

VERSION PUBLICA

REPORTE FINAL

Marco Regulatorio de la Red Eléctrica Inteligente (REI) en México Para la Comisión Reguladora de Energía



Septiembre 2014

Preparado por

ESTA International, LLC
2214 Rock Hill Road, Suite 180
Herndon, Virginia, 20170-4234
USA

www.ESTAInternational.com



Este informe ha sido financiado por la Agencia de Comercio y Desarrollo de Estados Unidos de América (USTDA), una agencia del Gobierno de los Estados Unidos. Las opiniones, resultados, conclusiones o recomendaciones expresadas en este documento son las del autor (es) y no representan necesariamente la posición o las políticas oficiales de la USTDA. USTDA no hace ninguna representación sobre, ni acepta responsabilidad por, la exactitud o integridad de la información contenida en este informe.



Domicilio: 1000 Wilson Boulevard, Suite 1600, Arlington, VA 22209-3901
Teléfono: 703-875-4357 • **Fax:** 703-875-4009 • **Sitio Web:** www.ustda.gov



Agencia de Comercio y Desarrollo de EE.UU (USTDA)

La Agencia de Comercio y Desarrollo de Estados Unidos ayuda a las empresas a crear empleos en los Estados Unidos a través de la exportación de bienes y servicios para los proyectos prioritarios de desarrollo en las economías emergentes. USTDA vincula a las empresas estadounidenses al exportar oportunidades y financiar las actividades de planificación de proyectos, proyectos piloto, y revertir las misiones comerciales, a la vez que crea una infraestructura sostenible y el crecimiento económico en los países socios.

Este informe ha sido preparado por ESTA International, LLC bajo contrato con la Comisión Reguladora de Energía (CRE) y con el apoyo financiero de la Agencia de Comercio y Desarrollo de los Estados Unidos (USTDA) y en colaboración costo-compartido por ESTA International, LLC.

El equipo de ESTA para este Proyecto incluye:

Mr. Nader Farah
Dr. Parviz Adib
Mr. Ron Binz
Dr. Eddie Dehdashti
Ms. Sandra Guill
Mr. Francisco Holguin
Mr. David Shpigler

Todos sus comentarios y preguntas deberán dirigirse a:

Mr. Nader Farah
ESTA International, LLC
nader.farah@ESTAinternational.com

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	1
1 Introducción	1-1
1.1 Organización de este informe	1-2
2 Panorama General del Sector Eléctrico Mexicano	2-1
2.1 Reforma Energética en México (2013 - 2014)	2-1
2.2 Panorama del Sector Eléctrico Mexicano antes de la Reforma Energética	2-3
2.2.1 <i>La Electricidad y la Economía Mexicana</i>	2-3
2.2.2 <i>Resumen de las Características de la Red Eléctrica Mexicana</i>	2-5
3 Tarea 1 – Revisión Inicial y Evaluación	3-1
3.1 Descripción General de las iniciativas Internacionales de la Red Eléctrica Inteligente..	3-2
3.1.1 <i>Conceptos de la REI</i>	3-2
3.1.2 <i>Visualización de la REI</i>	3-3
3.1.3 <i>Características de la Tecnología de la REI</i>	3-5
3.1.4 <i>Beneficios de la REI</i>	3-6
3.1.5 <i>Factores Internacionales en las REIs</i>	3-11
3.1.6 <i>Selección de programas Internacionales de Red eléctrica inteligente</i>	3-15
3.1.7 <i>Lecciones aprendidas de los Programas Internacionales</i>	3-24
3.1.8 <i>Programas de Privacidad Internacionales para la Red Eléctrica Inteligente</i>	3-36
3.2 La Red Eléctrica Inteligente en México	3-46
3.2.1 <i>El Programa de CFE</i>	3-46
3.2.2 <i>El Programa de la SENER</i>	3-47
3.2.3 <i>El Programa de la CRE</i>	3-47
3.2.4 <i>Observaciones sobre el Programa de la Red Eléctrica Inteligente en México</i>	3-47
3.3 Energías Renovables en México	3-48
3.3.1 <i>Oportunidad de Integración de Recursos Renovables en la Red Eléctrica Mexicana</i>	3-49
3.3.2 <i>Retos en la Planificación de la Red</i>	3-54
3.3.3 <i>Los Retos en la Operación de la Red</i>	3-57
3.3.4 <i>Manejo del Incremento de Complejidad en el Sector Eléctrico Mexicano</i>	3-58
3.3.5 <i>Necesidades Tecnológicas para la Integración de Recursos Renovables</i>	3-59
3.4 FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, y Amenazas) del Sector Eléctrico Mexicano para la Implementación de la Red Eléctrica Inteligente	3-62
3.5 Plan de Acción Recomendado	3-71
4 Tarea 2 – Mapa de Ruta de Regulación	4-1
4.1 Escenario Legislativo y Regulatorio Antes de la Reforma Energética del 2013	4-4
4.2 Posibles Desafíos en materia de Regulación y de la Industria del Suministro de Electricidad	4-11
4.2.1 <i>Desafíos en materia de Regulación</i>	4-11
4.2.2 <i>Posibles Desafíos Estructurales de la Industria del Suministro de Electricidad</i>	4-12
4.3 Visión, Pilares y Desafíos en México de la Red Eléctrica Inteligente de la CRE	4-15
4.3.1 <i>Resumen de la Metodología Utilizada para la CRE</i>	4-15
4.3.2 <i>Visión, Pilares y Periodo de Tiempo de la Red Eléctrica Inteligente de la CRE</i>	4-16

4.4	Medidas Regulatorias y de la Industria para Facilitar el Desarrollo de la Red Eléctrica Inteligente.....	4-19
4.4.1	<i>Antecedentes</i>	4-19
4.4.2	<i>Estrategias de Regulación</i>	4-21
4.4.3	<i>Mecanismos de Incentivos Regulatorios e Industriales</i>	4-55
4.4.4	<i>Barreras Regulatorias y Barreras del Mercado</i>	4-61
4.5	Medidas Legislativas.....	4-63
4.5.1	<i>Recomendaciones de Facultades Legislativas</i>	4-63
4.6	Recomendaciones de Perfeccionamiento Institucional.....	4-67
4.7	Interoperabilidad y Seguridad Cibernética (Tecnología) de la Red Eléctrica Inteligente.....	4-68
4.7.1	<i>Requerimiento de Normas</i>	4-68
4.7.2	<i>Requisitos de Seguridad Cibernética</i>	4-74
4.8	Medidas de Desempeño.....	4-77
4.8.1	<i>Medidas Orientadas a Metas</i>	4-78
4.8.2	<i>Logros Operacionales</i>	4-79
4.8.3	<i>Medidas Relacionadas con los Usuarios Finales</i>	4-79
4.9	Grupo de Trabajo de la Red Eléctrica Inteligente.....	4-81
4.9.1	<i>Roles y Responsabilidades de Alto Nivel</i>	4-81
4.9.2	<i>Integración del Grupo de Trabajo de la Red Eléctrica Inteligente de México</i>	4-84
4.10	Observaciones.....	4-85
4.11	Resumen de Recomendaciones.....	4-87
5	Tarea 3 – Evaluación de Oportunidades de Inversión Privada.....	5-1
5.1	Identificación de Posibles Mecanismos de Subasta.....	5-2
5.1.1	<i>Experiencia Internacional con Mecanismos de subasta para Energía Renovable</i>	5-3
5.1.2	<i>Consideración de Políticas Regulatorias de los Mecanismos de Subasta</i>	5-6
5.1.3	<i>Mecanismos de Adquisición para Recursos Renovables Distribuidos de Pequeña Escala en México</i>	5-8
5.1.4	<i>Recomendaciones para el Perfeccionamiento del Proceso de Mecanismo de Subasta de Energía Renovable de Pequeña Escala para México</i>	5-9
5.2	Identificación de Oportunidades de Despliegue de Tecnología y Fuentes de Abastecimiento de los Estados Unidos.....	5-13
5.2.1	<i>Iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente de la CFE</i>	5-14
5.2.2	<i>Aplicaciones de la Red Eléctrica Inteligente de ISGAN bajo Consideración por CFE</i>	5-16
5.2.3	<i>Proveedores Estadounidenses de la Red Eléctrica Inteligente</i>	5-20
5.3	Incentivos para Energía Renovable, Generación Distribuida y Actividades de Respuesta a la Demanda.....	5-31
5.3.1	<i>Análisis y Evaluación de Potenciales Metas Deseadas para Recursos Renovables para diversos Sectores del Mercado</i>	5-33
5.3.2	<i>Desarrollo e Integración de Proyectos de Generación Renovable Distribuida a Pequeña Escala</i>	5-34
5.3.3	<i>Desarrollo e Integración de Proyectos a Escala y Usuario Final</i>	5-39
5.3.4	<i>Desarrollo e Integración de Proyectos a Escala Pequeña de Empresas Suministradoras Privadas</i>	5-42
5.3.5	<i>Desarrollo e Integración de Proyectos a Escala de Empresas de Servicios Públicos</i>	5-44
5.3.6	<i>Desarrollo de la gestión de energía y las actividades de respuesta a la demanda</i> ..	5-46

5.3.7	<i>Gestión Energética y Actividades de Respuesta a la Demanda para los Consumidores.</i>	5-48
5.4	Resumen de Recomendaciones para Atraer Inversiones	5-53
6	Tarea 4 – Evaluaciones Preliminares de Desarrollo e Impacto Ambiental	6-1
6.1	Red Eléctrica Inteligente y Energía Renovable	6-2
6.2	Evaluación Preliminar del Impacto Ambiental	6-5
6.2.1	<i>Perspectiva Ambiental de México</i>	6-5
6.2.2	<i>Impactos Ambientales de la Energía Solar y Opciones de Mitigación</i>	6-11
6.2.3	<i>Impactos Ambientales de Energía Eólica y Mitigación</i>	6-18
6.2.4	<i>Impactos en los Niveles de Radiofrecuencia y Estrategias de Mitigación</i>	6-22
6.2.5	<i>Vehículos Eléctricos de Recarga</i>	6-22
6.2.6	<i>Créditos de Emisión de Carbono</i>	6-23
6.3	Evaluación Preliminar del Impacto del Desarrollo	6-25
6.3.1	<i>Aspectos Generales</i>	6-25
6.3.2	<i>Infraestructura</i>	6-25
6.3.3	<i>Reforma Orientada al Mercado</i>	6-26
6.3.4	<i>Desarrollo de la Capacidad de Recursos Humanos</i>	6-27
6.3.5	<i>Transferencia de Tecnología</i>	6-29
6.4	Recomendaciones	6-30
7	Tarea 5 – Análisis Económico y Plan de Implementación	7-1
7.1	Aspectos Generales	7-1
7.2	Evaluación del Programa de Energía Renovable	7-2
7.2.1	<i>Planteamiento de Modelos</i>	7-2
7.2.2	<i>Supuestos del Modelo</i>	7-6
7.2.3	<i>Resultados de los Modelos</i>	7-7
7.3	Evaluación del Programa de la Red Eléctrica inteligente	7-14
7.4	Recomendaciones y Observaciones	7-25
8	Tarea 6 – Financiamiento para Implementación	8-1
8.1	Contactos y Fuentes de Información	8-2
8.1.1	<i>Contactos</i>	8-2
8.1.2	<i>Fuentes de Información</i>	8-3
8.2	Aspectos Generales de las Instituciones Financieras	8-4
8.2.1	<i>Corporación Financiera Internacional</i>	8-4
8.2.2	<i>El Banco Mundial</i>	8-5
8.2.3	<i>Banco Interamericano de Desarrollo (IDB)</i>	8-6
8.2.4	<i>EXIM Bank</i>	8-6
8.2.5	<i>OPIC</i>	8-7
8.3	Observaciones	8-8
9	Acrónimos y Definiciones	9-1
Apéndice A	Impulsores de la Red Eléctrica Inteligente y Facilitadores Tecnológicos 1	
A.1	Motivadores Identificados por la Red Internacional de Acción de la REI (ISGAN)	1
A.2	Motivadores Considerados por ESTA en la Investigación de Iniciativas para la Red Eléctrica Inteligente	2
A.3	Tecnología de la Red Eléctrica Inteligente - Facilitadores Tecnológicos identificados de Isgan	3

Apéndice B	Caso de Uso para Subastas de energía Renovable para Proyectos de Pequeños Proyectos de Pequeña Producción (Asociados con la Tarea 3).....	1
Apéndice C	Datos Reunidos de CFE para Análisis Económico	1

FIGURAS Y TABLAS

Figura 1-1: Tareas del Proyecto.....	1-1
Figura 2-1: Crecimiento del Producto Interno Bruto en miles de millones de Pesos 1990 - 2026	2-3
Figura 2-2: Crecimiento del Consumo de Energía por Área de Control (%).....	2-4
Figura 2-3: Proyección de la Capacidad Instalada de Energía Eólica y Solar	2-11
Figura 2-4: Red Eléctrica Mexicana.....	2-13
Figura 2-5: Interconexiones con países vecinos.....	2-15
Figura 2-6: Precio Promedio de la Energía Eléctrica (Pesos MXN/kWh).....	2-19
Figura 3-1: IEA Sistema Eléctrico Inteligente	3-3
Figura 3-2: MEF La Visión de la REI.....	3-4
Figura 3-3: La Visualización de CFE de la REI.....	3-4
Figura 3-4: AIE destaca como la REI puede vincular los objetivos de los participantes en el sistema eléctrico	3-5
Figura 3-5: Motivadores de las Redes Eléctricas Inteligentes en los Sistemas de Energía Desarrollados y en Desarrollo.....	3-13
Figura 3-6: La visualización de la REI de China	3-16
Figura 3-7: Marco Estratégico de la REI en China.....	3-17
Figura 3-8: Los Principales Proyectos en China 2011-2015.....	3-17
Figura 3-9: Estándares de la Red Eléctrica Inteligente propuestos por China.....	3-18
Figura 3-10: Principales Equipos para la Red Eléctrica Inteligente propuestos por China.....	3-18
Figura 3-11: Los Componentes de la REI en Irlanda.....	3-21
Figura 4-1: CFE y las Secretarías de Estado.....	4-4
Figura 4-2: Proceso de la Red Eléctrica Inteligente en México Antes de la Reforma Energética.....	4-6
Figura 4-3: Proceso de Desarrollo del Mapa de Ruta de Tecnología de ESTA International	4-15
Figura 4-4: Visión y Pilares de la Red Eléctrica Inteligente de la CRE.....	4-18
Figura 4-5: Segmentos de Mercado de la Red Eléctrica Inteligente	4-20
Figura 4-6: Requisitos de los interesados para las normas	4-69
Figura 4-7: Perspectiva Europea del Modelo de Arquitectura de la Red Eléctrica Inteligente	4-75
Figura 4-8: Posible Estructura del Grupo de Trabajo de la Red Eléctrica Inteligente.....	4-82
Figura 5-1: Interés Internacional en los Productos de la Red Eléctrica Inteligente en los Estados Unidos	5-20
Figura 5-2: Expansión Actual y Futura de los Proveedores Estadounidenses de la Red Eléctrica Inteligente a los Mercados Internacionales.....	5-21
Figura 5-3: Proveedores de la Red Eléctrica Inteligente por Segmento de Mercado - GreenTech Media.....	5-22
Figura 6-1: Mapa Ecológico de México	6-6
Figura 7-1: Pronóstico del Impacto en el Ingreso Neto	7-10
Figura 7-2: Impacto Pronosticado en el Flujo de Caja.....	7-11
Figura 7-3: Gastos de Capital Estimados.....	7-12
Figura 7-4: Beneficios anuales acumulativos proyectados de las cinco fuentes principales de beneficio	7-13
Figura 7-5: Beneficios anuales proyectados de cada una de las cinco fuentes principales de beneficio	7-13
Figura 7-6: Marco de la Red Eléctrica Inteligente de Alto Nivel.....	7-15

Figura 7-7: Beneficios de Transmisión Pronosticados	7-23
Figura 7-8: Beneficios de Distribución Pronosticados.....	7-23
Figura 7-9: Presupuesto de Gasto de Capital Pronosticado.....	7-24
Figura 7-10: Impacto del Ingreso Neto Pronosticado	7-24
Figura 7-11: Flujos de Caja	7-25

TABLAS

Tabla 2-1: Consumo Bruto de Energía Estimado en las Áreas de Control.....	2-5
Tabla 2-2: Evolución en la Generación Total de Electricidad en el Servicio Pública (incluye PIES).....	2-8
Tabla 2-3: Capacidad de Energía Eléctrica por tipo de combustible - CFE.....	2-9
Tabla 2-4: Productores Independientes de Energía en México.....	2-10
Tabla 2-5: Generación de Electricidad 2000 - 2013.....	2-12
Tabla 2-6: Líneas de Transmisión, Subtransmisión y Baja Tensión en México, 2000-2011.....	2-14
Tabla 2-7: Capacidad Instalada en MVA (Subestaciones 2000 – 2011).....	2-14
Tabla 2-8: Número de Usuarios Finales por Sector de Servicio por CFE entre 2000 y 2013.....	2-17
Tabla 2-9: Consumo de Electricidad Histórico por Usuarios Finales por Sector de Servicio por CFE entre 2000 y 2013.....	2-17
Tabla 2-10: Consumo Proyectado por Clase de Consumidor.....	2-18
Tabla 3-1: Beneficios de la REI por Sector.....	3-7
Tabla 3-2: Beneficios de la REI por Funciones y Recursos Energéticos.....	3-9
Tabla 3-3: Los 5 Motivadores más Importantes de la REI en Cada Región Geográfica.....	3-14
Tabla 3-4: Resumen del Análisis de FODA.....	3-65
Tabla 4-1: Comparación de varios esfuerzos de Normalización de la Red Eléctrica Inteligente - 1 de 2.....	4-70
Tabla 4-2: Comparación de varios esfuerzos de Normalización de la Red Eléctrica Inteligente - 2 de 2.....	4-72
Tabla 4-3: Seguridad de la Información de la Red Eléctrica Inteligente de la Comisión Europea - Niveles de Seguridad.....	4-76
Tabla 4-4: Guía de la Comisión Europea para los diversos dominios.....	4-76
Tabla 4-5: Estrategias de Regulación para Mejorar la Operación del Sistema de Energía Eléctrica por la CFE.....	4-87
Tabla 4-6: Estrategias de Regulación para Mejorar la Operación de Terceros Independientes.....	4-88
Tabla 4-7: Estrategias de Regulación para Beneficiar el Desarrollo de Recursos Renovables.....	4-89
Tabla 4-8: Estrategias de Regulación para Beneficiar a los Usuarios Finales y Mejorar la Satisfacción.....	4-90
Tabla 4-9: Estrategias de Regulación para Compartir Costos y Beneficios de la Red Eléctrica Inteligente.....	4-91
Tabla 4-10: Estrategias de Regulación para Proteger la Información y Privacidad de los Usuarios Finales.....	4-91
Tabla 4-11: Recomendaciones de Autoridad Legislativa.....	4-91
Tabla 5-1: Mecanismo de Subasta Común para Subastas de Energía Renovable.....	5-3
Tabla 5-2: Dimensiones de la Adquisición Competitiva.....	5-4
Tabla 5-3: Características de las Subastas de Energía Renovable en Perú.....	5-5
Tabla 5-4: Características de las Subastas de Energía Renovable en Brasil.....	5-5
Tabla 5-5: Características Deseadas de un Mecanismo de Subasta para México.....	5-10
Tabla 5-6: Tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente de ISGAN para los Usuarios Finales bajo consideración de la CFE.....	5-17
Tabla 5-7: Tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente de ISGAN para Implementación Intersectorial bajo consideración de la CFE.....	5-18

