDE). Su objetivo principal es mejorar la gestión de las compañías de distribución a través de la estandarización, la introducción de tecnologías inteligentes como las TIC y la adopción de un modelo de información general. La primera fase prevé la mejora de los servicios eléctricos a 2,4 millones de usuarios, a través de la incorporación del Sistema de Gestión de Interrupciones (OMS, por sus siglas en inglés) y del Sistema de Gestión de Distribución (DMs, por sus siglas en inglés) de SCADA. El segundo proyecto, realizado por CENACE, la autoridad de despacho, está diseñado para mejorar la estabilidad de la red a través de la medida fasorial. También vale la pena mencionar que el programa de infraestructura de medición avanzada, implementado por la empresa eléctrica, en Guayaquil adoptó más de 20.000 contadores inteligentes.

5.2.7. Haití

La capacidad eléctrica de Haití en 2006 era de 0,27 GW, con una tasa de electrificación nacional del 34%, según la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) o 10% según la USAID (REEEP, 2012). Antes del terremoto de 2010, el 72,5% de la generación de energía provenía de la energía térmica y 27,55% de la energía hidráulica. Las pérdidas técnicas y no técnicas se estiman en más del 55%, cifra que se encuentra dentro de las más altas del mundo. En junio de 2012, el BID aprobó un préstamo de US\$12 millones para desarrollar el marco de trabajo del sector energético de Haití (BID, 2012).

5.2.8. Honduras

Honduras es el segundo país más grande de América Central. La capacidad eléctrica de Honduras en 2009 era de 1,70 GW, 36,1% era energía renovable y su tasa de electrificación nacional era de 70,3% (IRENA, 2012). El 56% de la generación de energía proviene del petrodiesel, 33% de energía hidráulica, 6% del diésel y 5% de la energía producida por biomasa.

La Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) transmite y distribuye energía de forma casi exclusiva, con la excepción de ciertos sistemas aislados donde las compañías privadas manejan la generación, distribución y comercialización de la energía. Además, la ENEE genera alrededor del 35% de todos los requerimientos del sistema; las compañías que le venden su producción a la ENEE producen el resto.

En 2010, la ENEE aprobó alrededor de 50 proyectos de energía renovable con capacidades desde 2 a 160 MW. Muchos de estos proyectos se interconectarán al sistema a través de cables de distribución de 34,5 kV. Varios de ellos ya se encuentran en construcción y se espera que entren en funcionamiento a finales de 2017. Aunque muchos de los proyectos producirán energía eléctrica utilizando energía hidráulica, el rango de fuentes también incluye la biomasa, la energía eólica y la geotérmica. Por otra parte, existen nuevas solicitudes para la instalación de proyectos adicionales de energía renovable, principalmente nuevos proyectos eólicos, cuya capacidad aproximada durante los próximos cuatro años se estima en 400 MW. El primer parque eólico de 100 MW ya se encuentra en funcionamiento.

En junio de 2007, el Presidente Zelaya declaró una “emergencia energética” para abordar la crisis energética en el país. La implementación de una red inteligente se ha convertido en algo urgente, dada la situación del sistema de energía eléctrica en Honduras, que se tiene previsto actualizar con una parte significativa de energía renovable, incluyendo energía eólica y posiblemente energía solar. Debido principalmente a pérdidas no técnicas, el total de pérdidas de energía eléctrica aumentó a 25% en 2006 (REEEP, 2012). Para solucionar este problema, la ENEE inició un proyecto por US\$300 millones con la compañía israelí Israeli LR Group Ltd. para instalar 500.000 contadores inteligentes con funcionalidad de corte remoto para dar respuesta al uso sospechoso (Nielsen, 2012).

En la actualidad, se han instalado 40.000 contadores AMR y la meta para los próximos cinco años es alcanzar los 100.000. Este equipo constituirá una base modesta para la

introducción de una red inteligente. Para complementar el equipo, se mejorará el sistema para la gestión de datos de contador, que se está integrando al sistema de gestión comercial. Además, se están introduciendo modificaciones al sistema de tarifas, lo que permitirá la adopción de redes inteligentes. La meta de estas acciones es promover la distribución de la generación a través de microredes y la aplicación de mediciones netas.

5.2.9. Jamaica

La capacidad eléctrica de Jamaica en 2006 era de 1.5 GW, con una tasa de electrificación nacional de 90% (REEEP, 2012). El 90% de la generación de energía proviene del petróleo, 1.5% del carbón, 2.2% de la energía hidráulica y 1.4% de la energía producida por biomasa. Más del 90% de la energía del país depende del petróleo importado. En 2005, el gobierno desarrolló una estrategia energética al aumentar el consumo del gas natural licuado para reducir la vulnerabilidad nacional en materia de energía. La eficiencia de la generación de energía es baja, principalmente debido a que la infraestructura para la generación de electricidad es muy anticuada. La pérdida de electricidad en su transmisión y distribución es del 23% debido a la infraestructura anticuada y al robo.