Tabla 5-8: Tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente de ISGAN para Distribución bajo consideración de la CFE	5-18
Tabla 5-9: Tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente de ISGAN para Transmisión y Subestaciones bajo consideración de la CFE	5-19
Tabla 5-10: Tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente de ISGAN para Generación bajo consideración de la CFE	5-19
Tabla 5-11: Proveedores en Estados Unidos de Soluciones de la Red Eléctrica Inteligente	5-24
Tabla 5-12: Proveedores de Primer Nivel de Turbinas de Viento en los Estados Unidos...	5-30
Tabla 5-13: Estrategias Regulatorias con Respecto a Sectores del Mercado.....	5-53
Tabla 5-14: Estrategias Regulatorias para Fomentar el Desarrollo y la Integración de Proyectos de Generación Renovable Distribuida a Pequeña Escala.....	5-53
Tabla 5-15: Políticas para Fomentar el Desarrollo y la Integración de Proyectos a Escala de Usuario Final.....	5-54
Tabla 5-16: Estrategias Regulatorias para Fomentar el Desarrollo y la Integración de Proyectos a Pequeña Escala de Empresas Surtidoras Privadas	5-55
Tabla 5-17: Estrategias Regulatorias para Fomentar el Desarrollo y la Integración de Proyectos a Escala de Empresas de Servicios Públicos	5-55
Tabla 5-18: Estrategias Regulatorias para Fomentar el Desarrollo de la Gestión de Energía y las Actividades de Respuesta a Demanda por Terceros	5-56
Tabla 5-19: Estrategias Regulatorias para Fomentar el Desarrollo de la Gestión de Energía y las Actividades de Respuesta a la Demanda por Consumidores	5-56
Tabla 6-1: Ordenamientos Ambientales Aplicables	6-7
Tabla 6-2: Categorías tecnológicas de la REI.....	6-29
Tabla 6-3: Acciones para prevenir incidentes ambientales.....	6-30
Tabla 7-1: Resumen de las Ventajas Evaluadas del Programa	7-4
Tabla 7-2: Supuestos de los datos del modelo.....	7-6
Tabla 7-3: Resultados Financieros Resumidos	7-8
Tabla 7-4: Fuentes Proyectadas de Beneficios Anuales.....	7-9
Tabla 7-5: Controles del Programa Integrados al Modelo.....	7-16
Tabla 7-6: Supuestos Base	7-17
Tabla 7-7: Supuestos de Transmisión.....	7-18
Tabla 7-8: Supuestos de Distribución (Parte 1).....	7-19
Tabla 7-9: Supuestos de Distribución (Parte 2).....	7-21
Tabla 8-1: Contactos y Fuentes de Información	8-2

RESUMEN EJECUTIVO

Comenzamos con nuestra conclusión: La implementación de la Red Eléctrica Inteligente en México traerá beneficios substanciales económicos, sociales y ambientales. Permitirá la interconexión de grandes cantidades de energía renovable, mejorará el funcionamiento del sistema eléctrico y abrirá opciones al consumidor. La implementación exitosa depende de la cuidadosa coordinación de esfuerzos entre los organismos públicos y del sector privado. La Reforma Energética recientemente promulgada y la Ley de la Industria Eléctrica han fortalecido la capacidad de México para implementar la Red Eléctrica Inteligente, dando autoridad clara a la Comisión Reguladora de Energía (CRE).

En México, el desarrollo de la REI estará estrechamente vinculado al crecimiento de los recursos energéticos renovables. Esta relación está basada en dos motivos principalmente. En primer lugar, la REI permitirá la interconexión de un mayor número de recursos de generación de energía, como la eólica y la generación de energía solar. En segundo lugar, el nuevo responsable de la REI y para la aprobación de proyectos de energía renovable se postula en la misma agencia - CRE. Por estos motivos, el lector encontrará referencias al papel de CRE en el desarrollo de mecanismos para la expansión de los recursos energéticos renovables entrelazados en las discusiones sobre las responsabilidades de la agencia para la REI.

Este proyecto se inició antes de que la nueva reforma energética se convirtiera en ley. Durante todo el proyecto, el equipo identificó las estrategias regulatorias clave que podrían facilitar la implementación de la REI en México. Al inicio del proyecto, entendimos las limitaciones del poder de CRE y establecimos las áreas en que CRE podría proporcionar el liderazgo normativo si tuviera mayor autoridad y poderes plenamente identificados.

La Reforma Energética y la Ley correspondiente a la Industria Eléctrica han concedido mayor autoridad y poderes esenciales a CRE para promover la REI en México. Las recomendaciones hechas por el equipo son válidas aun con los cambios en las autoridades de CRE.

Este reporte se realizó con el apoyo financiero de la Agencia de Desarrollo de Comercio de los Estados Unidos (USTDA) y en colaboración costo-compartido de ESTA Internacional. Sin embargo, el contenido y la producción de este reporte no habrían sido posibles sin la amable asistencia de los Comisionados y del personal de la Comisión Reguladora de Energía (CRE), y la generosa cooperación de la gestión de la SENER, y la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Este reporte no habría sido posible sin la amable asistencia de los Comisionados y el personal de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) y la generosa cooperación de la gestión de la SENER, y la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

El objetivo de este proyecto fue desarrollar el marco regulatorio para regular el sector eléctrico en presencia de la REI. El equipo ESTA/CRE realizó las siguientes actividades clave:

- Evaluación inicial del sector energético mexicano y el potencial para la implementación de la REI tomando en cuenta las experiencias internacionales en la REI.
- Desarrollo del mapa regulador de la REI.
- Evaluación de las oportunidades recomendadas para atraer inversión privada.
- Realización del estudio preliminar de impacto ambiental y de desarrollo.
- Ejecución del análisis económico y desarrollo del plan preliminar de implementación.
- Identificación de las fuentes de financiamiento para la implementación.

Revisión Inicial y Evaluación

Como parte del estudio inicial de viabilidad, ESTA llevó a cabo un análisis "FODA" (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, y Amenazas) del sector energético de México para determinar la aplicabilidad de la REI y lo que se podría esperar en cuanto se agregue una mayor cantidad de energía renovable. En este análisis, ESTA revisó las características del sistema de energía, Proceso Regulatorio Renovable, la Experiencia del Proceso de Interconexión, Planificación de la Transmisión, Precios por los Servicios de Transmisión, Optimización de los Sistemas de Planeación y Operación, el Proceso Clave de la Planificación de la Transmisión, Operaciones en Tiempo Real, Nuevas Tecnologías, y Personal /Organización y Capacitación.

Con base en el análisis FODA, y en las visitas, reuniones y discusiones con CFE, CRE, SENER, CENACE, así como en la revisión de numerosos documentos, y las lecciones aprendidas de las experiencias internacionales, ESTA Internacional elaboró un conjunto de recomendaciones iniciales para mejorar aspectos del sector energético mexicano. Estas recomendaciones se presentaron con tres niveles de prioridad. Las de mayor prioridad entre estas acciones recomendadas son aquellas que tienen que ver con la interconexión de los altos niveles de generación de energía renovable, y con base en la experiencia de ESTA en varios estados de EE.UU. y otros países.

Mapa de Ruta para Regulación

Nuestra revisión del sector eléctrico mexicano (antes de la Reforma Energética) mostró la distribución de los poderes entre los múltiples actores del gobierno. Aunque tal división de la autoridad pudiera ser una fortaleza - fomenta diversas partes para lograr un consenso - también puede dar lugar a posibles ineficiencias y a falta de efectividad, sobre todo cuando las partes tienen asignadas tareas con objetivos potencialmente conflictivos.

Hemos identificado las principales áreas en las que las normas regulatorias están ausentes o que requieren mayor aclaración para mejorar una iniciativa de la REI. Muchas cosas cambiarán tan pronto como la Ley del Sector Eléctrico se implemente. El papel de los organismos CRE, SENER, CENACE y CFE se modificarán a medida que continúen evolucionando y México descubra exactamente cómo poner en práctica la Reforma. Debe entenderse que las recomendaciones de esta parte del reporte requieren de ciertos resultados, sin tener en cuenta cómo las autoridades se verán afectadas por la Reforma Energética.

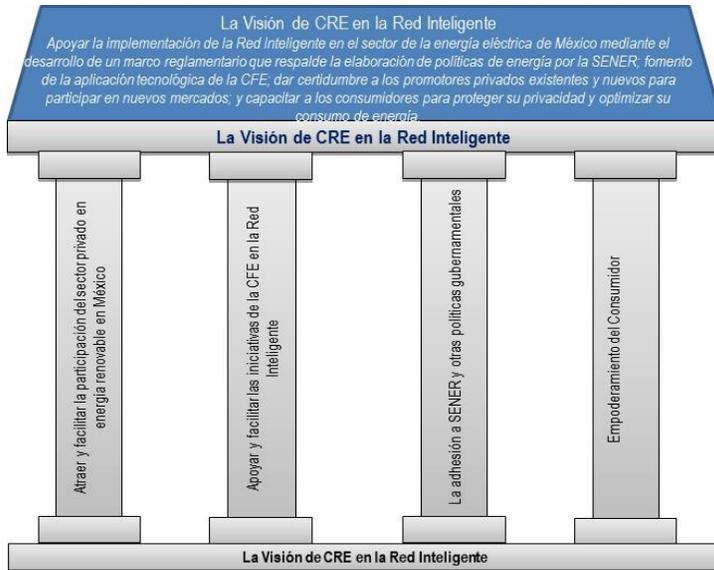
Entidades involucradas en Sector Eléctrico Mexicano

SENER (Secretaría de Energía)
SHCP (Secretaría de Hacienda)
SE (Secretaría de Economía)
SFP (Secretaría de la Contraloría)
CFE (modernización, Distribución, Servicios al Cliente, Operaciones),
CENACE (Planificación, Transmisión, Generación)
CRE
CONUEE (Eficiencia Energética de la Comisión)
PROFECO (Procuraduría Federal del Consumidor)
NOM (Normas Oficiales Mexicanas)
Otras

La Visión

En cooperación con CRE y usando la metodología del Mapa de Ruta de ESTA Internacional, la visión de la REI de CRE se definió como:

"Apoyar la implementación de la Red Eléctrica Inteligente en el sector de la energía eléctrica de México mediante el desarrollo de un marco reglamentario que respalde la elaboración de políticas de energía realizado por SENER; fomentar la implementación tecnológica realizada por CFE; dando certidumbre a los promotores privados ya existentes y nuevos para participar en nuevos mercados; y capacitar a los consumidores para proteger su privacidad y optimizar su consumo de energía."



Los pilares de la visión de CRE en la REI son: Capacitación a los Consumidores; adhesión a SENER y otras políticas gubernamentales; atraer y facilitar la participación del sector privado; y apoyar y facilitar las iniciativas de la CFE en la REI alineados con la política energética.

El plazo para la REI se extiende en tres fases. Las fases están alineadas con las metas establecidas por SENER y las fases identificadas por la CFE en su Plan de la REI. Durante cada fase, se deberán introducir las políticas y las regulaciones para lograr los objetivos de reducción de carbono establecidos por México para el año 2050.

Fase 1 - 2013-2016 establecerá las bases para las acciones más urgentes. Este proyecto es parte de la fundación.

Fase 2 - 2017-2020 desarrollará la base para alcanzar los objetivos finales de la energía renovable en México.

Fase 3 - 2021-2026 facilitará el logro de los objetivos de la Política Nacional.

Recomendaciones Prioritarias

En la creación de la Mapa de Ruta de Regulación, ESTA Internacional proporcionó 42 recomendaciones, dirigiéndose a siete áreas de enfoque: 1) CRE y CFE; 2) Los proveedores terceros de energía; 3) Recursos renovables; 4) Los usuarios finales; 5) Los costos y beneficios de la REI; 6) Privacidad de los clientes; y 7) Las recomendaciones legislativas. A continuación presentamos nuestras cinco recomendaciones principales:

Recomendación Prioridad 1: CRE debería apoyar la creación y ejecución de un proceso de planificación multi-partido para la planificación y la implementación de la REI.

La implementación exitosa de las tecnologías y servicios de redes eléctricas inteligentes requerirá del esfuerzo coordinado de varias partes, tanto dentro como fuera del gobierno. Por esta razón, nuestra principal recomendación es que México establezca un grupo de voluntarios de toda la industria y el gobierno para asesorar al gobierno en la implementación de la REI. - El Grupo de Trabajo de la REI. La estructura de gobierno del Grupo de Trabajo de la REI deberá seguir e imitar los mecanismos de gobernabilidad de la industria y del sector energético.

En base, en parte, en esta recomendación durante el desarrollo del borrador de este informe, se estableció un grupo de trabajo formal para la REI en México en Abril del 2014.



Este grupo se creó para coordinar todos los esfuerzos de la REI en México y para garantizar que el proceso de planificación integral (que abarca la política, la regulación y el despliegue de tecnología) se considere en el desarrollo de la REI. Los miembros fundadores del Grupo de Trabajo son SENER, CFE y CRE. Deseamos y esperamos que el grupo de trabajo se amplíe para incluir la participación de proveedores de la industria, la investigación y recursos académicos.

Recomendación Prioridad 2: CRE debería requerir que la CFE "no lamente" las inversiones en la REI que hacen hincapié en la detección de las interrupciones eléctricas o cortes, la mala calidad de la energía, las condiciones de los transformadores de distribución antes de fallar, etc. Las inversiones en la REI que atraen menos atención de los medios son los que hemos denominado "inversiones al por mayor", cuyos beneficios recaen en la industria eléctrica. Estas inversiones incluyen la instalación de dispositivos de detección para mejorar la telemetría, dando a la empresa eléctrica "visibilidad" en todos los aspectos operativos de la red. Estas inversiones se pueden hacer solo o en concierto con dispositivos de Infraestructura de Medición Avanzada (IMA). Los principales beneficios incluyen: Detección de Interrupción, Control de Tensión, Restauración, Monitoreo de Calidad de Energía, Mantenimiento Preventivo del Transformador, Precisión y lectura del medidor con marca de tiempo, Precisión e información de consumo con marca de tiempo, y la información operativa y de localización en tiempo real.

Debido a que estas inversiones se pueden hacer de manera consistente con una variedad de trayectorias a futuro que se podrían adoptar en la REI, los llamamos inversiones "sin excusas". Es importante destacar que el Grupo de Trabajo de la REI se prepare para ayudar a CFE y CRE a identificar y dar prioridad a este tipo de inversiones.

Les recomendamos que CRE solicite a CFE que desarrolle un calendario y empiece a desplegar todas las inversiones rentables en la red, de manera que no ocurran inversiones "sin excusas" a medida que la REI se desarrolla.

Recomendación Prioridad 3: En sincronía con otras agencias mexicanas de derechos de los consumidores, CRE debería elaborar un Proyecto de Ley de los Derechos del Consumidor en la REI, detallando la privacidad, el acceso a la información, y el control de los consumidores sobre el uso de los datos del consumo de la energía.

El tema de privacidad ocupa un lugar preponderante en muchos países que están desarrollando la REI. Es muy importante tratar este tema al inicio del desarrollo de la REI, antes de que el "genio se salga de la botella." Definitivamente, es muy conveniente empezar con el desarrollo de un Proyecto de Ley de los Derechos del Consumidor en la REI.

CRE tiene el poder, en colaboración con SENER y CFE, para emitir las directivas necesarias, y podría ser apoyado por el IFAI y la Secretaría de Economía. Esta acción debería ir acompañada de un código de conducta para los proveedores de redes eléctricas inteligentes que detallaría cómo el permiso, la protección y uso de los datos del cliente serían implementados por los actores de la REI.

Recomendación Prioridad 4: Definir las Zonas Competitivas de energía renovable por la tecnología (es decir, energía eólica y solar) y poner esa información a disposición del público

El desarrollo de una industria de energía renovable fuerte y competitiva en México requiere, entre otras cosas, de la coordinación de la construcción y desarrollo de la infraestructura de energía renovable. Los proveedores terceros de energía deberían saber dónde se construirá la infraestructura de transmisión y el calendario. Los propietarios de transmisión también deberían saber dónde están los recursos eólicos y solares para que adapten su planificación de la transmisión para una mejor satisfacción de las necesidades.

Las zonas de energía renovables competitivas (CREZs) son herramientas que nos sirven para facilitar de forma proactiva el desarrollo de los recursos renovables. En cooperación con la CFE, dicha información debería ser desarrollada y estar disponible para los desarrolladores de recursos, lo que reflejaría las prioridades establecidas por la CRE para el tipo de tecnología y ubicaciones apropiadas para expandir esos recursos de la manera más económica. Si se implementa correctamente esta herramienta, CREZ facilitaría el desarrollo de los recursos renovables, "construye y ellos vendrán."

Recomendación Prioridad 5: Se deberían tomar medidas para asegurar que CRE tenga los recursos financieros adecuados para obtener la experiencia y habilidades que se requieren para hacer frente a la complejidad de las iniciativas de la REI.

CRE tendrá la responsabilidad de los aspectos reguladores del sector de energía eléctrica en México, que genera aproximadamente \$ 15 mil millones de ingresos anuales. La puesta en práctica de iniciativas inteligentes tiene el potencial resultante de una inversión de \$ 1.0 mil millones a \$ 4.0 mil millones en los próximos trece años. La supervisión reglamentaria de una empresa tan importante y los rápidos avances tecnológicos en la REI requieren de recursos financieros adecuados, así como de personal calificado y con experiencia para llevar a cabo eficazmente sus responsabilidades. En pocas palabras, unos pocos millones de dólares gastados prudentemente a una agencia reguladora con la misión de revisar y orientar las inversiones en la REI podrían evitar errores costosos en su despliegue.

En pocas palabras, unos pocos millones de dólares gastados prudentemente en una agencia reguladora como la CRE con la misión de revisar y orientar las inversiones en la REI podrían evitar errores costosos en su despliegue.

Oportunidades para la Inversión Privada y la Implementación del Financiamiento

ESTA proporcionó 36 recomendaciones relativas a los incentivos para la energía renovable, la generación distribuida, y para las que no son empresas eléctricas. Estas incluyen estrategias reglamentarias 1) En cuanto a los segmentos de mercado; 2) Fomentar el desarrollo e interconexión de recursos renovables en la pequeña producción; 3) Fomentar el desarrollo e integración de proyectos a escala para el usuario final; 4) Fomentar el desarrollo e integración de proyectos de pequeña producción de empresas no eléctricas; 5) Fomentar el desarrollo e integración de proyectos a escala de empresas eléctricas; 6) Fomentar el desarrollo de la gestión de la energía y las actividades para dar respuesta a la demanda por terceros; y 7) Fomentar el desarrollo de la gestión de la energía y actividades para dar respuesta a la demanda de los consumidores.

ESTA también evaluó el posible papel de las instituciones financieras en la prestación y financiamiento de capital o garantías de préstamos para proyectos de la REI en México. Estas instituciones financieras son: el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Mundial (incluyendo el Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo para Proyectos del Sector Público, la Corporación Financiera Internacional para Proyectos del Sector Privado), y el Banco de Exportación e Importación de los Estados Unidos.

Evaluación Preliminar Ambiental y de Desarrollo

ESTA realizó la evaluación preliminar ambiental y el desarrollo de la implementación de la REI y una mayor utilización de las energías renovables en la cartera de energía de México como fue requerido por la USTDA que financió el esfuerzo.

El valor para la sociedad de estos recursos, que se manifiesta en su capacidad para estimular el desarrollo económico y su impacto en las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes, ha eclipsado los riesgos y los costos medidos en el plano local ambientales.

El análisis se llevó a cabo en dos niveles: 1) el nivel micro de un solo proyecto de energía renovable; y 2) en el nivel macro de la sociedad Mexicana. A nivel micro, se consideraron los problemas ambientales que pudieran

surgir en el desarrollo de la energía eólica, solar y la visión general de las medidas preventivas o correctivas que se tomarían para contrarrestar las preocupaciones ambientales.

A nivel social macro, se tomó en cuenta el vínculo entre la REI y la penetración más profunda de la energía renovable y se evaluó cómo el crecimiento de la energía renovable ayudará a México a cumplir sus objetivos ambientales.

Análisis Económico e Implementación del Plan

Un aspecto de este estudio es evaluar el impacto financiero en México de la aplicación de la REI y el aumento significativo de energía renovable utilizada en el país. En pocas palabras, la evaluación de la REI y de los programas de energía renovable en México sugiere la creación de gran valor significativo.

En el desarrollo de un programa específico de energía renovable, vemos grandes beneficios potenciales derivados de las reducciones en los gastos de costos de combustible. Más allá de eso, vemos importantes beneficios procedentes del aplazamiento de los requisitos de la red de distribución y las reducciones en el consumo de las reservas sincronizadas y la regulación de frecuencia.

Para la iniciativa de la REI, los mayores beneficios se derivan de las oportunidades asociadas a la automatización de las operaciones de distribución. La principal fuente de valor se deriva también de la automatización del proceso de lectura de contadores, pasando de una lectura manual a un proceso automatizado con una arquitectura digital. Cabe aclarar, que no se cuantificaron los beneficios para el cliente de la REI. Sin embargo, por nuestra experiencia en otros países, sabemos que estos beneficios también serían considerables.

El valor total del programa de la REI y la iniciativa de energía renovable conjuntamente excede los MXN \$ 50,000 millones de pesos con relación a una estrategia de "no hacer nada". Debido al alto valor de la propuesta de estos programas, para comenzar, se recomienda mayores esfuerzos operacionales.

Cerramos reiterando que la implementación de la Red Eléctrica Inteligente traerá beneficios substanciales económicos, sociales y ambientales a México. La Reforma Energética recientemente promulgada y la Ley de la Industria Eléctrica han fortalecido la capacidad de México para implementar la REI, dando autoridad clara a la CRE.

1 INTRODUCCIÓN

La Comisión Reguladora de Energía (CRE) puso en marcha un proyecto para desarrollar el Marco Regulatorio de la Red Eléctrica Inteligente (REI) en México. La CRE inició este proyecto junto con ESTA Internacional (ESTA), una compañía experta en Asesoría de Alta Tecnología en Energía Inteligente y Estrategia. La Agencia de Comercio y Desarrollo de EEUU (USTDA) ha proporcionado el apoyo financiero, con costos compartidos también por ESTA Internacional.

Este proyecto abarca siete tareas, tal como se muestra en la Figura 1-1:

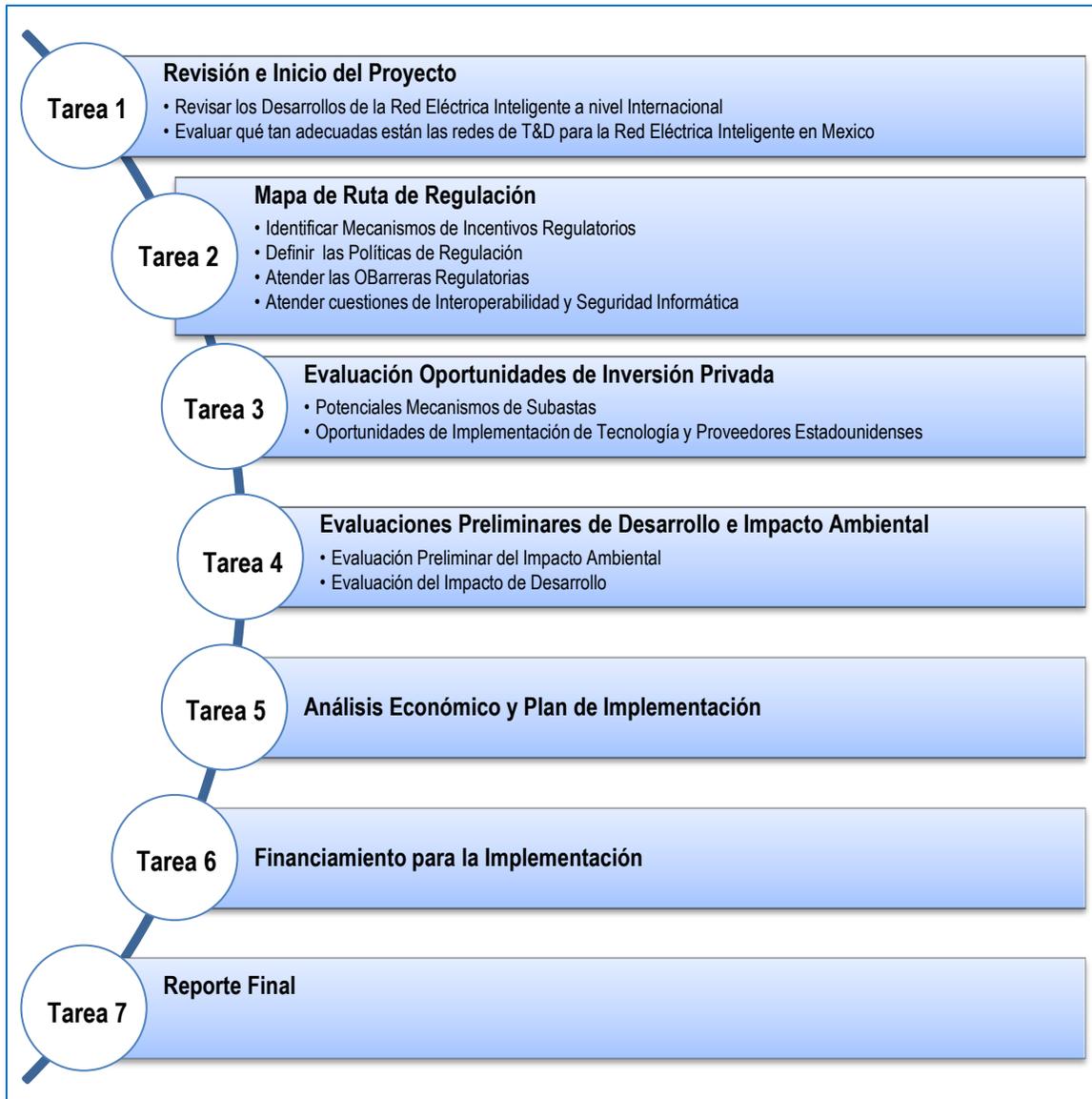


Figura 1-1: Tareas del Proyecto

1.1 ORGANIZACIÓN DE ESTE INFORME

Este informe se organiza de la siguiente manera en los siguientes capítulos:

Capítulo 1 Proporciona una breve introducción al proyecto.

Capítulo 2 Describe la situación del Sector Eléctrico Mexicano antes de la Reforma Energética

Capítulo 3 Documenta el trabajo realizado para la Tarea 1: Revisión Inicial y Evaluación. Este capítulo incluye lo siguiente:

- Información general de las iniciativas de REI a nivel internacional Se resalta la diversidad en cuanto a las definiciones d concepto de REI y se revisan los principales motivadores, obstáculos y desafíos asociados con la implementación de la REI, así como los beneficios y las lecciones aprendidas. Además de las perspectivas que puedan tener las empresas eléctricas, este informe también proporciona una visión general de las cuestiones relacionadas con el consumidor y del uso final de la energía.
- Revisión del Sector Eléctrico Mexicano con especial énfasis en las actividades de REI, así como la evaluación del nivel de preparación y adecuación necesarios de las redes de transmisión y distribución para apoyar los posibles despliegues de la REI.
- Análisis de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) de la Red Nacional de Transmisión para apoyar una amplia interconexión de Energías Renovables.
- Plan de acción recomendado para la Tarea 1.

Capítulo 4 Documenta el trabajo realizado para la Tarea 2: Mapa de Ruta Regulatorio. En este capítulo se incluye:

- La visión regulatoria y los pilares para el desarrollo de la REI en México. Estos forman la base para la implementación de la REI desde el punto de vista regulatorio en México, enfrentando los posibles desafíos de la industria y de los retos estructurales.
- La revisión del Sector Eléctrico Mexicano, con especial énfasis en las características de regulación relacionadas con las actividades de la REI, a fin de desarrollar recomendaciones iniciales. Esto incluye lo siguiente:
 - Recomendaciones de mecanismos potenciales de incentivos regulatorios y modelos de negocio que apoyen la operación de Generadores Independientes de Energía para que sus proyectos de energía renovable se integren en la REI y alienten a los consumidores a participar de forma interactiva en su implementación (Subtarea 2.1)
 - Las posibles estrategias de regulación que permitan compartir costos y beneficios de la implementación de la REI entre los interesados en México. (Subtarea 2.2).
 - Identificación de las barreras regulatorias; se proporcionan recomendaciones para posibles mejoras en el marco legal existente que faciliten la implementación exitosa del Mapa de Ruta Regulatorio propuesto (Subtarea 2.3)
- Recomendaciones en materia de autoridad legislativa.
- Aspectos importantes de las mejoras institucionales recomendadas.
- Interoperabilidad, seguridad informática y problemas de seguridad física relacionados con la implementación de la REI (Subtarea 2.4).
- Las índices de desempeño que permitan a la CRE evaluar la efectividad en la implementación del Mapa de Ruta Regulatorio propuesto para la REI en México.
- Estructura de un Grupo Nacional de Trabajo para facilitar la interacción entre todos los interesados en la REI en México.

- Resumen de las observaciones.

Capítulo 5 Documenta el trabajo realizado para la Tarea 3: evaluación de las oportunidades para la inversión privada. En este capítulo se incluye lo siguiente:

- Identificación de los mecanismos potenciales de subasta.
- Identificación de Oportunidades de Implementación Tecnológica y Proveedores Estadounidenses
- Incentivos para Energía Renovable, generación distribuida, y las actividades de respuesta a la demanda por parte de empresas proveedoras privadas.
- Presentación tabulada de todas las recomendaciones para incentivos.

Capítulo 6 Documenta el trabajo realizado para la Tarea 4: Evaluaciones preliminares de Desarrollo e Impacto Ambiental. Este capítulo contiene:

- Breve discusión sobre la REI y Energía Renovable desde una perspectiva ambiental
- Evaluación Ambiental Preliminar. Incluye una revisión del contexto Medio Ambiental de México, las leyes relacionadas con el medio ambiente, así como los efectos y las estrategias de mitigación mediante la utilización de energía solar y eólica.
- Evaluación del impacto ambiental de los vehículos eléctricos y radio frecuencia.
- Evaluación de los créditos de emisión de carbono, así como de los beneficios para la sociedad en general.
- Discusión preliminar del impacto del desarrollo, tales como la infraestructura, la reforma orientada al mercado, la capacitación del recurso humano, y la transferencia de tecnología.
- Recomendaciones basadas en las evaluaciones preliminares de desarrollo e impacto ambiental.

Capítulo 7 Documenta el trabajo realizado para la Tarea 5: Análisis Económico y plan de implementación. En este capítulo se incluye:

- Evaluación Económica del Programa de Energía Renovable
- Evaluación Económica del Programa de REI
- Observaciones y Recomendaciones

Capítulo 8 Documenta el trabajo realizado para la Tarea 6: Financiamiento para la Implementación. En este capítulo se incluye:

- Información general de las principales instituciones financieras multilaterales (Banco Mundial, la Corporación Financiera Internacional, Banco Interamericano de Desarrollo, Estados Unidos OPIC, y US Ex-Im Bank) e información de los proyectos apoyados por estas organizaciones basados en entrevistas y estudios de mercado
- Contactos clave en estas instituciones activas en México
- Observaciones

Capítulo 9 Glosario de acrónimos y definiciones que se utilizan en este informe

Apéndice A Proporciona una lista de los principales motivadores y opciones tecnológicas de la REI

Apéndice B Contiene el estudio de caso para las subastas de energía renovable para los proyectos de Pequeña Producción (asociados con la Tarea 3)

Apéndice C Datos recopilados de CFE para el Análisis Económico (asociado con la Tarea 5)

2 PANORAMA GENERAL DEL SECTOR ELÉCTRICO MEXICANO

2.1 REFORMA ENERGÉTICA EN MÉXICO (2013 - 2014)

En diciembre de 2013, el Congreso de México aprobó una gran Reforma Energética que incluyó modificaciones a los artículos 25, 27 y 28 de la Constitución Mexicana. La Reforma Energética tendrá amplias implicaciones en el sector energético y en los diferentes actores del sector en México. Con estas modificaciones, México ha dejado atrás la nacionalización de su industria petrolera de 1938 y abrió su sector energético a la inversión extranjera. Se espera que las reformas revitalicen al sector energético de México, estimulen el crecimiento económico y la creación de empleo, y, con el tiempo, atraiga nuevos recursos sustanciales para el mercado energético.

De acuerdo con la ley, la legislación secundaria y las normas asociadas con la Reforma Energética debían elaborarse dentro de los primeros 120 días de 2014. En agosto del 2014, el Congreso Mexicano aprobó 21 artículos transitorios (legislación secundaria) propuestos por el gobierno federal, a través de la Secretaría de Energía (SENER) y con la asistencia de otras agencias gubernamentales. Esta legislación tiene por objeto dar claridad al papel que tienen que desempeñar los distintos actores en la elaboración de políticas y en el estímulo a la inversión en Energía Renovable para promover el desarrollo sustentable del país y cumplir así con su compromiso de mitigar el calentamiento global. Como resultado de esta Reforma histórica, el papel regulatorio de la CRE se ampliará y fortalecerá para supervisar de manera más efectiva el nuevo mercado energético competitivo.

Con esta nueva legislación en vigor, México prevé algunos cambios importantes:

“El sector público tendrá a su cargo, exclusivamente, las áreas estratégicas identificadas en el artículo 28, párrafo cuarto de la Constitución, el Gobierno Federal debe mantener la propiedad y el control sobre los organismos productivos y las empresas estatales que en su caso se van a establecer.

Respecto de la planificación y el control del Sistema de Energía Eléctrica Nacional, y del servicio público de transmisión y distribución de electricidad, así como la exploración y extracción de petróleo y otros hidrocarburos, la Nación llevará a cabo dichas actividades en términos de las disposiciones de los párrafos sexto y séptimo del artículo 27 de esta Constitución.

En estas actividades, la ley establecerá las normas para la administración, la organización, el funcionamiento, los procedimientos de contratación y demás actos jurídicos que celebren las empresas estatales productivas, así como el pago de su personal, para garantizar la eficacia, la eficiencia, la honestidad, la productividad, la transparencia y la rendición de cuentas, basado en las mejores prácticas, e identificar otras actividades que se pueden realizar.”

Estas normas para la administración, organización, funcionamiento, etc., que este cambio establece como nuevos mandatos, redefinen algunas de las atribuciones y responsabilidades de SENER, CRE, CFE y todos los demás actores en el sector eléctrico.

Otro cambio importante es la separación de CENACE (Centro Nacional de Control de Energía) de la CFE, para convertirse en un Operador Independiente encargado del control del sistema eléctrico, cuya propiedad corresponde al Estado. Otras modificaciones relevantes incluyen el establecimiento de un mercado eléctrico mayorista abierto para la electricidad que está en curso y el aumento del uso de fuentes de energía renovable. Estas modificaciones se definieron en la legislación secundaria que se discutió en el Congreso de México y se pondrán en marcha en los próximos meses.

Se espera que la legislación secundaria asociada a la Reforma Energética del 2013 tenga un impacto significativo sobre el funcionamiento de la CRE, al asignarle más atribuciones y responsabilidades a que impactarán directamente en el desarrollo de la REI en México.

La nueva Ley de la Industria Eléctrica faculta a la CRE a:

- Emitir normas, directrices y otras disposiciones administrativas sobre la REI y la generación distribuida, basada en la política establecida por la SENER;
- Emitir y supervisar normas del mercado eléctrico;
- Establecer mecanismos de autorización, inspección, ajuste y actualización de las normas y procedimientos operativos del mercado;
- Supervisar el funcionamiento del mercado mayorista de la electricidad y las determinaciones del CENACE, con el fin de garantizar el funcionamiento eficaz del mercado mayorista de electricidad y el cumplimiento de las normas del mercado;
- Instruir sobre las correcciones que deban introducirse en los parámetros de las centrales registradas y la demanda controlable garantizadas, así como las ofertas basadas en esos parámetros;
- Expedir modelos de contratos para la interconexión de centrales generadoras, la conexión de los centros de carga, la compra y venta de energía.
- Establecer los requisitos que deben cumplir los proveedores y usuarios calificados, los usuarios de suministro básico que ofrecen demanda controlable y otros contratos que son necesarios; los actores en el mercado, para adquirir energía que les permita proveer a los centros de carga que representan, así como los requisitos de los contratos de cobertura eléctrica que los proveedores deben mantener, y verificar su cumplimiento;
- Autorizar al CENACE para llevar a cabo subastas para adquirir energía eléctrica, cuando lo considere necesario para garantizar la confiabilidad del sistema eléctrico nacional, y determinar la asignación de los costos derivados de estas subastas, y emitir protocolos para que el CENACE gestione la adquisición de energía eléctrica de emergencia;
- Emitir su opinión, con respecto a los programas de expansión y modernización de la Red Nacional de Transmisión y las Redes Generales de Distribución que sean presentados por el CENACE o los Distribuidores.

2.2 PANORAMA DEL SECTOR ELÉCTRICO MEXICANO ANTES DE LA REFORMA ENERGÉTICA

Para el desarrollo de diversos elementos del "Mapa de Ruta Regulatorio", es útil revisar los aspectos importantes del sector eléctrico mexicano, su capacidad para cumplir con el suministro necesario de energía, y el nivel de demanda de los clientes en su sistema.

2.2.1 LA ELECTRICIDAD Y LA ECONOMÍA MEXICANA

La economía mexicana creció un 2.6% por año entre 1990 y 2010 y se espera que crezca aún más rápido, a una tasa anual del 3.6% anual para el año 2026. En la Figura 2-1 se presenta el crecimiento del Producto Interno Bruto con tres escenarios diferentes - bajo, medio y de alto crecimiento.