Jamaica tiene un gran potencial para la energía renovable. La radiación solar es alta, aproximadamente de 5 kWh/m² por día. El gobierno de Jamaica, junto con Brasil, ha comenzado a desarrollar la industria del etanol proveniente de la caña de azúcar. La Política Nacional Energética (2006-2020) [*National Energy Policy Green Paper (2006-2020)*] incluye el desarrollo de energía renovable; además, el gobierno pretende alcanzar un 15% de energía renovable para el año 2020.

5.2.10. México

La capacidad eléctrica de México en 2009 era de 59.3 GW; el 22.7% era energía renovable (IRENA, 2012; REEEP, 2012). En 2008, su tasa de electrificación nacional era de 97% (REEEP, 2012). En cuanto a la generación de energía, el 75.3% proviene de energía térmica, 19% de energía hidráulica y 5% de energía nuclear (REEEP, 2012). En 2007, el gobierno anunció su Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012 (*2007-2012 National Infrastructure Program*) para invertir US\$25.3 mil millones en infraestructura eléctrica.

Las actividades de investigación y desarrollo relacionadas con redes inteligentes (Castro y Gómez, 2012) del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) incluyen una hoja de ruta de redes inteligentes desarrollada por la empresa estatal mexicana de servicios de electricidad, la Comisión Federal de Electricidad (CFE), una integración a gran escala de energía renovable intermitente, un perfil IEC 61850 para las subestaciones de distribución de CFE, infraestructura de medición avanzada, sistemas de gestión de energía para el hogar, un inversor fotovoltaico, definición y análisis de la operación de distribución e interoperabilidad semántica para la red inteligente de CFE.

5.2.11. Panamá

La capacidad eléctrica de Panamá en 2009 era de 1.82 GW; el 48.3% era energía renovable (REEEP 2012). La tasa de electrificación nacional era de 88.1% (IRENA, 2012). La generación de energía proviene en un 55.3% de energía hidráulica y 44.7% de energía térmica. El sector energético se privatizó en 1998. La Secretaría Nacional de Energía de Panamá (SNE) tiene planificado llevar a cabo un estudio para adoptar redes inteligentes (Nigris y Coviello, 2012).

5.2.12. Uruguay

La capacidad eléctrica de Uruguay en 2009 era de 2,62 GW, 66,6% provenía de energía renovable y su tasa de electrificación nacional era de 98,3% (IRENA, 2012; REEEP, 2012). La generación de energía en Uruguay proviene en un 63% de energía hidráulica, 34% de energía térmica y 3% de energía renovable no convencional. Aunque la generación de energía es una actividad competitiva, la empresa estatal de energía de Uruguay, UTE, genera la mayor parte de la electricidad. La UTE lleva a cabo actividades de transmisión y distribución. La tasa de electrificación es de 98,8% para 1.307.000 clientes; el 40% de los cuales se encuentran en Montevideo (Chiara, 2012).

Las experiencias exitosas de redes inteligentes en Uruguay incluyen la cobertura a nivel nacional de una red de telecomunicaciones, la calidad del servicio, la telemedida para los generadores y grandes consumidores, así como el alumbrado público. El Plan Maestro de Redes Inteligentes de la UTE se está desarrollando y se completará en 2013. En 2012, la UTE comprará 30 VE para su uso piloto en Montevideo.

La energía eólica, la generación distribuida, la microgeneración, la gestión de la demanda, la electrificación rural y la prevención de las pérdidas no técnicas se identifican como aplicaciones prioritarias del país en materia de redes inteligentes. En 2015 se integrarán 1.000 MW de energía eólica a la red y suministrarán más del 20% de la demanda de electricidad del país.

5.3. *Otros trabajos sobre redes inteligentes realizados por otras instituciones en la región de ALC*

La AIE publicó el documento Redes Inteligentes: Hoja de Ruta Tecnológica en 2011 como guía para el gobierno y la industria para alcanzar una reducción del 50% de las emisiones de gases de efecto invernadero para 2050 (IEA, 2011). Durante el taller en la Isla de Jeju, la CEPAL presentó una perspectiva regional sobre redes inteligentes. Se señaló que el robo de electricidad es un problema importante en toda la región de ALC, incluso dentro de las grandes ciudades (Coviello, 2012). Los servicios de electricidad en países de la región de ALC enfrentan problemas de seguridad y calidad debido a sus redes eléctricas obsoletas. Se proponen, como parte de la solución, las redes inteligentes con contadores inteligentes, la automatización en la distribución y la generación distribuida. La CEPAL le presentó a los formuladores de políticas las siguientes diez recomendaciones para el desarrollo de redes inteligentes en la región de ALC.