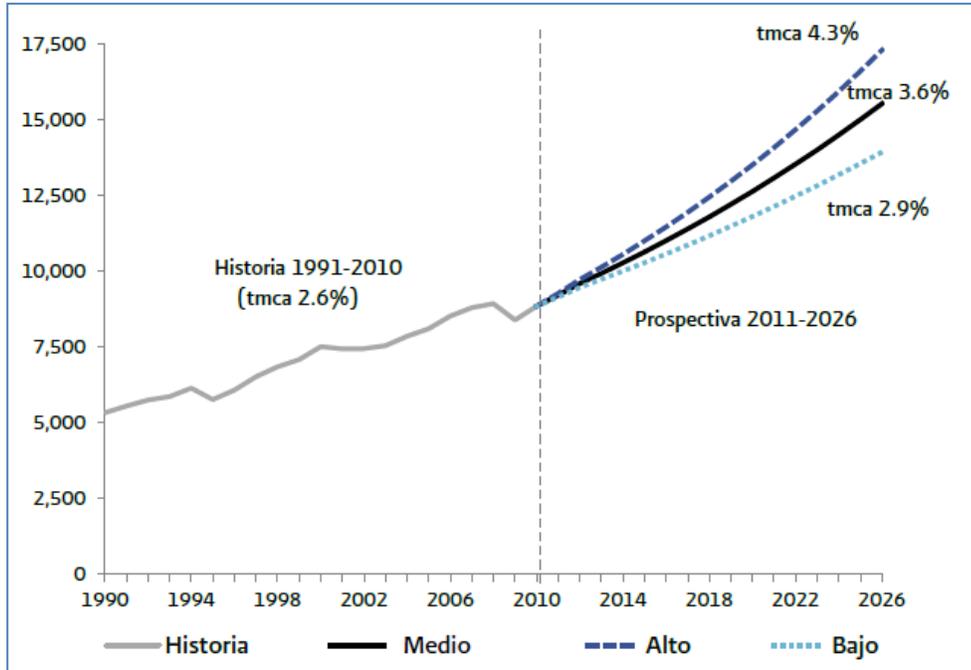


Figura 2-1: Crecimiento del Producto Interno Bruto en miles de millones de Pesos 1990 - 2026

El sector eléctrico mexicano se divide en nueve (9) Áreas de Control (regiones); cada una experimenta diferentes niveles de crecimiento. Baja California Sur y el área Peninsular representan las regiones de mayor crecimiento en México. Se espera que esta tendencia se mantenga en los próximos diez años, como se muestra en la Figura 2-2.



Figura 2-2: Crecimiento del Consumo de Energía por Área de Control (%)

El consumo bruto de electricidad fue de 266.8 TWh en el año 2011; se espera que crezca a 480.4 TWh en el año 2026, lo que reflejaría una tasa de crecimiento anual de 4.0%. La Tabla 2-1 muestra el consumo bruto de electricidad proyectada en varias Áreas de Control en México entre los años 2011 y 2026¹.

¹El consumo bruto de electricidad reportado anteriormente es significativamente mayor que las ventas totales de electricidad a diversos usuarios finales, que se muestran en la Tabla 2-1, ya que también incluye el consumo de energía de todos los equipos y plantas de generación de CFE en cada área, el consumo por las agencias federales y los consumos para los que no se realizó ningún pago. Parte del consumo para los que no se hizo ningún pago estaba dentro del territorio de servicio de la Compañía Eléctrica Estatal Luz y Fuerza del Centro (LyFC) - LyFC se ha disuelto y CFE asumió sus operaciones.

Tabla 2-1: Consumo Bruto de Energía Estimado en las Áreas de Control

Estimación del consumo bruto por área de control, 2011-2026																	
(TWh)																	
Área	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	t mica % (2011-2026)
Central	56.2	59.4	61.5	63.4	65.0	66.8	68.5	71.6	74.4	77.2	80.1	83.1	86.3	89.6	92.9	97.0	3.7
Incremento %	3.6	5.7	3.5	3.1	2.6	2.7	2.5	4.6	3.9	3.8	3.7	3.8	3.9	3.8	3.6	4.4	
Oriental	42.4	44.0	45.5	46.7	47.5	48.5	49.5	51.6	53.6	55.7	58.0	60.4	63.4	66.5	69.2	72.4	3.6
Incremento %	4.7	3.8	3.6	2.6	1.7	2.1	1.9	4.3	3.9	4.0	4.0	4.1	5.1	4.8	4.0	4.6	
Occidental	58.1	60.2	62.5	64.2	65.8	67.4	69.0	72.0	74.8	77.8	81.1	84.3	88.2	92.2	95.7	99.8	3.7
Incremento %	4.6	3.5	3.8	2.7	2.5	2.3	4.3	3.8	4.1	4.2	4.0	4.7	4.5	3.7	4.3		
Noroeste	18.8	19.9	21.3	22.2	23.0	23.9	24.7	25.8	26.8	27.7	28.9	30.2	31.5	33.4	35.2	36.7	4.6
Incremento %	8.2	6.2	6.9	4.2	3.7	3.6	3.4	4.4	4.2	3.4	4.3	4.3	4.2	6.3	5.1	4.4	
Norte	21.4	22.2	22.9	23.5	23.9	24.6	25.2	26.3	27.3	28.3	29.4	30.5	31.6	32.9	34.1	35.7	3.5
Incremento %	5.1	3.5	3.0	2.6	2.1	2.7	2.6	4.2	3.8	3.8	3.7	3.7	3.8	4.0	3.8	4.5	
Noreste	45.5	47.2	49.2	51.4	53.4	55.6	57.7	60.4	63.0	65.9	69.2	72.7	76.4	79.9	83.4	87.2	4.4
Incremento %	4.8	3.8	4.1	4.4	4.0	4.1	3.8	4.6	4.4	4.5	5.0	5.0	5.2	4.6	4.4	4.6	
Baja California	12.4	12.9	13.4	13.9	14.4	15.0	15.5	16.2	16.9	17.7	18.3	19.1	19.9	20.8	21.8	22.7	4.1
Incremento %	5.2	3.6	3.7	4.1	3.8	4.0	3.3	4.6	4.3	4.5	3.9	4.0	4.5	4.5	4.4	4.6	
Baja California Sur	2.1	2.2	2.4	2.5	2.7	2.8	3.0	3.2	3.5	3.7	4.0	4.4	4.7	5.1	5.5	6.0	7.2
Incremento %	3.7	5.7	6.6	6.4	6.4	6.5	6.4	7.0	7.7	7.8	7.8	8.1	8.0	8.2	8.0	8.2	
Peninsular	9.7	10.2	10.9	11.5	12.0	12.6	13.3	14.1	15.0	15.8	16.8	17.8	18.9	20.1	21.3	22.6	5.8
Incremento %	3.4	5.2	6.5	5.5	4.9	5.1	4.9	6.5	6.1	5.8	6.2	6.1	6.1	6.1	6.0	6.3	
Subtotal	266.6	278.2	289.4	299.2	307.9	317.3	326.3	341.1	355.3	370.0	385.9	402.4	421.1	440.6	459.0	480.1	4.0
Incremento %	4.7	4.4	4.0	3.4	2.9	3.1	2.9	4.5	4.1	4.2	4.3	4.3	4.6	4.6	4.2	4.6	
Pequeños Sistemas¹	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	5.2
Incremento %	0.6	3.8	4.6	3.9	2.4	3.0	3.1	5.7	5.4	5.7	6.1	6.4	6.7	6.9	7.0	6.8	
Total nacional	266.8	278.4	289.6	299.3	308.0	317.5	326.5	341.3	355.5	370.3	386.1	402.6	421.3	440.9	459.3	480.4	4.0
Incremento %	4.7	4.4	4.0	3.4	2.9	3.1	2.9	4.5	4.1	4.2	4.3	4.3	4.6	4.6	4.2	4.6	

2.2.2 RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA RED ELÉCTRICA MEXICANA

Para satisfacer la creciente demanda de electricidad, que es crucial para el desarrollo económico y el bienestar de los mexicanos, el marco legal requería que la generación de electricidad para el servicio público estuviera a cargo de la empresa de propiedad estatal, CFE, y por inversionistas privados a través de los esquemas específicos de autoabastecimiento, cogeneración, Productor Independiente de Energía (PIE), pequeña producción, exportación e importación.

Durante años, el sector eléctrico mexicano ha estado operando con una mezcla de entidades públicas y privadas que atienden a las necesidades de electricidad de la población. CFE, que tenía el monopolio de los sistemas de transmisión y distribución en México, junto con sus diferentes divisiones, tales como el CENACE, las Subdirecciones de Generación, Transmisión y Distribución han sido responsables de la operación, control y planeación del sistema de eléctrico en México. La participación de los PIEs - ha aumentado de manera significativa desde la aprobación de las modificaciones a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica en 1992. El incremento de la generación por parte de los PIEs se incrementó toda vez que en la Estrategia Nacional de Energía estableció que gran parte de la Energía Renovable sería generada por este tipo de proyectos. Por su parte, CFE fue la empresa pública regulada encargada de la prestación del servicio público de energía eléctrica que atiende a unos 37 millones de consumidores que representan a toda la población en México.

2.2.2.1 RECURSOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN MÉXICO

México ha experimentado un crecimiento anual del 2.94% en la capacidad de generación entre 2000 y 2013 llegando a una capacidad de generación total de 53,455 MW para el servicio público. Esta capacidad se compone de 73.18% térmica, 21.53% hidroeléctrica, 2.67% renovable además de hidroeléctrica (principalmente geotérmica y eólica) y 2.62% nuclear.

Durante el mismo período, los Permisarios instalaron 9,058.3 MW de capacidad de generación resultando en una capacidad total de 62.51 GW². México cuenta con una planta única de energía nuclear, con una capacidad de 1,400 MW, cuya propiedad y operación están a cargo de la CFE. La tendencia general en México refleja una disminución en el uso de combustóleo para la generación térmica y un aumento en los recursos de generación que utilizan gas natural y carbón. Lo anterior a pesar del hecho de que México es un importador neto de gas natural. El incremento de la capacidad total por tipo de combustible se muestra en la Tabla 2-2³. Del mismo modo, el incremento total de la generación de electricidad por tipo de combustible se muestra en la Tabla 2-3⁴.

CFE junto con los PIEs han incrementado continuamente su capacidad de generación para atender la creciente demanda en México. La Tabla 2-4⁵ muestra la capacidad de generación energía eléctrica propiedad de CFE por tipo de combustible en el año 2013.

Más recientemente, los PIEs en México han instalado plantas de generación basadas en tecnología de ciclo combinado con base en gas natural. A finales del 2011, el uso de dicha tecnología por los PIEs fue equivalente a 11,458 MW de capacidad instalada.

El incremento en Energías Renovables, propiedad de PIEs, ha tenido un ritmo mucho más lento; ya que la capacidad instalada fue de alrededor de 450 MW en los últimos años. La Tabla 2-5⁶ muestra la capacidad total en varias plantas propiedad de los PIEs en el 2013.

A finales del año 2011, la generación bruta en México fue de 292 TWh y el 59.7% de esta energía la produjo la CFE, el 29.1% por los PIEs, y el 11.2% de los titulares de permisos⁷. La composición de esta generación fue del 79.2% de fuentes térmicas convencionales, el 13.9% de la energía hidroeléctrica, el 3.9% de la energía nuclear y el 3% a partir de fuentes geotérmicas.

En el aspecto operativo, se espera que el margen de reserva en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) se reduzca en los próximos años. Según el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2012-2016 (POISE), el margen de reserva se reduciría del 19.7% al 12.9% en el período del 2014 al 2026. Se esperaba que a partir del 2014, el margen de reserva del SIN disminuiría a valores en torno a 29.2%, y la reserva operativa a un nivel de 8.3%. Los objetivos para estos valores son 25% y 6%, respectivamente⁸.

Las exportaciones de energía en el 2011 fueron de 11,330 MW y 5,017.445 GWh; la capacidad total utilizada para las importaciones fue 158 MW importando una cantidad total de energía de 59.314 GWh⁹.

² Fuente: Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2026.

³ Fuente: <http://egob2.energia.gob.mx/portal/electricidad.html>

⁴ ibid

⁵ ibid

⁶ ibid

⁷ Los titulares de permisos: el 4.9% de autoabastecimiento, 4.3% de cogeneración, el 1.7% de exportaciones e importaciones, 0.3% de permisos emitidos antes de 1992.

⁸ http://www.sener.gob.mx/webSener/res/PE_y_DT/pub/Prospectiva%20SE%202008-2017.pdf

⁹ De acuerdo con la Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2026 en 2011 la importación fue de 170 MW y 2,480 MW de exportación. La diferencia en los valores puede ser debido a la forma en que se contabilizó en el proyecto bajo construcción vs en operación.

Tabla 2-1: Evolución de la capacidad total instalada en el Servicio Público (incluye PIEs)

SECTOR ELÉCTRICO NACIONAL CAPACIDAD EFECTIVA DE GENERACIÓN 1_/ (Megawatts)													
Año	Hidroeléctrica	Termoeléctrica 2_/	Ciclo Combinado - CFE	Ciclo Combinado - PEE's 3_/	Duales 4_/	Carboeléctrica	Nucleoeléctrica	Geotermoeléctrica	Eoloeléctrica - CFE	Eoloeléctrica - PEE's 3_/	Fotovoltaica	Total	
2000	9,619	16,758	2,914	484	2,100	2,600	1,365	855	2	0	0	36,697	
2001	9,619	16,806	3,733	1,455	2,100	2,600	1,365	838	2	0	0	38,519	
2002	9,615	17,316	3,848	3,495	2,100	2,600	1,365	843	2	0	0	41,184	
2003	9,615	17,316	3,848	6,756	2,100	2,600	1,365	960	2	0	0	44,561	
2004	10,530	16,954	4,776	7,265	2,100	2,600	1,365	960	2	0	0	46,552	
2005	10,536	15,715	5,005	8,251	2,100	2,600	1,365	960	2	0	0	46,534	
2006	10,566	15,586	5,203	10,387	2,100	2,600	1,365	960	2	0	0	48,769	
2007	11,343	15,702	5,416	11,457	2,100	2,600	1,365	960	85	0	0	51,029	
2008	11,343	15,734	5,456	11,457	2,100	2,600	1,365	965	85	0	0	51,105	
2009	11,383	15,616	6,115	11,457	2,100	2,600	1,365	965	85	0	0	51,686	
2010	11,503	15,627	6,115	11,907	2,778	2,600	1,365	965	85	0	0	52,945	
2011	11,453	14,732	6,122	11,907	2,778	2,600	1,365	887	87	0	0	51,931	
2012	11,498	14,608	6,122	11,907	2,778	2,600	1,610	812	87	511	1	52,534	
2013	11,509	13,980	7,420	12,340	2,778	2,600	1,400	823	87	511	6	53,455	

1_/ Al término de cada período, sin incluir capacidad de cogeneradores y autoabastecedores de energía eléctrica
 2_/ Incluye Ciclo de Vapor, Turbogas y Combustión Interna
 3_/ Comprende la capacidad instalada de los Productores Externos de Energía (PEE's) n.a. - no aplica
 4_/ Las centrales duales pueden operar con carbón o combustóleo

Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro / Área Central

Nota 1: A partir de agosto de 2011, no incluye 580.3 MW de plantas inoperables en el Área Central.
 Nota 2: En 2013 y 2014, la capacidad efectiva y de placa de la central Laguna Verde se ajustó a 1,400 MW, en tanto CFE obtiene el licenciamiento de la repotenciación de esa central.

Tabla 2-2: Evolución en la Generación Total de Electricidad en el Servicio Pública (incluye PIEs)

SECTOR ELÉCTRICO NACIONAL GENERACIÓN BRUTA 1_/ (Gigawatts - hora)												
Año	Hidroeléctrica	Termoeléctrica 2_/	Ciclo Combinado - CFE	Ciclo Combinado - PEE's 3_/	Duales 4_/	Carboeléctrica	Nucleoeléctrica	Geotermoelectrica	Eoloeléctrica - CFE	Eoloeléctrica - PEE's 3_/	Fotovoltaica	Total
2000	33,075	95,539	16,417	1,295	13,569	18,696	8,221	5,901	8	0	0	192,721
2001	28,435	96,317	20,789	4,589	14,109	18,567	8,726	5,567	7	0	0	197,106
2002	24,862	86,250	22,217	21,852	13,879	16,152	9,747	5,398	7	0	0	200,362
2003	19,753	81,432	22,437	31,645	13,859	16,681	10,502	6,282	5	0	0	202,596
2004	25,076	69,715	24,797	45,855	7,915	17,883	9,194	6,577	6	0	0	207,019
2005	27,611	67,215	26,011	45,559	14,275	18,380	10,805	7,299	5	0	0	217,160
2006	30,305	54,312	30,120	59,428	13,875	17,931	10,866	6,685	45	0	0	223,568
2007	27,042	53,287	30,067	70,982	13,375	18,101	10,421	7,404	248	0	0	230,927
2008	38,892	47,362	31,824	74,232	6,883	17,789	9,804	7,056	255	0	0	234,096
2009	26,445	48,322	35,533	76,496	12,299	16,886	10,501	6,740	249	0	0	233,472
2010	36,738	45,208	36,376	78,457	15,578	16,485	5,879	6,618	166	0	0	241,506
2011	35,796	53,126	34,449	84,006	15,396	18,158	10,089	6,507	106	252	0	257,884
2012	31,317	R 61,334	R 37,382	R 80,175	R 16,234	R 17,724	R 8,770	R 5,817	R 188	R 1,556	R 2	R 260,498
2013	27,444	52,688	R 42,930	83,468	15,584	R 16,044	11,800	6,070	R 190	1,624	13	257,855

1_/ No incluye cogeneración ni autoabastecimiento de energía eléctrica
 2_/ Incluye Ciclo de Vapor, Turbogas y Combustión Interna
 3_/ Comprende la energía neta entregada a la red por los Productores Externos de Energía (PEE's)
 4_/ Las centrales duales pueden operar con carbón o combustóleo

Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro / Área Central

Tabla 2-3: Capacidad de Energía Eléctrica por tipo de combustible - CFE

DATOS TÉCNICOS DE LAS PRINCIPALES CENTRALES DE CFE EN OPERACIÓN EN 2013						
Central	Tecnología	Estado	No. de Unidades	Capacidad MW	Generación GWh	Factor de Planta (%) *
Petacalco (Plutarco Elías Calles)	Dual	Guerrero	7	2,778	15,584	64.0
Chicoacén (Manuel Moreno Torres)	Hidroeléctrica	Chiapas	8	2,400	5,195	24.7
Tuxpan (Adolfo López Mateos)	Termoeléctrica	Veracruz	6	2,100	7,605	41.3
Tula (Francisco Pérez Ríos) **	Termoeléctrica	Hidalgo	11	2,095	11,851	64.6
Manzanillo I (Manuel Álvarez Moreno)	Termoeléctrica	Colima	10	2,054	7,828	43.5
Laguna Verde	Nucleoeléctrica	Veracruz	2	1,400	11,800	96.2
Carbón II	Carboeléctrica	Coahuila	4	1,400	7,939	64.7
Río Escondido (José López Portillo)	Carboeléctrica	Coahuila	4	1,200	8,106	77.1
Infiernillo	Hidroeléctrica	Guerrero	6	1,160	3,480	34.2
Presidente Juárez (Rosarito)	Termoeléctrica	Baja California	10	1,093	5,310	55.5
Malpaso	Hidroeléctrica	Chiapas	6	1,080	2,884	30.5
Valle de México	Termoeléctrica	México	7	999	5,247	59.9
Aguamilpa (Solidaridad)	Hidroeléctrica	Nayarit	3	960	575	6.8
Angostura (Belisario Domínguez)	Hidroeléctrica	Chiapas	5	900	1,979	25.1
Altamira	Termoeléctrica	Tamaulipas	4	800	1,903	27.2
El Cajón	Hidroeléctrica	Nayarit	2	750	326	5.0
Manzanillo Dos	Termoeléctrica	Colima	2	700	3,110	50.7
Villa de Reyes	Termoeléctrica	San Luis Potosí	2	700	2,538	41.4
Puerto Libertad	Termoeléctrica	Sonora	4	632	3,375	61.0
El Encino (Chihuahua II)	Termoeléctrica	Chihuahua	5	619	4,666	86.0
Mazatlán II (José Aceves Pozos)	Termoeléctrica	Sinaloa	3	616	2,717	50.3
Caracol (Carlos Ramírez Ulloa)	Hidroeléctrica	Guerrero	3	600	1,313	25.0
Cerro Prieto	Geotermoeléctrica	Baja California	13	570	3,996	80.0
Salamanca	Termoeléctrica	Guanajuato	2	550	2,521	52.3
Samalayuca II	Termoeléctrica	Chihuahua	6	522	4,161	91.0
Río Bravo (Emilio Portes Gil)	Termoeléctrica	Tamaulipas	4	511	2,362	52.7
Guaymas II (Carlos Rodríguez R.)	Termoeléctrica	Sonora	4	484	1,380	32.5
El Sauz	Termoeléctrica	Querétaro	7	454	3,363	84.6
Dos Bocas	Termoeléctrica	Veracruz	6	452	2,138	54.0
Huinalá II	Termoeléctrica	Nuevo León	2	450	3,121	79.1
Huites (Luis Donaldo Colosio)	Hidroeléctrica	Sinaloa	2	422	624	16.9
Peñitas	Hidroeléctrica	Chiapas	4	420	1,625	44.2
San Lorenzo Potencia	Termoeléctrica	Puebla	3	382	2,552	76.2
Huinalá	Termoeléctrica	Nuevo León	6	378	2,255	68.2
Temascal	Hidroeléctrica	Oaxaca	6	354	1,313	42.3
Topolobampo II (Juan de Dios Bátiz)	Termoeléctrica	Sinaloa	3	320	1,284	45.8
Samalayuca	Termoeléctrica	Chihuahua	2	316	727	26.3
Francisco Villa	Termoeléctrica	Chihuahua	5	300	1,657	63.0
Zimapán	Hidroeléctrica	Hidalgo	2	292	1,223	47.8
Otras Centrales			463	5,636	17,924	36.3
TOTAL			654	39,850	169,553	48.6

Tabla 2-4: Productores Independientes de Energía en México

DATOS TÉCNICOS DE LOS PRODUCTORES EXTERNOS DE ENERGÍA EN OPERACIÓN				
Central	Municipio	Estado	Fecha de Entrada en Operación	Capacidad Demostrada MW
CC Tamazunchale	Tamazunchale	San Luis Potosí	01/06/2007	1,135
CC Altamira V	Altamira	Tamaulipas	01/11/2006	1,121
CC Altamira III y IV	Altamira	Tamaulipas	24/12/2003	1,036
CC Tuxpan III y IV	Tuxpan	Veracruz	23/05/2003	983
CC Valladolid III	Valladolid	Yucatan	01/06/2006	525
CC Río Bravo IV	Valle Hermoso	Tamaulipas	01/04/2005	500
CC La Laguna II	Gómez Palacios	Durango	22/04/2005	498
CC El Sauz (Bajío)	San Luis de la Paz	Guanajuato	09/03/2002	495
CC Río Bravo II (Anahuac)	Valle Hermoso	Tamaulipas	18/01/2002	495
CC Río Bravo III	Valle Hermoso	Tamaulipas	01/04/2004	495
CC Altamira II	Altamira	Tamaulipas	14/05/2002	495
CC Tuxpan II	Tuxpan	Veracruz	15/12/2001	495
CC Tuxpan V	Tuxpan	Veracruz	01/09/2006	495
CC Mexicali (Rosarito IV)	Mexicali	Baja California	20/07/2003	489
CC Mérida III	Mérida	Yucatán	09/06/2000	484
CC Norte Durango	Durango	Durango	07/08/2010	450
CC Monterrey III	San Nicolás de los Garza	Nuevo León	27/03/2002	449
CC Norte II	Chihuahua	Chihuahua	19/12/2013	433
CC Chihuahua III	Ciudad Juárez	Chihuahua	09/09/2003	259
CC Naco Nogales	Agua Prieta	Sonora	04/10/2003	258
CC Campeche	Empalizada	Campeche	27/06/2003	252
CC Hermosillo	Hermosillo	Sonora	01/10/2001	250
CC Saltillo	Ramos Arispe	Coahuila	19/11/2001	248
CE La Venta III	Santo Domingo Ingenio	Oaxaca	03/10/2012	103
CE Oaxaca III	Juchitán de Zaragoza	Oaxaca	30/01/2012	102
CE Oaxaca II	Santo Domingo Ingenio	Oaxaca	06/02/2012	102
CE Oaxaca IV	Juchitán de Z. y Santo Domingo I.	Oaxaca	05/03/2012	102
CE Oaxaca I	Juchitán de Zaragoza	Oaxaca	26/09/2012	102
T O T A L				12,851
CC - Ciclo Combinado CE - Central Eólica				
Fuente: Comisión Federal de Electricidad				

De acuerdo con la Estrategia Nacional de Energía publicada por SENER en el año 2013, se espera que México añada 18,715 MW de nueva capacidad de generación para el año 2025. Se proyecta que la energía eólica y los recursos solares añadan 13,467 MW, o alrededor del 72% de toda la capacidad adicional. Más del 17% de la capacidad adicional total, equivalente a 3,276 MW, incluye generación distribuida ubicada dentro de los centros de consumo. La Figura 2-3 muestra la capacidad eólica y solar que debería ser instalada entre el 2012 y 2025.

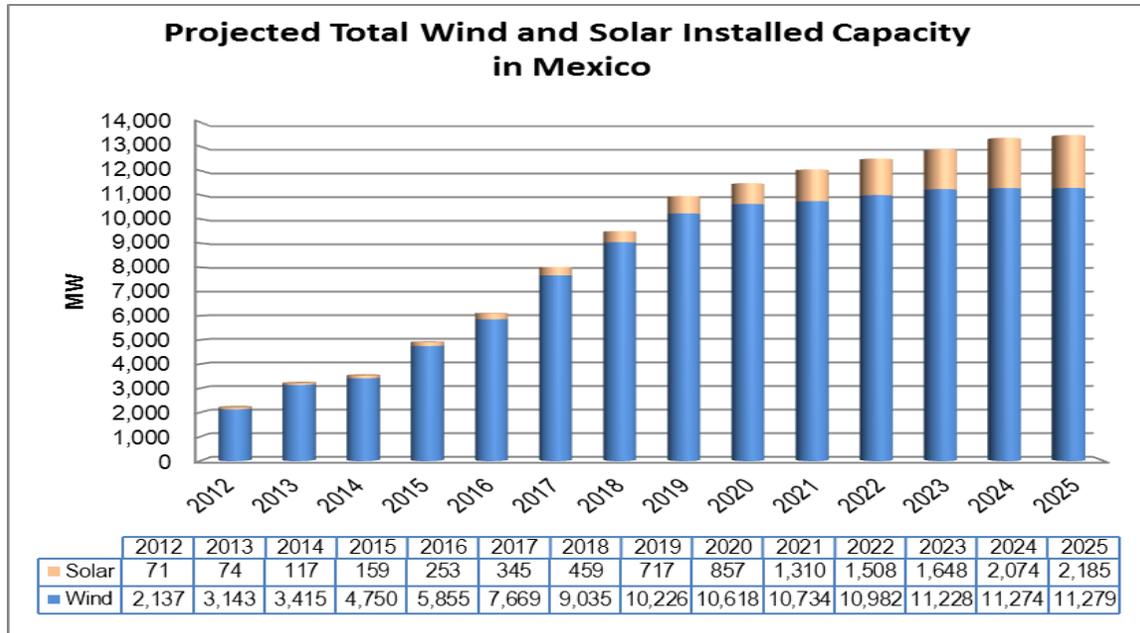


Figura 2-3: Proyección de la Capacidad Instalada de Energía Eólica y Solar

Cuando esté totalmente instalada, esta expansión de capacidad, dominada por los recursos de generación variable, puede dar lugar a retos operacionales y de planificación significativos que tendrían que haber sido atendidos por el ex operador de sistema CFE. Además, se sumarían 3,000 MW de generación distribuida, que podrían complicar aún más la operación de CFE, dando lugar a problemas operacionales y de planificación adicionales. Dentro del nuevo contexto energético, la implementación de la REI mejoraría la capacidad del CENACE para hacer frente a los retos mencionados anteriormente.

La implementación de la REI mejoraría la capacidad del CENACE para hacer frente a los retos resultantes del aumento de la generación distribuida y demás desafíos que se presenten.

La generación de electricidad se ha incrementado en México a una tasa de crecimiento anual del 2.27% entre el 2000 y 2013, alcanzando una generación total de 257,855 GWh. El crecimiento de la generación total de electricidad por tipo de tecnología se representa en la Tabla 2-5¹⁰.

En el año 2011, los PIEs representaron el 33% de la generación total en México. Los PIEs también representaron alrededor del 49% de toda la generación de electricidad con base en combustibles fósiles (hidrocarburos) durante el año 2011.

Además, los Pequeños Productores de Energía (permisionarios excluyendo PIEs) agregaron 9,058 MW de nueva capacidad a finales del 2011, reflejando un crecimiento anual de alrededor del 8.2% para el período 2000 – 2011. La cantidad de generación de electricidad por los Pequeños Productores de Energía (PPEs) alcanzó 32,863 GWh en el 2011, reflejando un crecimiento anual de alrededor del 10% para el mismo período.

¹⁰ Fuente: <http://egob2.energia.gob.mx/portal/electricidad.html>

Tabla 2-5: Generación de Electricidad 2000 - 2013

SECTOR ELÉCTRICO NACIONAL CAPACIDAD EFECTIVA DE GENERACIÓN 1_/ (Megawatts)												
Año	Hidroeléctrica	Termoeléctrica 2_/	Ciclo Combinado - CFE	Ciclo Combinado - PEE's 3_/	Duales 4_/	Carboeléctrica	Nucleoeléctrica	Geotermoelectrica	Eoloeléctrica - CFE	Eoloeléctrica - PEE's 3_/	Fotovoltaica	Total
2000	9,619	16,758	2,914	484	2,100	2,600	1,365	855	2	0	0	36,697
2001	9,619	16,806	3,733	1,455	2,100	2,600	1,365	838	2	0	0	38,519
2002	9,615	17,316	3,848	3,495	2,100	2,600	1,365	843	2	0	0	41,184
2003	9,615	17,316	3,848	6,756	2,100	2,600	1,365	960	2	0	0	44,561
2004	10,530	16,954	4,776	7,265	2,100	2,600	1,365	960	2	0	0	46,552
2005	10,536	15,715	5,005	8,251	2,100	2,600	1,365	960	2	0	0	46,534
2006	10,566	15,586	5,203	10,387	2,100	2,600	1,365	960	2	0	0	48,769
2007	11,343	15,702	5,416	11,457	2,100	2,600	1,365	960	85	0	0	51,029
2008	11,343	15,734	5,456	11,457	2,100	2,600	1,365	965	85	0	0	51,105
2009	11,383	15,616	6,115	11,457	2,100	2,600	1,365	965	85	0	0	51,686
2010	11,503	15,627	6,115	11,907	2,778	2,600	1,365	965	85	0	0	52,945
2011	11,453	14,732	6,122	11,907	2,778	2,600	1,365	887	87	0	0	51,931
2012	11,498	14,608	6,122	11,907	2,778	2,600	1,610	812	87	511	1	52,534
2013	11,509	13,980	7,420	12,340	2,778	2,600	1,400	823	87	511	6	53,455

1_/ Al término de cada período, sin incluir capacidad de cogeneradores y autoabastecedores de energía eléctrica
 2_/ Incluye Ciclo de Vapor, Turbogas y Combustión Interna
 3_/ Comprende la capacidad instalada de los Productores Externos de Energía (PEE's) n.a. - no aplica
 4_/ Las centrales duales pueden operar con carbón o combustóleo

Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro / Área Central

Nota 1: A partir de agosto de 2011, no incluye 580.3 MW de plantas inoperables en el Área Central.
 Nota 2: En 2013 y 2014, la capacidad efectiva y de placa de la central Laguna Verde se ajustó a 1,400 MW, en tanto CFE obtiene el licenciamiento de la repotenciación de esa central.

2.2.2.2 SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN

En los últimos años, la CFE ha ampliado su red de transmisión para atender el aumento de la capacidad de generación de energía eléctrica, sobre todo por los PIEs. Esto ha dado lugar a que los sistemas de transmisión y distribución en México aumentaran en un 2.5% cada año entre 2000 y 2011, lo que equivale a más de 845,200 kilómetros (kms.) de líneas. En particular, las líneas de transmisión de alta tensión a 400 kV tuvieron el mayor crecimiento anual en el orden del 5.2% durante el mismo período.

De acuerdo al Estrategia Nacional de Energía 2012-2026 publicada por SENER, la red eléctrica de México cuenta con 845,201 kms de líneas de transmisión y distribución. De este total, 98,749 kms son de alta tensión, 402,857 kms son de media tensión, 257,152 kms son de baja tensión y 86,443 kms se clasifican como “otras”.

El sistema de transmisión en México utiliza diferentes tensiones: 400 kV, 230 kV, 161 kV, 138 kV, 85 kV y 69 kV. En la Figura 2-4 se encuentra un mapa de la red eléctrica de México indicando las líneas de 69 kV hasta las líneas de 400 kV.

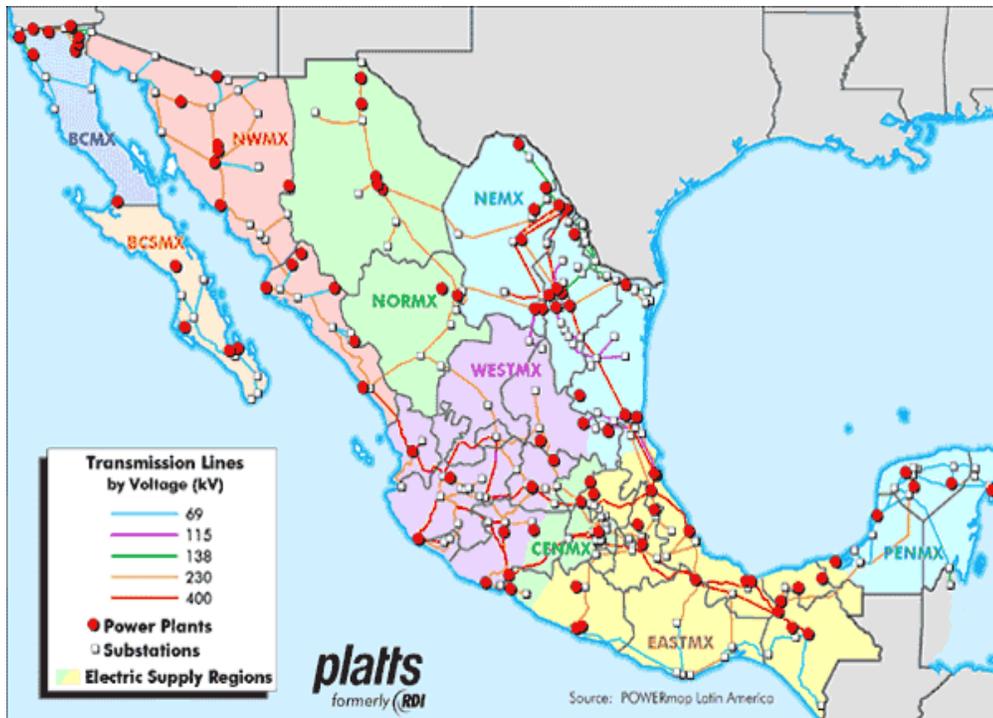


Figura 2-4: Red Eléctrica Mexicana

Los sistemas de líneas de distribución de México operan a distintos niveles: 34.5 kV, 23 kV, 13.8 kV, 6.6 kV, 4.16 kV y líneas de distribución de 2.4 kV, tal como se muestra en la siguiente Tabla 2-6.

Tabla 2-6: Líneas de Transmisión, Subtransmisión y Baja Tensión en México, 2000-2011

Líneas de transmisión, subtransmisión y baja tensión, 2000-2011 (Kilómetros)													
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	tmca (%)
SEN	643,930	661,863	675,385	727,075	746,911	759,552	773,059	786,151	803,712	812,282	824,065	845,201	2.5
CFE¹	614,653	632,025	644,892	658,067	676,690	688,420	700,676	712,790	729,299	737,869	748,399	758,758	1.9
400 kV	13,165	13,695	14,503	15,999	17,831	18,144	19,265	19,855	20,364	20,900	22,272	22,880	5.2
230 kV	21,598	22,644	24,058	24,776	25,886	27,147	27,745	28,164	28,092	27,801	27,317	26,867	2.0
161 kV	508	516	614	470	486	475	475	547	547	549	549	549	0.7
138 kV	1,029	1,051	1,086	1,340	1,358	1,369	1,398	1,418	1,439	1,470	1,477	1,485	3.4
115 kV	34,971	36,199	38,048	38,773	40,176	40,847	42,177	43,292	42,701	42,295	42,358	43,821	2.1
85 kV	186	186	140	140	140	141	141	141	77	77	83	201	0.7
69 kV	3,441	3,360	3,381	3,364	3,245	3,241	3,157	3,067	3,066	2,995	2,982	2,946	-1.4
34.5 kV	60,300	61,756	62,725	63,654	64,768	66,287	67,400	69,300	70,448	71,778	72,808	73,987	1.9
23 kV	23,756	24,663	25,826	26,366	27,435	27,940	28,568	29,095	29,841	30,694	31,161	31,665	2.6
13.8 kV	239,748	246,304	251,771	257,462	264,595	269,390	273,249	278,119	286,306	289,090	293,323	296,984	2.0
6.6 kV	428	429	429	429	429	411	411	411	411	138	142	142	-9.5
4.16 kV	60	49	49	49	16	16	16	16	17	17	17	17	-10.8
2.4 kV	94	94	98	98	61	62	39	50	54	62	62	62	-3.7
Baja tensión	215,369	221,079	222,164	225,147	230,264	232,950	236,635	239,315	245,936	250,003	253,848	257,152	1.6
Ex. Ly FC²	29,277	29,838	30,493	69,008	70,221	71,132	72,383	73,361	74,413	74,413	75,666	86,443	10.3
Líneas subterráneas	8,065	9,039	9,737	10,946	12,443	14,447	16,626	19,031	20,271	23,002	23,002	23,002	10.0

¹ Incluye líneas subterráneas a partir de 2001.

Junto con la expansión en las líneas eléctricas, México aumentó su capacidad de transformación (MVA) en subestaciones a un ritmo de 3.5% anual entre 2000 y 2011. La capacidad de transformación en subestaciones en el sistema de transmisión y distribución por año se muestra en la Tabla 2-7.

Tabla 2-7: Capacidad Instalada en MVA (Subestaciones 2000 – 2011)

Capacidad instalada en subestaciones de transmisión y distribución, 2000-2011 (MVA)													
Subestaciones	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	tmca (%)
Sistema Eléctrico Nacional	184,753	197,656	209,584	217,774	225,615	234,530	240,202	248,694	253,531	262,826	263,979	269,662	3.5
CFE	164,916	173,305	183,783	191,711	198,508	205,773	210,488	218,028	222,580	231,875	236,358	241,041	3.5
Distribución	57,070	59,749	64,076	66,638	69,667	71,066	73,494	76,340	78,786	84,742	81,872	84,475	3.6
Subestaciones	31,673	33,078	36,232	37,702	38,775	39,706	41,036	42,673	43,739	43,522	44,567	46,286	3.5
Transformadores	25,397	26,671	27,844	28,936	30,892	31,360	32,458	33,667	35,047	41,220	37,305	38,189	3.8
Transmisión	107,846	113,556	119,707	125,073	128,841	134,707	136,994	141,688	143,794	147,133	154,486	156,566	3.4
LyFC ¹	19,837	24,351	25,801	26,063	27,107	28,757	29,714	30,666	30,951	30,951	27,621	28,621	3.4

La Red de Distribución de México tiene una tasa de crecimiento anual de 1.40%. En el año 2011 el número de subestaciones era de 1,725 con una capacidad total de transformación de 269,662 MVA¹¹. Las ventas anuales de energía fueron de 200,946 GWh, con un crecimiento anual del 8.3% por 35, 392,198 clientes.