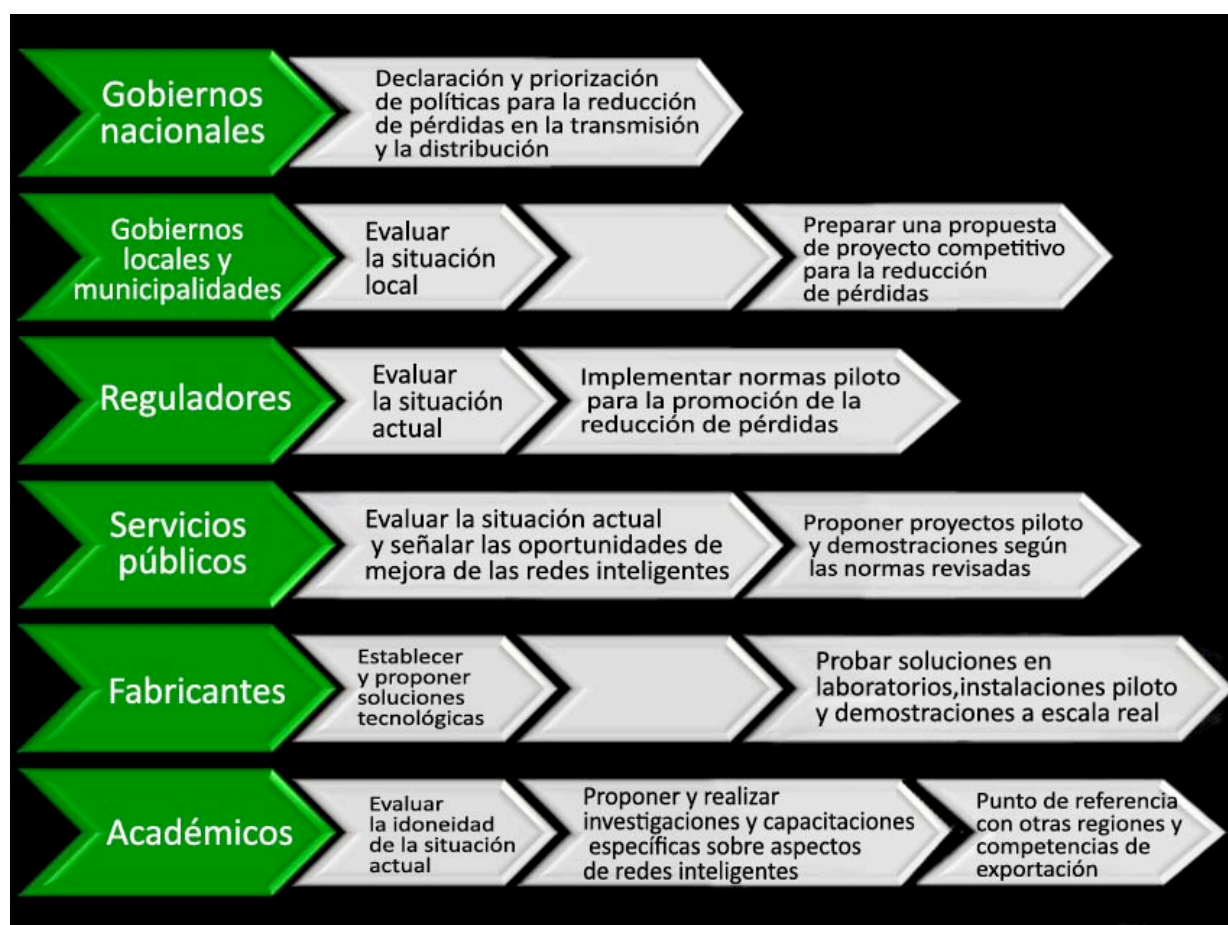
Gráfico 18. Decálogo para redes inteligentes en la región de ALC



Fuente: Coviello (2012).

Poco después del taller en la Isla de Jeju, la CEPAL publicó “Redes inteligentes en América Latina y el Caribe (*Smart Grids in Latin America and the Caribbean*)”, un informe de su estudio de dos años. En este informe se presentó casos de prueba de seis países en la región de ALC: Brasil, Uruguay, Chile, México, Jamaica y Panamá. La CEPAL compartió sus hallazgos en las áreas de generación, fuentes no convencionales de energía renovable, generación distribuida, sistemas de transmisión, sistemas de distribución, equipos de medición, nivel de pérdidas de distribución, regulación y capacidad humana. Se describieron las diez recomendaciones enumeradas en el gráfico 18, sí como las iniciativas de redes inteligentes en Chile, Brasil y Panamá (Nigris y Coviello, 2012). El gráfico 19 presenta las acciones inmediatas que se presentaron en el taller en la Isla de Jeju.

Gráfico 19. El camino a seguir: acciones inmediatas



Fuente: Coviello (2012).

5.4. *Análisis de resultados de la encuesta del taller*

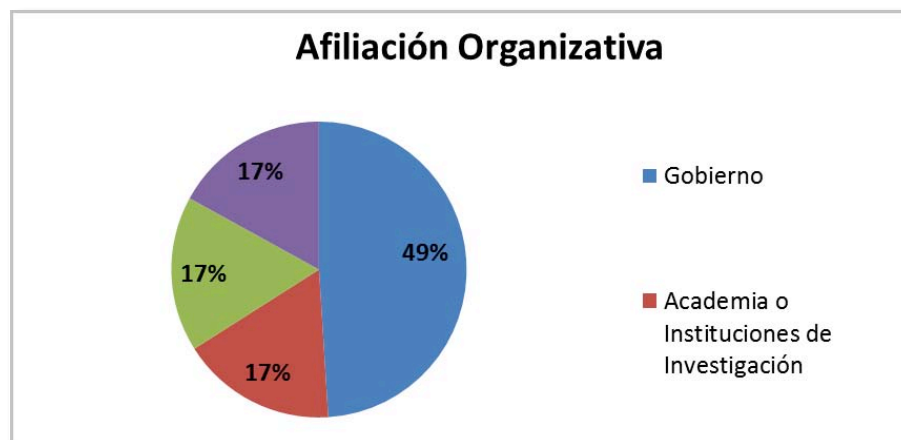
5.4.1. *Objetivo de la encuesta*

Después del taller, los participantes llenaron una encuesta para determinar el valor de la actividad en términos de transferencia de conocimientos como una estrategia de seguimiento y evaluación. El objetivo fue medir el conocimiento de los participantes de la región de ALC sobre las redes inteligentes, antes y después del taller y de la visita de campo en Corea.

5.4.2. *Afiliaciones organizacionales*

El 49% de los participantes eran del gobierno, 17% de las instituciones académicas o de investigación, 17% de la industria o instituciones del sector privado y 17% de ellos eran de otros campos.

Gráfico 20. Afiliaciones organizacionales



Fuente: Elaboración de los autores.

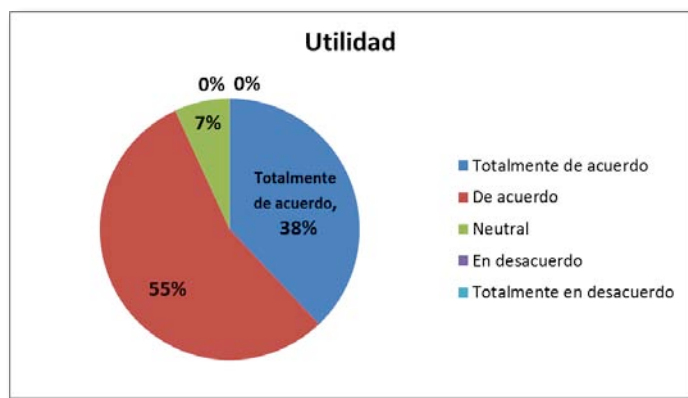
5.4.3. *Mejora del conocimiento*

Como resultado del taller, el 82% de los participantes ampliaron en por lo menos un 25% sus conocimientos sobre las tecnologías de redes inteligentes,.

5.4.4. Conocimiento e información adquirida en el taller

La siguiente pregunta se refirió a la utilidad y aplicabilidad de la información obtenida en el taller. El 38% de los participantes estuvo totalmente de acuerdo, el 55% de ellos estuvo de acuerdo con que la información fue de utilidad, mientras que el 7% calificaron de neutral la pregunta de si la información recibida en el taller había sido de utilidad para la implementación de ciudades sostenibles en sus respectivos países.

Gráfico 21. Conocimiento e información adquirida en el taller

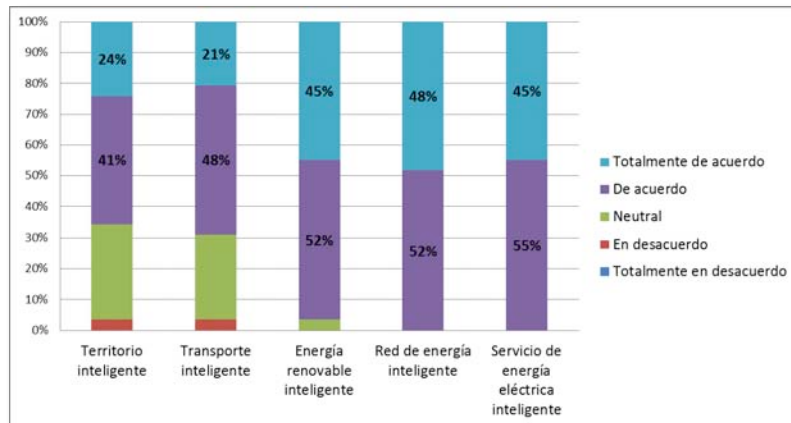


Fuente: Elaboración de los autores.