El precio promedio global, pagado por los clientes domésticos, de los servicios de agricultura y municipales en el año 2011, fue de 142.7 centavos mexicanos por kWh.

¹¹ Fuente: Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2026.

Las pérdidas totales de electricidad en el 2010 fueron de 44,252 GWh (18%) para la CFE, y tan alto como 32% para el área metropolitana de la Ciudad de México.

En 2011, el tiempo de interrupción por usuario fue de 55.9 minutos¹². En comparación, en el 2001 el tiempo de interrupción fue de 100 minutos. El tiempo promedio para conectar nuevos servicios fue de 0.83 días en el mismo año. Las quejas por cada 1000 usuarios bajaron de 4.47 en el año 2010 a 4.34 en el año 2011.

2.2.2.3 INTERCONEXIONES CON OTROS PAÍSES

CFE es un miembro del Consejo de Confiabilidad Eléctrica de Norteamérica (North American Electric Reliability Corporation (NERC))¹³ y del Consejo de Coordinación de la Western Electric (WECC) y está interconectado con varios estados del sistema de transmisión de los Estados Unidos. El sistema de transmisión de CFE en el norte de Baja California está conectado al WECC en el Estado de California en los EE.UU. a través de dos interconexiones. La CFE también tiene siete interconexiones en la parte norte de su sistema con el Estado de Texas a través de la frontera con los EE.U

El comercio de electricidad externa se lleva a cabo a través de las citadas nueve interconexiones entre EE.UU. y México; una interconexión con Guatemala (dos líneas paralelas) y una interconexión con Belice. Estas conexiones se han utilizado principalmente para la importación y exportación de electricidad durante emergencias. Las interconexiones externas de México se pueden ver en la Figura 2-5.

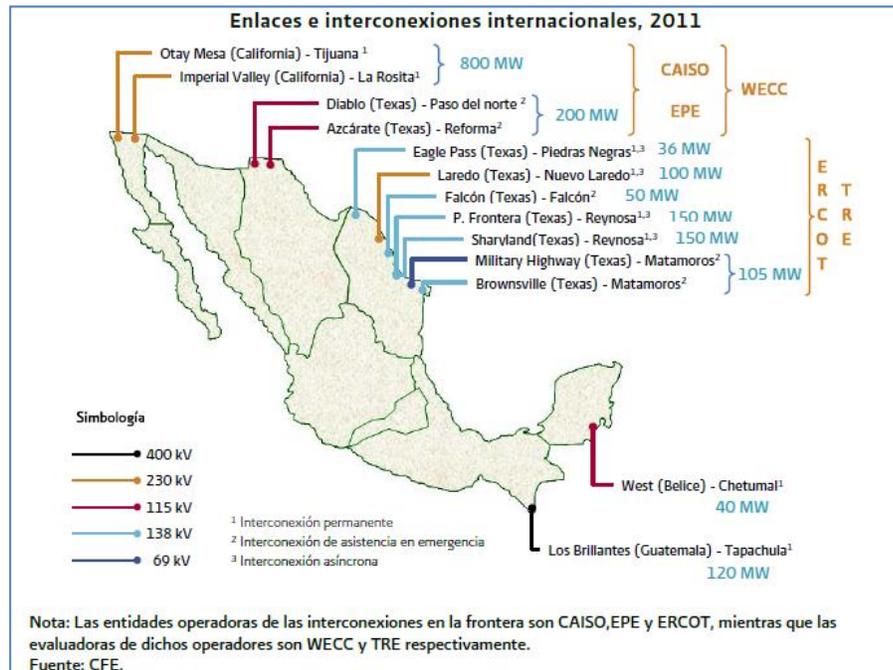


Figura 2-5: Interconexiones con países vecinos¹⁴

En algunos estudios recientes realizados en México se ha llegado a la conclusión de que la interconexión de Baja California con el SIN sería técnicamente viable y económicamente justificable.

¹² ibid

¹³ Solo la parte norte de Baja California de CFE está incluida en NERC – CFE es un miembro parcial.

¹⁴ Fuente: *Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2026* disponible en http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PSE_2012_2026.pdf

Esta interconexión permitiría el intercambio de reservas así como satisfacer la demanda pico en el sistema de Baja California con los recursos de generación del SIN. Por el contrario, durante la baja demanda en Baja California, la electricidad excedente de la carga base (es decir, la energía geotérmica y ciclos combinados) puede ser exportada al SIN. Como resultado de esta interconexión, México se beneficiaría de la reducción de la inversión en recursos de generación y la infraestructura de transmisión, así como de la reducción en los costos de operación de la red eléctrica de México. Además, esta interconexión facilitaría futuros intercambios con empresas eléctricas en los Estados de California y Texas, a través de las interconexiones existentes. Según POISE¹⁵, se espera que esta interconexión esté lista en el año 2018, con una capacidad de 300 MW. La interconexión utilizaría un cable submarino que cruzaría el Mar de Cortés.

Recientemente, empresas privadas han construido plantas de generación energía cerca de los EE.UU. – Frontera con México con el objetivo de exportar generación en los EE.UU. En América Central, la línea de interconexión de 400 kV, México - Guatemala, fue puesta en operación en abril del 2010 y tiene una capacidad estimada de transmisión de 120 MW de México a Guatemala y 70 MW en la dirección opuesta. Guatemala es parte del Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC) dando servicio a seis países Centro Americanos.

El concepto de la interconexión de las redes de electricidad de México, los EE.UU., y Canadá está ganando popularidad. Numerosas líneas de transmisión ya conectan los EE.UU. y Canadá, aunque pocas (nueve) a través de la frontera entre Estados Unidos y México. Empresas construyeron plantas de energía en el norte de México para generar electricidad y satisfacer el rápido crecimiento de la demanda de los usuarios industriales y residenciales. En vista de una variedad de condiciones económicas favorables, es posible que más plantas de generación de energía se planifiquen en el norte de México para ayudar a satisfacer las necesidades energéticas tanto del norte de México como del sur de California.

2.2.2.4 DEMANDA (USUARIOS FINALES)

CFE está considerado entre las empresas eléctricas más grandes del mundo. Como se muestra en la Tabla 2-9, CFE tenía más de 37 millones de clientes atendidos a finales del 2013. El consumo de electricidad histórico por los consumidores finales, entre 2000 y 2013 se muestra en la Tabla 2-10.

¹⁵ POISE 2012-2026. Disponible en:
http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1_AcercadeCFE/Lists/POISE%20documentos/Attachments/7/Poise2012_2026.zip?Mobile=1

Tabla 2-8: Número de Usuarios Finales por Sector de Servicio por CFE entre 2000 y 2013

SECTOR ELÉCTRICO NACIONAL 1_/ USUARIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA 2_/ (Miles de Usuarios)							
Año	Doméstico	Comercial	Servicios	Agrícola	Empresa Mediana	Gran Industria	Total
2000	21,055	2,492	123	94	117	0.53	23,881
2001	21,872	2,622	131	97	128	0.56	24,851
2002	22,784	2,751	139	99	139	0.58	25,912
2003	23,692	2,864	145	102	151	0.60	26,954
2004	24,615	2,966	152	105	165	0.64	28,003
2005	25,484	3,056	158	107	180	0.66	28,986
2006	26,348	3,121	164	110	196	0.70	29,940
2007	27,476	3,250	162	113	212	0.73	31,213
2008	28,591	3,353	168	115	225	0.75	32,451
2009	29,455	3,420	174	117	236	0.81	33,403
2010	30,372	3,476	180	119	244	0.82	34,393
2011	31,289	3,544	186	121	257	0.86	35,397
2012	32,190	3,625	190	124	270	0.89	36,400
2013	33,135	3,696	193	127	283	0.93	37,434

1_/ Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro / Área Central
2_/ Al Final de cada Periodo

Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad

Tabla 2-9: Consumo de Electricidad Histórico por Usuarios Finales por Sector de Servicio por CFE entre 2000 y 2013

SECTOR ELÉCTRICO NACIONAL 1_/ VENTAS INTERNAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA (Gigawatts - hora)							
Año	Doméstico	Comercial	Servicios	Agrícola	Empresa Mediana	Gran Industria	Total
2000	36,128	11,691	5,873	7,901	53,444	40,311	155,349
2001	38,344	12,185	5,954	7,463	54,722	38,535	157,204
2002	39,032	12,547	6,057	7,216	56,185	39,166	160,203
2003	39,861	12,825	6,132	7,338	56,874	37,355	160,384
2004	40,733	12,926	6,270	6,968	59,148	37,465	163,509
2005	42,531	13,007	6,431	8,067	61,921	37,799	169,757
2006	44,452	13,229	6,577	7,959	65,266	37,887	175,371
2007	45,835	13,408	6,789	7,804	67,799	38,833	180,469
2008	47,451	13,645	7,057	8,109	69,100	38,551	183,913
2009	48,540	13,417	7,787	9,299	67,630	34,794	181,465
2010	48,700	12,991	7,707	8,600	70,024	38,617	186,639
2011	51,771	13,591	8,068	10,973	73,431	43,112	200,946
2012	52,030	13,920	8,371	10,816	75,836	45,507	206,480
2013	52,370	13,743	9,261	10,282	76,378	44,095	206,130

1_/ Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro / Área Central

Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad

Las ventas de electricidad relacionadas con el Servicio Público para los usuarios finales crecieron a una tasa anual promedio de 2.2% en los últimos trece años y su crecimiento se prevé que aumente aún más al 4% anual hasta el 2026. De acuerdo con estimaciones de la CFE, el número de clientes crecerá a una razón anual de 1 millón de nuevos clientes en los próximos años. El sector industrial, que representa el 58.4% de la electricidad vendida por el Servicio Público, se espera que mantenga su participación al 2026. En cambio, se prevé que la participación del sector residencial en las ventas totales de electricidad aumente ligeramente de 25.4% en 2013 a 25.5 % para 2026. Si bien esto pudiera parecer contrastante en una economía de rápido crecimiento, como México, los avances tecnológicos y una mayor confianza en el despliegue de la REI, que redundarían en el uso

más eficiente de la electricidad, frenarían el crecimiento en las ventas de electricidad a este sector. Finalmente, se espera que el sector comercial muestre el crecimiento promedio más alto de 7.12% entre el 2013 y el 2026. La Tabla 2-10 muestra el consumo de electricidad proyectado en varios sectores en México al 2026.

Tabla 2-10: Consumo Proyectado por Clase de Consumidor

Ventas totales del Servicio Público por sector 2011 ¹ -2026 (TWh)																	
Sector	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	tmca 2011-2026
Total (incluye exportación)	199.8	209.1	215.8	222.2	229.4	237.8	245.1	257.6	272.2	288.2	304.7	322.1	340.9	360.7	381.0	399.6	4.7%
Ventas del servicio público	198.2	207.5	214.2	220.6	227.9	236.2	243.5	256.0	270.6	286.6	303.1	320.5	339.3	359.1	379.5	398.0	4.8%
Residencial	50.7	52.3	54.5	55.2	54.9	55.1	55.3	58.5	62.7	67.2	72.1	77.3	83.1	89.3	96.0	102.0	4.8%
Comercial	13.6	14.3	15.0	15.6	16.3	17.0	17.5	18.4	19.9	21.6	23.5	25.4	27.6	29.8	32.3	33.6	6.2%
Servicios	7.7	8.0	8.4	8.5	8.7	8.8	8.9	9.3	10.0	10.8	11.6	12.5	13.5	14.5	15.6	16.1	5.0%
Industrial	117.2	123.6	126.7	131.5	138.0	145.2	151.6	159.5	167.4	176.0	184.6	193.5	203.2	213.1	222.7	233.2	4.7%
Empresa Mediana	74.4	79.1	83.4	87.7	91.9	96.3	100.5	105.4	110.3	115.5	120.8	126.3	132.0	137.9	143.8	149.8	4.8%
Gran Industria	42.8	44.5	43.3	43.8	46.1	49.0	51.1	54.1	57.1	60.6	63.9	67.3	71.2	75.1	78.9	83.4	4.6%
Bombeo Agrícola	9.1	9.3	9.6	9.8	9.9	10.1	10.1	10.3	10.6	11.0	11.3	11.7	12.0	12.4	12.9	13.1	2.5%
Exportación	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	0.0%

México cuenta con 43 tarifas eléctricas, que se diferencian con base en la clase de consumidores y la ubicación. Aunque es eficaz reflejar los costos de producción en el diseño de las tarifas, muchas de las 43 tarifas que existen en México no reflejan plenamente los costos de producción. Estas tarifas reflejan una cierta cantidad de subsidios, que se definen como la diferencia entre el precio de la electricidad que pagan los consumidores y el costo medio de suministro. Los subsidios en las tarifas de la CFE son financiados por el Gobierno Federal mediante la deducción de los impuestos y pagos, que de otra manera CFE tendría que pagar al Gobierno Federal.

Muchas de las 43 tarifas que existen en México no reflejan los costos de producción.

En México, el subsidio está implícito en las tarifas domésticas y en dos tarifas agrícolas. Las tarifas domésticas están subvencionadas en función de la temperatura y la temporada del año en la que se aplican. Estas tarifas se estructuran en tres rangos de consumo cuyo subsidio está en función del nivel de consumo y las temperaturas de la región donde se aplican. En las regiones de mayor temperatura, los bloques de consumo son más grandes. A los usuarios de alto consumo se les aplica la tarifa Doméstica de Alto Consumo (DAC)¹⁶ y no reciben ningún tipo de subsidio. A finales del 2011, el importe de los subsidios a los consumidores con tarifa doméstica ascendió a 85,801 millones de pesos (US \$ 6.6 mil millones).

En la Figura 2-6 se muestran las tarifas históricas cobradas por clase de usuarios en México de 1993 a 2011. Las clases comerciales y de servicios pagaron las tarifas más altas entre todas las clases. A diferencia de las tarifas para los consumidores residenciales, las tarifas comerciales e industriales no tienen subsidios y están dirigidas a cubrir el costo total del suministro¹⁷. La mayoría de los usuarios agrícolas se benefician de los incentivos establecidos en la Ley de Energía para el Campo. Estas tarifas tienen un alto nivel de subsidio, una cantidad que se ha mantenido fija desde su creación en el año 2003 (2 centavos por kWh y 1 centavo por kWh para la tarifa nocturna). En el 2011, el subsidio a las tarifas agrícolas ascendió a 12,522 millones de pesos (12.48% del total, US \$ 1 billón). Estos subsidios se canalizaron principalmente a través de incentivos en el 2010, y sólo cubrieron el 24% del costo total del suministro.

¹⁶ Esta tarifa se refiere al consumidor residencial con alto consumo

¹⁷ En México, estas tarifas no incluyen subsidio y las diferencias en el costo marginal se pueden apreciar en la **Error! Reference source not found.** y se deben a las diferencias con respecto a los costos contables de CFE, los cuales generalmente permanecen por arriba de los costos marginales de largo plazo.

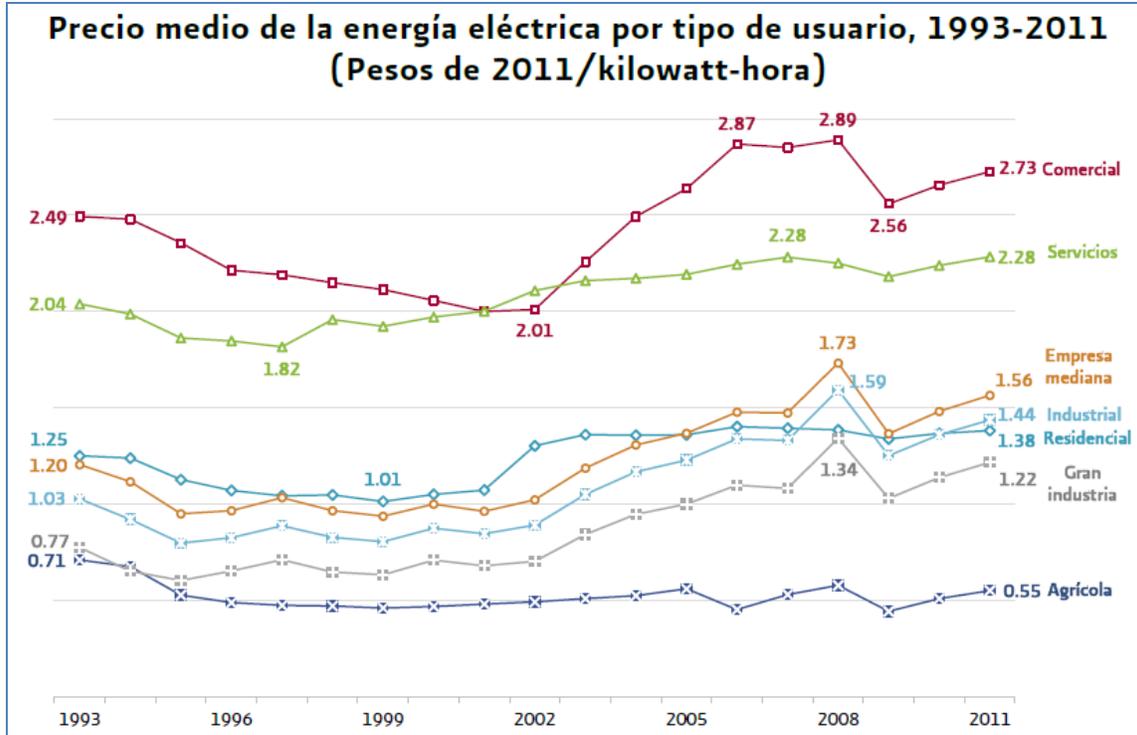
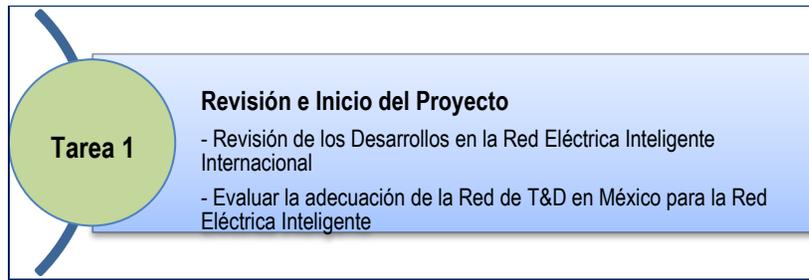


Figura 2-6: Precio Promedio de la Energía Eléctrica (Pesos MXN/kWh)

Las pérdidas del Sector Eléctrico en México (tanto técnicas como no técnicas) representaron alrededor del 17% de la generación total de electricidad en 2011. Las pérdidas no técnicas, que incluyen principalmente el uso de electricidad por los usuarios finales que no pagan por su uso, se consideran la cuestión más importante y de mayor prioridad que deberá ser atendida en los próximos años. Otras áreas incluyen el uso ineficiente de la energía, problemas de confiabilidad en algunas zonas, la baja calidad de los servicios, y la contaminación. Para eso, podemos añadir la necesidad de una mayor satisfacción del consumidor y mejorar la forma en que la empresa interactúa con los consumidores finales. Estas áreas potenciales de mejora se pueden abordar en la implementación de la REI.

3 TAREA 1 – REVISIÓN INICIAL Y EVALUACIÓN



Los objetivos de la Tarea 1 incluyen las siguientes dos subtareas:

- Subtarea 1.1 Revisión de Proyectos Internacionales de REIs e identificación de factores de éxitos y fracasos.