Aplicabilidad de las tecnologías

La encuesta pidió la opinión de los participantes en cuanto a la aplicabilidad, en sus propios países, de la implementación de las tecnologías o los cinco dominios de las redes inteligentes del banco de pruebas de la Isla de Jeju (consulte el gráfico 22 para ver los resultados).

Gráfico 22. Aplicabilidad de las tecnologías

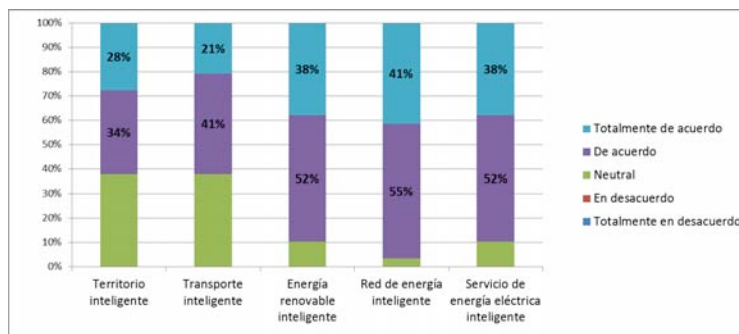


Fuente: Elaboración de los autores

5.4.5. Aplicabilidad de las lecciones aprendidas

La encuesta pidió la opinión de los participantes en cuanto a la aplicabilidad, en sus propios países, de las lecciones aprendidas o mejores prácticas de la implementación de los cinco dominios de las redes inteligentes del banco de prueba de la Isla de Jeju (consulte el gráfico 23 para ver los resultados).

Gráfico 23. Aplicabilidad de las lecciones aprendidas

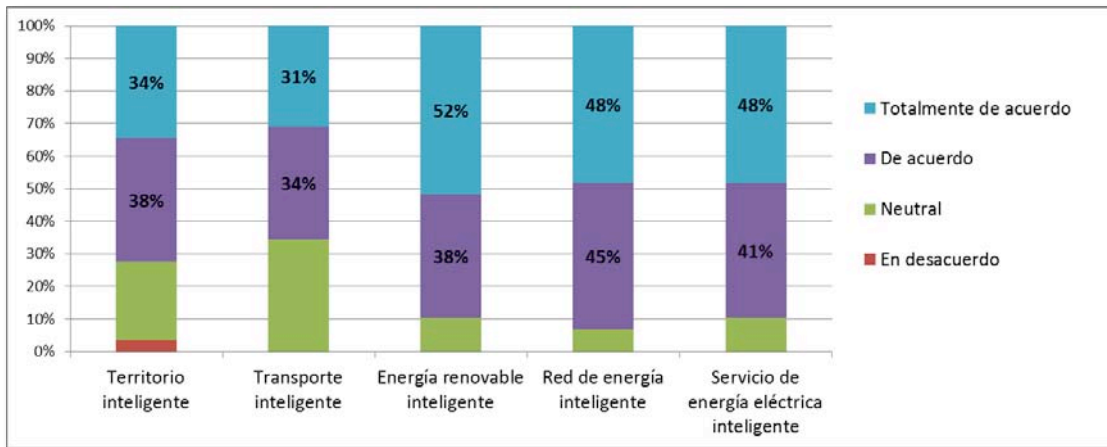


Fuente: Elaboración de los autores.

5.4.6. Aplicabilidad de los Objetivos y las Visiones

La encuesta pidió la opinión de los participantes en cuanto a la aplicabilidad, en sus propios países, de los objetivos y visiones de los cinco dominios de las redes inteligentes del banco de prueba de la Isla de Jeju (consulte el gráfico 24 para ver los resultados).