El objetivo fundamental de esta subtarea es revisar el progreso de la implementación de la REIs en todo el mundo e identificar los factores clave de éxitos y fracasos, con especial atención a las experiencias de los países que tienen una estructura de energía eléctrica similar a la de México.

- Subtarea 1.2 Evaluar las Capacidades de la Infraestructura de Transmisión y Distribución

El objetivo fundamental de esta Tarea es hacer un análisis de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, ("FODA") de la infraestructura de transmisión y distribución en México para evaluar su capacidad y disponibilidad para su aplicación en la REI. Esta tarea destacará las oportunidades inmediatas a corto plazo, así como los obstáculos a largo plazo para una implementación efectiva de la REI. En esta evaluación se han considerado los objetivos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) relacionados con la implementación de la REI en México, como se indica en el "Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (Poise) 2011-2025" de CFE.

Este capítulo trata los siguientes temas:

- Una visión general de las iniciativas de la REI en todo el mundo. En él se destacan las variaciones en las definiciones de la REI y una revisión de los principales obstáculos y desafíos asociados con la implementación de la REI, así como los beneficios y las lecciones aprendidas. Además de las perspectivas de las empresas eléctricas, este capítulo también proporciona información general sobre el consumidor y temas de uso final de la energía.
- Revisión del Sector Eléctrico Mexicano, con especial énfasis en las actividades de REI y evaluación de la adecuación y disponibilidad de las redes de transmisión y distribución para apoyar los potenciales despliegues de la REI.
- Un análisis de las Fuerzas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA).
- Resumen del plan de acción recomendado para la Tarea 1.

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INICIATIVAS INTERNACIONALES DE LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE

En esta sección se ofrece una breve visión general de los conceptos de la REI; la forma en que varios países la visualizan; sus características; sus beneficios; y los principales motivadores en distintas regiones del mundo. Además, se presenta una visión general de algunos programas selectos de REI en países con estructura eléctrica similar a la de México. Finalmente, se resumen algunas de las lecciones aprendidas por las instituciones europeas y estadounidenses.

Asimismo, la CRE ha considerado conveniente, abordar el tema de privacidad en el contexto de la REI, por lo cual se ha agregado una sección al respecto en este capítulo.

3.1.1 CONCEPTOS DE LA REI

La REI es un concepto que se extiende a lo largo de la cadena de suministro de energía: generación, transmisión, distribución y consumo. Por definición, la REI tiene la flexibilidad de satisfacer las necesidades particulares de una región, país o de una empresa de servicios eléctricos. A continuación se presentan definiciones representativas de la REI de varias organizaciones estadounidenses e internacionales:

Plataforma Tecnológica Europea de la REI

La Plataforma Tecnológica Europea define a la REI como una red eléctrica que puede integrar de forma inteligente todas las acciones de los usuarios conectados a ella - generadores, consumidores y aquellos que hacen ambas cosas, a fin de cumplir de manera eficiente con suministro de electricidad en forma sustentable, económica y segura.

Departamento de Energía de EE.UU

En la definición del Departamento de Energía (DOE) de Estados Unidos, una REI utiliza la tecnología digital para la modernización del sistema eléctrico –desde grandes sistemas de generación, a través de los sistemas de conducción para el consumo de electricidad-y se define por siete funciones en base al rendimiento:

- participación del consumidor,
- integración de todas las opciones de generación y almacenamiento,
- nuevos mercados y operaciones,
- calidad de energía para el Siglo XXI,
- optimización de activos y eficiencia operativa ,
- auto recuperación de disturbios, y
- resistencia contra ataques y desastres

Foro Económico Mundial

El Foro Económico Mundial define a la REI a través de las siguientes siete características clave:

- autocorrección y flexibilidad,
- integración de tecnologías de bajas emisiones de carbono,
- optimización de activos y eficiencia operativa
- inclusión del cliente,
- aumento en la calidad de energía,
- evolución del mercado

Agencia Internacional de la Energía

La Agencia Internacional de la Energía (AIE) señala que una REI es una red eléctrica que utiliza tecnologías digitales avanzadas, entre otras, para controlar y gestionar el transporte de electricidad, a partir de todas las fuentes de generación para satisfacer las diferentes demandas de electricidad de los usuarios finales. La REI coordina las necesidades y capacidades de todos los generadores, operadores de la red, los consumidores y los participantes del mercado de electricidad para operar todas las partes del sistema de la manera más eficiente posible, minimizando los costos y el impacto ambiental, al mismo tiempo maximizando la confiabilidad del sistema, la capacidad de recuperación y la estabilidad.

Si bien hay áreas comunes en la definición de la REI entre estas cuatro organizaciones, la definición de la REI para cada entidad se basará en las necesidades únicas de éstas, pudiendo aprovechar las lecciones aprendidas de otras naciones.

3.1.2 VISUALIZACIÓN DE LA REI

En Figura 3-1 presentada a continuación, se representa gráficamente un sistema eléctrico inteligente, tomada del Mapa de Ruta Tecnológico de la REI de la AIE publicado en el año 2011. En esta figura se muestra la transición del pasado al presente y el futuro del sector de la energía eléctrica. En esta visión, los avances en la tecnología del Sistema Eléctrico de Potencia, la tecnología de las comunicaciones, la energía solar, vehículos eléctricos, y de almacenamiento de energía por nombrar algunos, permiten un sector energético más eficiente y respetuoso del medio ambiente, al tiempo que proporciona a los consumidores más opciones y alternativas para el uso de la energía.

Como señaló la AIE, "el hacer a los sistemas de electricidad más inteligentes es un proceso evolutivo y no un evento que ocurre una sola vez."

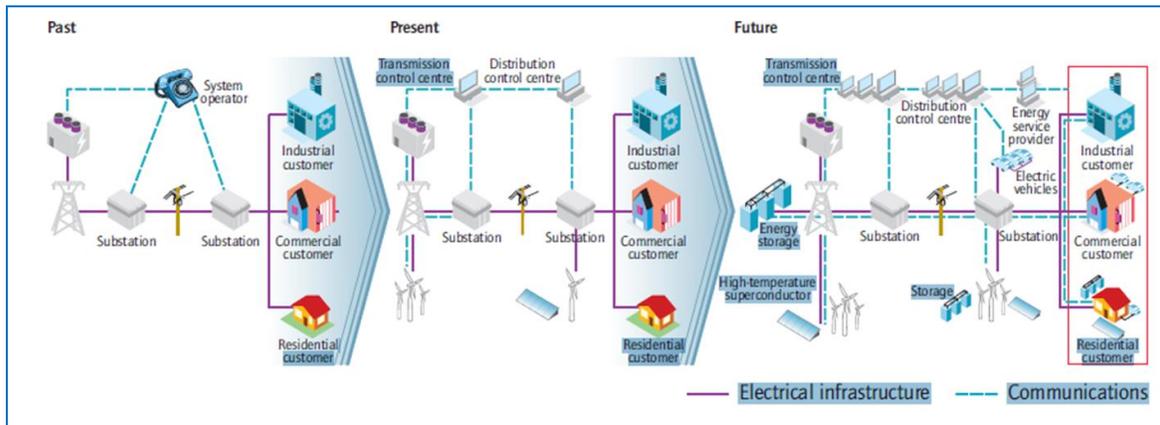


Figura 3-1: IEA Sistema Eléctrico Inteligente

En la Figura 3-2 se representa la visión de la REI, de la infraestructura necesaria y de la capacidad tecnológica requerida para la realización de los beneficios de la REI, señalados por el Plan de Acción¹⁸ del Foro de las Principales Economías sobre Energía y Cambio Climático (MEF).

¹⁸Fuente: <http://www.majoreconomiesforum.org/images/stories/documents/MEF%20Smart%20Grids%20TAP%2011Dec2009.pdf>

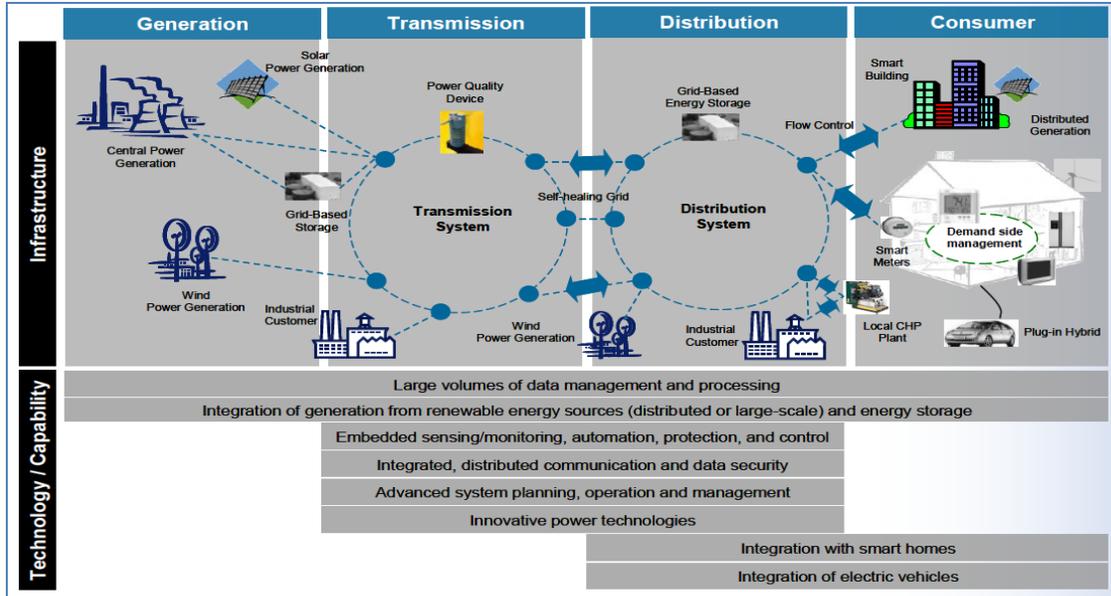


Figura 3-2: MEF La Visión de la REI

La Figura 3-3 , a continuación, muestra la visualización de la REI desde la perspectiva de la CFE¹⁹.

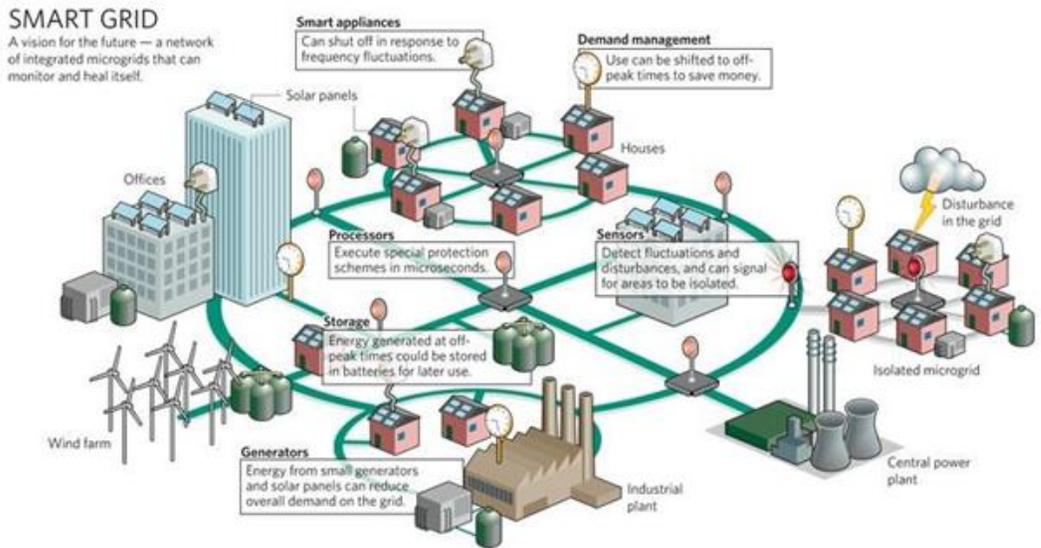


Figura 3-3: La Visualización de CFE de la REI

El tema común en la visualización se enfoca en el hecho de que se debería adoptar el concepto de que la REI lo abarca todo con un enfoque integral y amplio. Además, se debería incluir una variedad de fuentes de generación; el incremento en la confiabilidad del sistema, la implementación de las mejores prácticas empresariales; el empoderamiento de los consumidores; y la contribución al cumplimiento de las obligaciones sociales.

¹⁹ Fuente: Presentación por CFE y CRE/CFE/SENER/ESTA junta en la Ciudad de México, Octubre 2012.

3.1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA TECNOLOGÍA DE LA REI

La REI puede tener características diferentes en base en la visión propuesta anteriormente. Por ejemplo, el DOE identifica las siguientes características de la REI:

1. El aumento del uso de la información digital y la tecnología de control para incrementar la confiabilidad, la seguridad y la eficiencia de la red eléctrica;
2. Optimización dinámica de la operación y de los recursos de la red, con seguridad informática;
3. Integración y despliegue de recursos y generación distribuida, incluyendo recursos renovables;
4. Desarrollo e incorporación de respuesta de la demanda, gestión de la demanda y recursos de eficiencia energética;
5. Despliegue de tecnologías inteligentes (que operan en tiempo real, de forma automatizada e interactiva que optimizan el funcionamiento físico de los aparatos y dispositivos del consumidor) para la medición, la comunicación relativa al estado y operación de la red, así como la automatización de la distribución;
6. Integración de aparatos inteligentes y dispositivos en el consumo;
7. Despliegue e integración de tecnologías avanzadas de almacenamiento de electricidad y tecnologías de administración de carga para reducir la demanda máxima, incluyendo las conexiones de vehículos eléctricos, y del almacenamiento térmico para aire acondicionado;
8. Suministro oportuno de información y opciones de control de la demanda para los consumidores;
9. Desarrollo de estándares para la comunicación y la interoperabilidad de los aparatos y equipos conectados a la red eléctrica, incluyendo la infraestructura de servicio de la red; e
10. Identificación y reducción de las barreras injustificadas o innecesarias para la adopción de tecnologías, prácticas y servicios asociados a la REI.

El DOE incluye además otras funciones de la REI como:

- Permitir la Participación Informada de los Consumidores
- Incluir todas las fuentes de Generación y de Almacenamiento
- Habilitar Nuevos Productos, Servicios y Mercados
- Suministrar Energía con la calidad necesaria para la gama de necesidades en el Siglo XXI
- Optimizar del Uso de Activos y permitir una Operación Eficiente
- Operar de manera resistente contra disturbios, Ataques Físicos e Informáticos, y ante situaciones de Desastres Naturales

La Figura 3-4 de la AIE destaca como la REI puede vincular los objetivos de los participantes en el Sistema Eléctrico, así como proveer una oportunidad para vincular las políticas y regulaciones; y los objetivos tecnológicos, financieros y sociales²⁰.

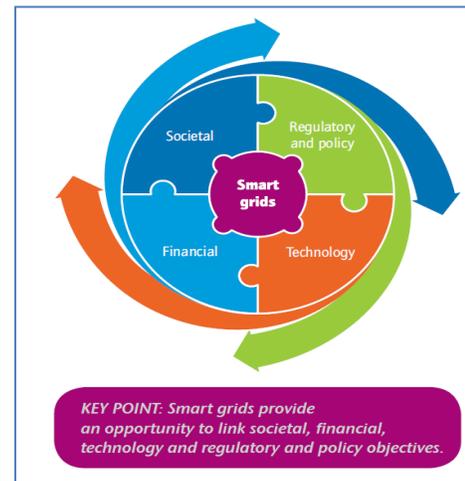


Figura 3-4: AIE destaca como la REI puede vincular los objetivos de los participantes en el sistema eléctrico

²⁰ Fuente: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/smartgrids_roadmap.pdf

3.1.4 BENEFICIOS DE LA REI

La REI puede ofrecer numerosos beneficios a distintos niveles. Algunos de estos beneficios son:

- **Confiability** — al reducir el costo de las interrupciones y disturbios en la calidad de energía y al reducir la probabilidad y consecuencias de emergencias y apagones generalizados;
- **Economía** — al mantener la presión a la baja sobre los precios mayoristas y minoristas de la electricidad, reduciendo la cantidad pagada por los consumidores en comparación con la forma habitual de consumo "business as usual" (BAU);
- **Medio Ambiente** — al reducir las emisiones en comparación con el BAU al permitir una mayor penetración de las energías renovables y mejorar la eficiencia de la generación, distribución y consumo;
- **Eficiencia**— al reducir el costo de producción, suministro y consumo de la electricidad;
- **Elección del Consumidor** – al proporcionar opciones a los consumidores por el uso de la energía sensible al precio;
- **Seguridad** — al reducir la probabilidad y consecuencias de ataques por el hombre y los desastres naturales;
- **Protección** — mediante la reducción de heridas y pérdidas humanas relacionadas con eventos de la red;
- **Creación de Empleos** – las nuevas tecnologías requerirán de nuevas habilidades y capacitación.

La Tabla 3-1 muestra los beneficios de la REI identificados por los distintos grupos de interés desde la perspectiva del DOE. La Tabla 3-2²¹ muestra los beneficios de la REI mencionados por el DOE. Estos beneficios se proporcionan a manera de ejemplo. Debe tenerse en cuenta que para cada país y entidad los beneficios podrían ser diferentes pero siempre consistentes con la capacidad de la REI para hacer frente a las limitaciones existentes y las necesidades futuras de cada país o entidad.

²¹ Copia de la referencia

Tabla 3-1: Beneficios de la REI por Sector

Beneficios Potenciales y Reales al Implementar una REI						
Beneficios	Sector					
	Empresa	Generador Independiente	Residencial	Comercial	Industrial	Generación Futura
Sistema de Confiabilidad y Economía						
Las tecnologías de REI permiten un diagnóstico rápido de las interrupciones de distribución y restauración automatizada de partes no dañadas de la red, lo que reduce el tiempo total de interrupción con importantes beneficios económicos.	X		X	X	X	
Capacidad de diagnóstico y autocorrección automatizada de la REI que prolonga la vida útil de la infraestructura eléctrica.	X					X
Soporte a la generación distribuida debido a que la red tiene la capacidad de operar de forma dinámica todas las fuentes de energía interconectadas.	X	X	X	X	X	X
Los recortes al precio de la energía durante el periodo de alta demanda (pico) aplaza la necesidad de expandir y renovar la red.	X					
Los recortes al precio de la energía pico aplaza la necesidad de invertir en la capacidad de generación de energía pico.	X		X	X	X	
Las tecnologías de la REI pueden mejorar el uso de vías de transmisión, mejorando las transferencias de energía de larga distancia.	X	X				
Impacto Positivo en el Medio Ambiente						
La REI puede reducir las pérdidas de distribución, reduciendo así la demanda de generación de energía.	X		X	X	X	X
La interconexión de una extensa cantidad de recursos renovables, como se pide en muchos estándares estatales RPS, requerirá que la REI administre los extensos recursos de generación distribuida y almacenamiento.	X	X	X	X	X	X
Una alta integración de PHEV [Plug-in Hybrid Electric Vehicle] requerirá que la REI administre el apoyo a la red de carga de vehículos. El uso potencial de PHEV, en su modo de entrega de energía a la red (Vehicle to Grid V2G), definitivamente requerirá de tecnologías de la REI.	X		X			X
La REI permite a los electrodomésticos inteligentes proporcionar información a través del sistema, detectar disturbios en la red, y reducir el uso de energía durante los periodos de máxima demanda.	X		X			
La avanzada tecnología de medición puede utilizarse para ayudar a medir el uso de electricidad y para calcular la huella de carbono resultante.			X	X	X	X
Aumento de la Eficiencia del Suministro de Energía						
Los costos directos de operación se reducen mediante el uso de la Tecnología de Medición Avanzada (AMR/AMI), así como conexión/desconexión, operaciones de la flota de vehículos y el mantenimiento, las lecturas de los medidores, la indemnización del seguro de los empleados, etc.	X					
Las tecnologías de redes eléctricas inteligentes, como sincrofasores, ofrecen la promesa de reducir la congestión en las redes de transmisión.	X	X	X	X	X	
Desarrollo Económico						
Normas y protocolos de apoyo a la interoperabilidad promoverá la innovación de productos y oportunidades de negocio que apoyen el concepto de la REI.	X	X	X	X	X	X
Elección del Consumidor						

Beneficios Potenciales y Reales al Implementar una REI						
Beneficios	Sector					
	Empresa	Generador Independiente	Residencial	Comercial	Industrial	Generación Futura
Proporcionar a los consumidores información sobre su consumo de electricidad para que puedan elegir inteligentemente entre las opciones.			X	X	X	X
Los precios en tiempo real ofrecen a los consumidores una "opción" de costo y conveniencia superiores a los programas de gestión de la demanda jerárquicos.			X	X	X	
La interconexión de los sistemas de automatización de edificios ofrece beneficios tales como la eficiencia, aplazamiento en la expansión de la red y reducción de la demanda máxima.	X			X		

Fuente: Tabla creada para la REI: "Enabler of the New Energy Economy" por el Subcomité EAC de la Red Ingeligente 2008

3.1.5 FACTORES INTERNACIONALES EN LAS REIS

Existen diferentes razones para diversos países para desarrollar la REI. Los factores, tales como la confiabilidad y las mejoras en la calidad de la energía, reducción de costos de operación y mantenimiento, y el mejoramiento en la recaudación de ingresos y la reducción de pérdidas, son unas de las principales razones para su desarrollo. Si bien hay muchos factores comunes, también hay varias diferencias entre ellos, ya que cada región y país tiene razones únicas para el desarrollo de la REI. El Apéndice A contiene los factores de la REI identificados por la Red Internacional de Acción en la REI (International Smart Grid Action Network - ISGAN) y otras organizaciones, tales como ESTA Internacional.