Gráfico 24. Aplicabilidad de los Objetivos y las Visiones

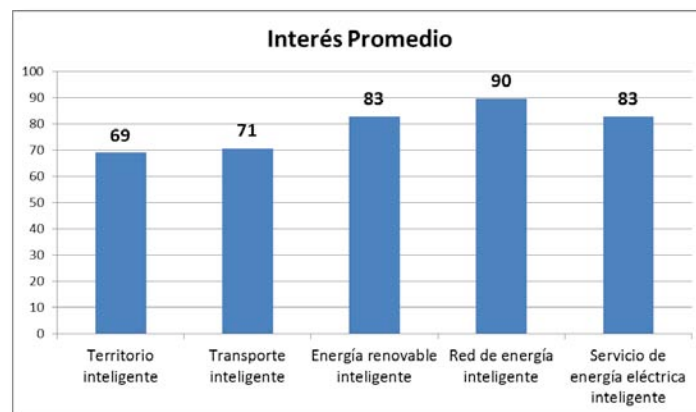


Fuente: Elaboración de los autores.

5.4.7. Interés en los Cinco Dominios

La encuesta preguntó sobre el interés de los participantes en cada uno de los cinco dominios de la red inteligente de la Isla de Jeju. Los resultados muestran el nivel de interés de los participantes en la red inteligente de energía, la energía renovable inteligente, el servicio de energía eléctrica inteligente, el transporte inteligente y el territorio inteligente.

Gráfico 25. Interés en los Cinco Dominios

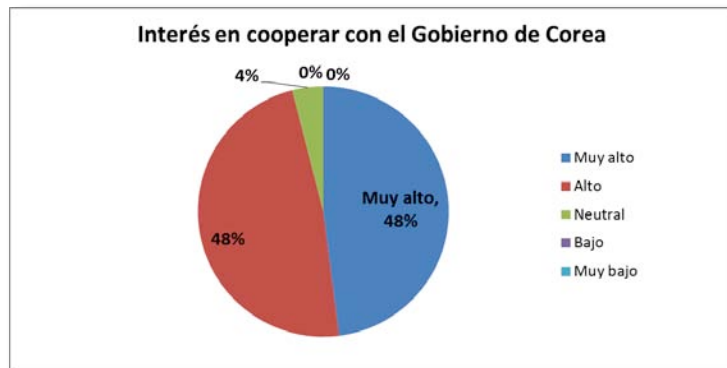


Fuente: Elaboración de los autores.

5.4.8. Cooperación con el gobierno de Corea

Cuando se les preguntó a los participantes acerca de su interés en cooperar con el gobierno de Corea, específicamente en recibir asistencia técnica y financiera, 48% de los participantes respondió “muy alto”; otro 48%, “alto”; mientras que 4% adoptó una posición “neutral”.

Gráfico 26. Cooperación con el gobierno de Corea

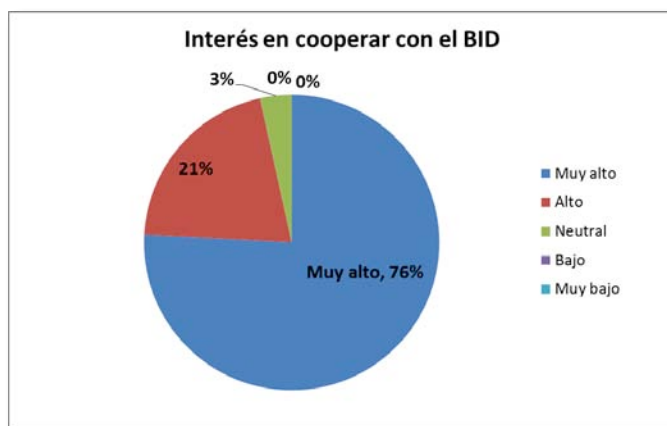


Fuente: Elaboración de los autores

5.4.9. Cooperación con el BID

Con respecto a su interés en trabajar con el BID para apoyar el desarrollo de redes inteligentes en sus propios países, a través de asistencia técnica y financiera, el 76% de los participantes respondió "muy alto"; otro 21%, "alto"; mientras que el 3% adoptó una posición neutral.

Gráfico 27. Cooperación con el BID



Fuente: Elaboración de los autores.

Referencias

- Aldana, A., R. Cespedes, et al. 2011. Implementation of Smart Grids in the Colombian Electrical Sector. ISGT-LA 2011.
- APCO Worldwide. 2010. China's 12th Five-Year Plan, How it actually works and what's in store for the next five years.
- Araujo, J. M. d., I. W. Grudtner, et al. 2011. Smart Grid Program – Challenges for its Deployment in Brazil. 2011 Cigré International Symposium. Bologna, Italy.
- Asmus, P., B. Lockhart, et al. 2012. Smart Grid: Ten Trends to Watch in 2012 and Beyond. Pike Research.
- Barreto, A. B. 2012. Smart Cities: Colombia's Challenges and XM Developments. International Smartgrid Communication Korea-LAC, Smart Grid and Its Application in Sustainable Cities, Jeju, Korea.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo). 2012. HA-L1073: Institutional Transformation and Modernization Program of the Energy Sector II. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Caribbean 360. 2011. "IDB President reaffirms partnership with Barbados". Caribbean 360.
- Castro, S. G. y R. N. Gómez. 2012. Mexico's Smart Grid R&D activities Electrical Research Institute. International Smart Grid Communication Korea-LAC, Smart Grid and Its Application in Sustainable Cities, Jeju, Korea.
- Chiara, L. D. 2012. Workshop on Smart Grid and its application in Sustainable Cities. International Smartgrid Communication Korea-LAC, Smart Grid and Its Application in Sustainable Cities, Jeju, Korea.
- Choi, J. 2012. Smart Transportation in Jeju. International Smart Grid Communication Korea-LAC, Smart Grid and Its Application in Sustainable Cities, Jeju, Korea.
- Coviello, M. 2012. Smart Grid Perspectives in Latin America and the Caribbean. International Smart Grid Communication Korea-LAC, Smart Grid and Its Application in Sustainable Cities, Jeju, Korea.
- Department of Energy. 2011. Department of Energy Microgrid Workshop Report. http://energy.gov/sites/prod/files/Microgrid_percent20Workshop_percent20Report_percent20August_percent202011.pdf.

Electricity Networks Strategy Group. 2010. Electricity Networks Strategy Group: A Smart Grid Routemap. Electricity Networks Strategy Group.

energy.gov. 2011. Five Million Smart Meters Installed Nationwide is Just the Beginning of Smart Grid Progress. <http://energy.gov/articles/five-million-smart-meters-installed-nationwide-just-beginning-smart-grid-progress>.

energy.gov. 2012. <http://energy.gov/oe/technology-development/smart-grid>.

Fehrenbacher, K. 2009. The Miami Smart Grid is the Platform, Now Comes the Applications. GigaOM.

Gioria, M. 2009. French Roadmap for Smart Grids and Electricity Systems Integrating Renewable Energy Sources. ADEME – NEDO workshop.

Green Island Inc. 2008. Green Island Visits the Barbados Solar House.

Guzmán Ariza and Associates. 2012. Fernández Signs Renewable Energy Bill into Law.

Hashmi, M. 2011. Survey of Smart Grid Concepts Worldwide. VTT.

Hwang, W. 2012. KEPCO's Smart Grid Program. International Smartgrid Communication Korea-LAC, Smart Grid and Its Application in Sustainable Cities, Jeju, Korea.

IEA. 2011. Technology Roadmap Smart Grids. International Energy Agency.

IEA. 2012. Beyond the OECD - Brazil. http://www.iea.org/country/n_country.asp?COUNTRY_CODE=BR, International Energy Agency.

IEEE. Smart Grid 2012. <http://smartgrid.ieee.org/resources/public-policy/china>.

IRENA. 2012. Renewable Energy Country Profiles for Latin America. International Renewable Energy Agency.

Jeju SGTB. 2012a. Smart Grid Overview. <http://smartgrid.jeju.go.kr/eng/contents/index.php>, Jeju smart grid test bed.

Jeju SGTB. 2012b. Smart Grid implementation status of key countries. <http://smartgrid.jeju.go.kr/eng/contents/index.php?mid=010202>, Jeju smart grid test bed.

Jeju SGTB. 2012c. Five Areas of Jeju Smart Grid Test Bed. Smart Transportation. <http://smartgrid.jeju.go.kr/eng/contents/index.php?mid=0302>, Jeju smart grid test bed.

Jeju SGTB. 2012d. Five Areas of Jeju Smart Grid Test bed, Smart Transportation (in Korean). <http://smartgrid.jeju.go.kr/contents/index.php?mid=030201>, Jeju smart grid test bed.

Jeju SGTB. 2012e. Five Areas of Jeju Smart Grid Test bed, Smart Renewable, <http://smartgrid.jeju.go.kr/eng/contents/index.php?mid=0303>, Jeju smart grid test bed.

Jeju SGTB. 2012f. Five Areas of Jeju Smart Grid Test bed, Smart Power Grid, <http://smartgrid.jeju.go.kr/eng/contents/index.php?mid=0304>, Jeju smart grid test bed.

Jeju SGTB. 2012g. Five Areas of Jeju Smart Grid Test bed, Smart Place, <http://smartgrid.jeju.go.kr/eng/contents/index.php?mid=0301>, Jeju smart grid test bed.

Jeju SGTB (2012h). Five Areas of Jeju Smart Grid Test bed, Smart Electricity Service, <http://smartgrid.jeju.go.kr/eng/contents/index.php?mid=0305>, Jeju smart grid test bed.

Jeju SGTB (2012i). Five Areas of Jeju Smart Grid Test bed, Smart Electricity Service (in Korean), <http://smartgrid.jeju.go.kr/contents/index.php?mid=030501>, Jeju smart grid test bed.

Jeju SGTB (2012j). Five Areas of Jeju Smart Grid Test bed, <http://smartgrid.jeju.go.kr/eng/contents/index.php?mid=03>, Jeju smart grid test bed.

Jenkins, J. (2012). Ontario smart meters will cost another 81 cents monthly. Toronto Sun.

Jiménez, G. (2012). Chile energy supply challenge: Microgrids solutions. International Smart Grid Communication Korea-LAC, Smart Grid and Its Application in Sustainable Cities. Jeju, Korea.

Jimenez, M. 2011. Dominican Republic Starts up Wind Power Project. Reuters.

KPX. 2011. The Smart Grid World Enabled by KPX (The role of KPX for building an optimized smart grid). Korean Power Exchange.

KSGI. 2012a. 10 Power IT Projects, Korea Smart Grid Institute (KSGI).

KSGI. 2012b. Major Smart Grid Initiatives by Countries, <http://www.smartgrid.or.kr/10eng8-1.php>, Korea Smart Grid Institute.

KSGI. 2012c. Korea's Smart Grid Initiative. Korea Smart Grid Institute.

KSGI. 2012d. Jeju Test bed vision, <http://www.smartgrid.or.kr/10eng3-2.php>, Korea Smart Grid Institute.

KSGI. 2012e. For the World's Green Growth, Jeju Smart Grid Test Bed in Korea. Korea Smart Grid Institute.

LG Electronics. 2012. Save Energy Conveniently at LG Smart Place, LG Electronics.

- Millan, I. A. I. 2012. Smart Grids in Colombia: Current State and Future. International Smart Grid Communication Korea-LAC, Smart Grid and Its Application in Sustainable Cities, Jeju, Korea.
- Ministerio de Economía del Conocimiento de Corea. 2010. Smart Grid National Roadmap (in Korean), Korea Ministry of Knowledge Economy.
- MKE, K. 2010. Smart grid national roadmap (in Korean), Ministerio de Economía del Conocimiento de Corea.
- Nielsen, S. 2012. Honduras May Install 500,000 Smart Meters With Israel's LR Group. Bloomberg.
- Nigris, M. D. y M. F. Coviello. 2012. Smart Grids in Latin America and the Caribbean. Economic Commission for Latin America and the Caribbean.
- Pahwa, N. 2009. Reliance Energy Integrates Google Power Meters: Google.org In India. MediaNama.
- Park, C. y T. Yong. 2011. Smart Grid Technology and Market Trends. Science & Technology and Research & Development Business, Trend Brief 2011-04, Korea Institute of S&T Evaluation and Planning.
- Park, Y. 2012. Smart Renewable [Case Study: SG Jeju Demonstration Site]. International Smartgrid Communication Korea-LAC, Smart Grid and Its Application in Sustainable Cities, Jeju, Korea.
- Pica, C. Q., D. Vieira, et al. 2011. An Overview of Smart Grids in Brazil - Opportunities, Needs and Pilot Initiatives. ENERGY 2011: The First International Conference on Smart Grids, Green Communications and IT Energy-aware Technologies.
- Pilon, M. 2012. "Revised Smart Grid Plan Announced For Worcester". Worcester Business Journal.
- Pinto, A. V. J. 2012. Smart Grids in Brazil – Current Status. International Smart Grid Communication Korea-LAC, Smart Grid and Its Application in Sustainable Cities, Jeju, Korea.
- Popescu, S., C. Roberts, et al. 2010. Canada - Smart Grid Developments. U.S. Department of Commerce, International Trade Administration, U.S. Commercial Service.
- REEEP. 2012. Database: Policy and Regulation Review. Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership (REEEP), <http://www.reeep.org/9353/policy-database.htm>.

- Ryoo, S. 2012. Smart Place Implementation of the LG Consortium. International Smart Grid Communication Korea-LAC, Smart Grid and Its Application in Sustainable Cities, Jeju, Korea.
- The Pew Charitable Trusts. 2011. Who's Winning the Clean Energy Race? The Pew Charitable Trusts.
- UNEP BNEF. 2011. Global Trends in Renewable Energy Investment 2011 - Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy. United Nations Environment Programme and Bloomberg New Energy Finance.
- UPI. 2007. "India to Provide Power to All by 2012." United Press International.
- Yang, J. 2012. Korea's Smart Grid Policy and Jeju Test Bed. International Smart Grid Communication Korea-LAC, Smart Grid and Its Application in Sustainable Cities, Jeju, Korea.
- Zpryme. 2011. Brazil: The Smart Grid Network. Zpryme Smart Grid Insights.