En un estudio y encuesta sobre los motivadores internacionales para el desarrollo de la REI, ESTA Internacional identificó algunos factores importantes que se representan en la Figura 3-5. Los países participantes de la encuesta incluyen la representación de seis continentes. El estudio mostró que los motivadores de los países con sistemas de energía más desarrollados (incluida la política y regulación), como Canadá, los países europeos y los de Oceanía, indicaron mayor énfasis en la interconexión de energía renovable, la respuesta a la demanda, las preocupaciones ambientales, y brindar nuevas opciones al consumidor; mientras que otras regiones están más centrados en los fundamentos de la mejora en la confiabilidad, la restauración de energía, y la reducción de pérdidas.

La Tabla 3-3 muestra los cinco principales motivadores de cada región en dicho estudio. El código de colores representa los factores comunes entre las distintas regiones.

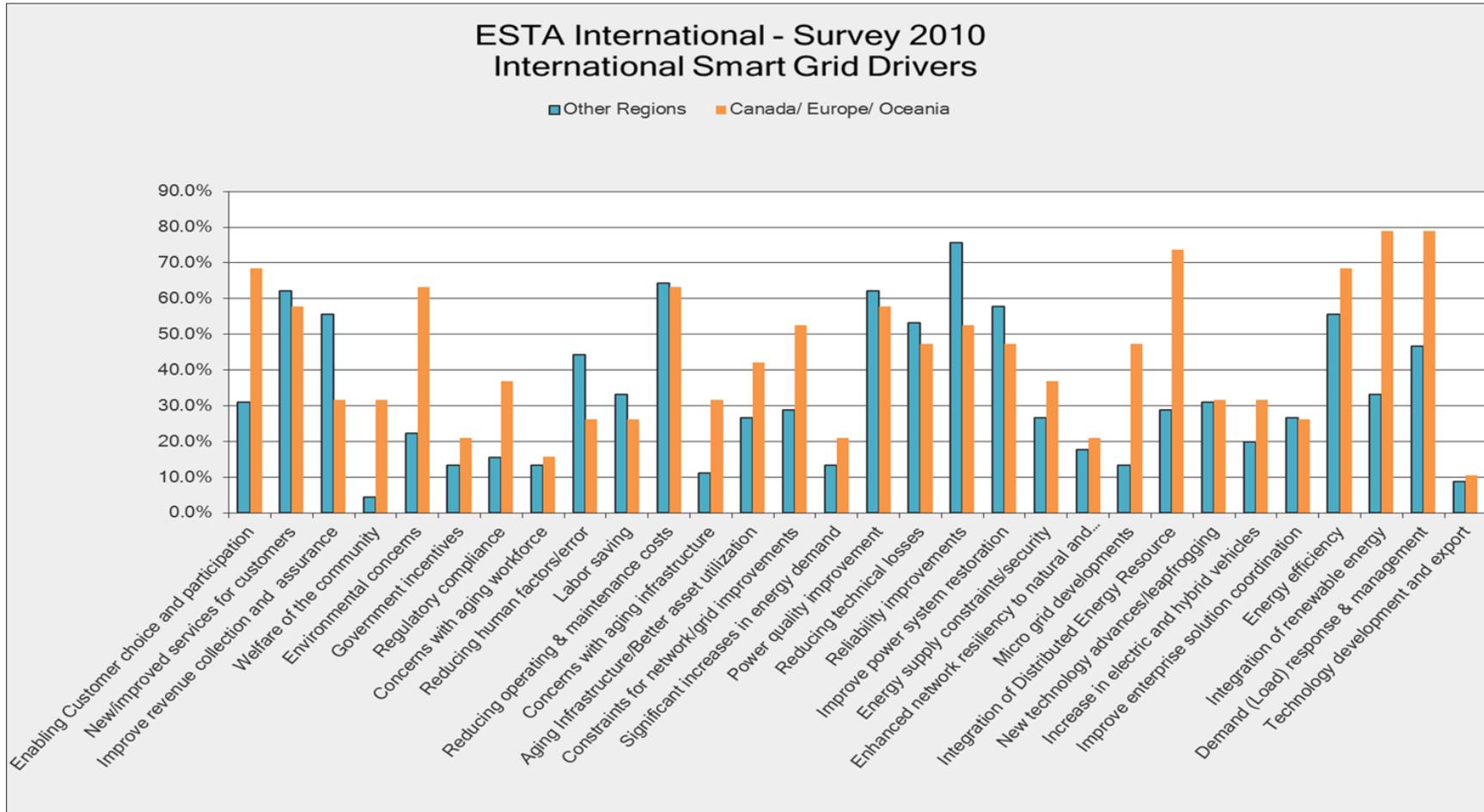


Figura 3-5: Motivadores de las Redes Eléctricas Inteligentes en los Sistemas de Energía Desarrollados y en Desarrollo

Tabla 3-3: Los 5 Motivadores más Importantes de la REI en Cada Región Geográfica²²

	Latinoamérica y el Caribe	Europa and Eurasia	Oriente Medio y Africa	Asia & Oceanía
1	Mejoras en la Confiabilidad	Interconexión de Energía Renovable	Optimización del Consumo de Energía	Mejoras en la Confiabilidad
2	Mejoras en la Calidad de la Energía	Gestión y Respuesta a la Demanda	Reducción de Costos de Operación y Mantenimiento	Mejoras en la Restauración del Sistema
3	Mejora en la Recaudación de Ingresos; Reducción de Pérdidas Comerciales	Reducción de Costos de Operación y Mantenimiento	Reducción de Pérdidas	Optimización del Consumo de Energía
4	Mejoras en la Restauración del Sistema	Interconexión de Recursos de Generación Distribuida	Nuevos y mejores servicios al Consumidor	Reducción de Costos de Operación y Mantenimiento
5	Eficiencia Energética	Mejoras en la Calidad de la Energía	Mejora en la Recaudación de Ingresos	Mejoras en la Calidad de la Energía

²² Fuente: Encuesta de ESTA International sobre los factores internacionales en redes inteligentes

3.1.6 SELECCIÓN DE PROGRAMAS INTERNACIONALES DE RED ELÉCTRICA INTELIGENTE

Las siguientes secciones proporcionan información acerca de programas internacionales de REI. El enfoque de estas secciones está principalmente en países que tienen una estructura energética similar a la de México; cada uno tiene una sola empresa eléctrica responsable de la transmisión y distribución de la energía eléctrica en todo el país, un regulador, y participación de PIEs. En particular, hemos destacado China, Francia, Irlanda, Corea y Arabia Saudita

3.1.6.1 CHINA

China ha logrado avances significativos en la REI a un ritmo acelerado. Algunos han atribuido esta rápida consecución de logros a su enfoque central en la toma de decisiones. A continuación, destacamos algunos de los aspectos más sobresalientes del programa de REI en China llamado "Developing Strong & Smart Grid"

Tres entidades proveen el servicio de energía en China: la State Grid Corporation de China (SGCC), la Southern Power Grid Company China, Ltd., y Mongolia Interior Power Group.

La SGCC, es la entidad más grande de las tres y la responsable de 26 de las 31 Provincias en China. SGCC ha desarrollado un plan de tres fases con respecto a REI; Fase I (2009-2010) se destinaron a proyectos piloto y de planificación (fase de rastreo), Fase II (2011-2015) para la construcción, y la Fase III (2016-2020) para la modernización y mejoramiento. Los aspectos más destacados de las actividades de la REI en China incluyen:

- El desarrollo de Sistemas de Medición de Área Amplia y la instalación de PMUs en toda la infraestructura asociada a las centrales de generación de más de 300 MW y todas las subestaciones de 500kV.
- Implementación del proyecto piloto "Fibra hasta el hogar (FTTH)" en Shenyang, provincia de Liaoning para la comunicación con los medidores y dispositivos inteligentes en los hogares.
- Construcción de estaciones de carga de vehículos eléctricos en 27 empresas regionales y provinciales, así como de 75 estaciones públicas de recarga, 6,209 puntos de carga de corriente alterna.
- SGCC publicó normas para regular la tecnología de la REI y equipos relacionados el 29 de junio del 2010, cubriendo áreas como la generación de energía, transmisión inteligente, subestaciones, distribución, uso y despacho para la implementación de su proyecto de REI.

"En China, la energía renovable se ha desarrollado a una velocidad sin precedentes desde el 2005, la capacidad instalada de energía eólica creció de 1270 MW a 17580 MW en 2009, con una tasa anual de crecimiento notable del 92%. La capacidad instalada de energía solar también se está desarrollando muy rápido, a una tasa anual del 44%, duplicándose cada dos años. El gobierno chino se comprometió a reducir las emisiones de CO₂ por unidad de PIB en un 40-45% para el año 2020, y aumentar la proporción de combustibles no fósiles como fuente de energía primaria a un 15%. Para alcanzar la meta, un adicional de 130 GW de energía eólica, y 19.70 GW de energía solar necesitan ser instalados, lo que requerirá un crecimiento anual del 20% y 40%, respectivamente. En la próxima década, la energía renovable seguirá creciendo a gran velocidad."

Fuente: SGCC Framework and Roadmap –Strong & Smart Grid Standards- Julio 2010

China ha anunciado 22 criterios para la tecnología de REI, que abarcan la generación de energía, transmisión inteligente, subestaciones, distribución, utilización y despacho. El anuncio también incluye una inversión de 25 mil millones de yuanes para 228 proyectos piloto de REI.

State Grid Corporation de China ha centrado su visión de la REI en el desarrollo de una Red "Dinámica e Inteligente" sobre la base de una Red de Ultra Alta Tensión (Ultra High Voltage UHV) para:

- Optimizar la asignación de recursos energéticos
- Mejorar el acceso a la energía renovable
- Satisfacer el crecimiento de la demanda de energía

La Figura 3-6 muestra la visualización de la REI²³ de China.

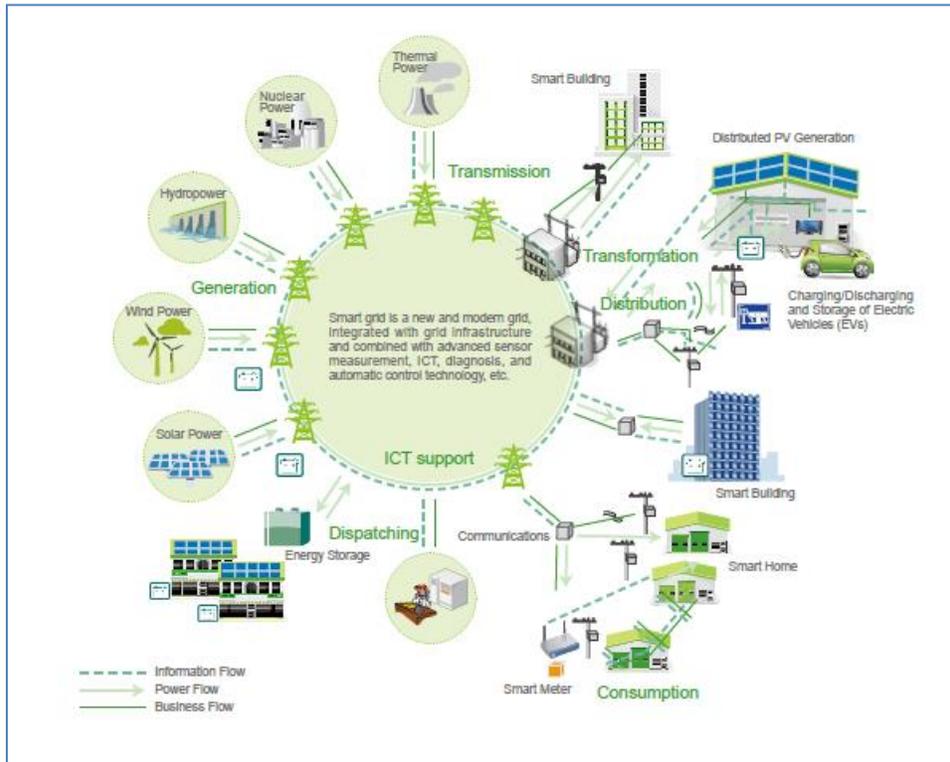


Figura 3-6: La visualización de la REI de China

La SGCC propuso que la Red Troncal de UHV se coordine el desarrollo de las redes a todos los niveles de voltaje inferiores; cada una de ellas utilizando Tecnologías de la Información (TI) de manera automatizada e interactiva.

La Figura 3-7, Figura 3-8, Figura 3-9 y Figura 3-10 tomadas del programa "Developing Strong & Smart Grid Roadmap – the best practices of State Grid Corporation of China" muestran los diversos aspectos del programa de REI previstos por SGCC.

²³ Fuente: "Developing Strong & Smart Grid Roadmap – the best practices of State Grid Corporation of China"

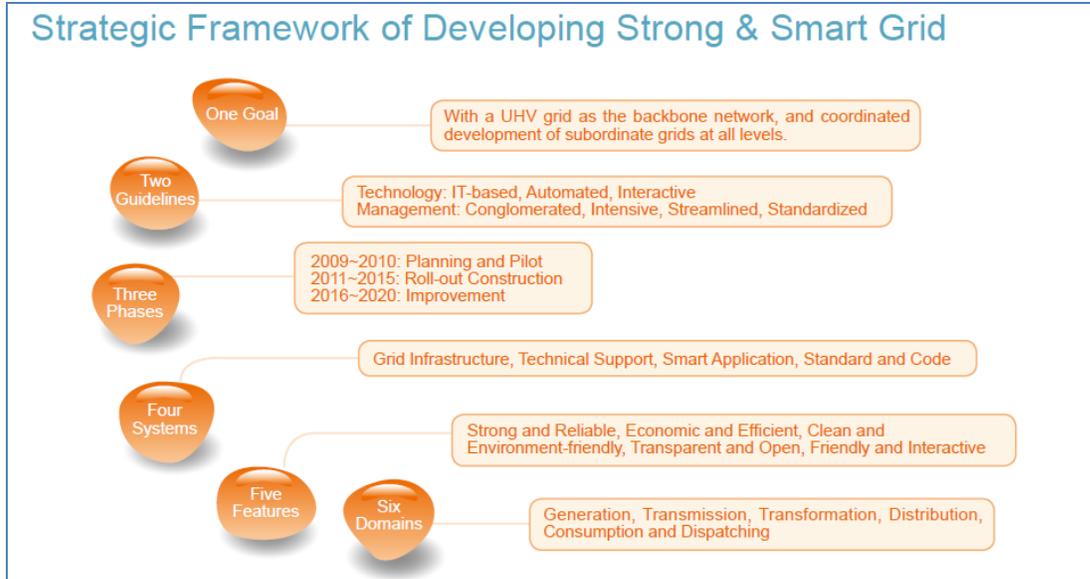


Figura 3-7: Marco Estratégico de la REI en China

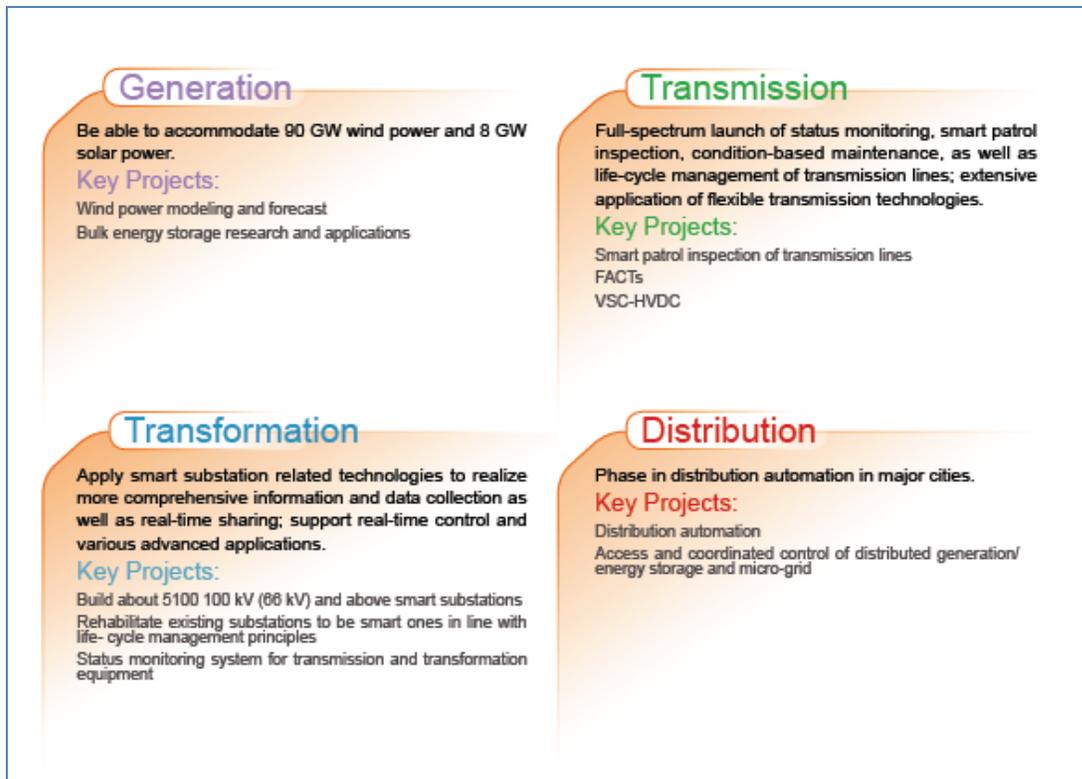


Figura 3-8: Los Principales Proyectos en China 2011-2015

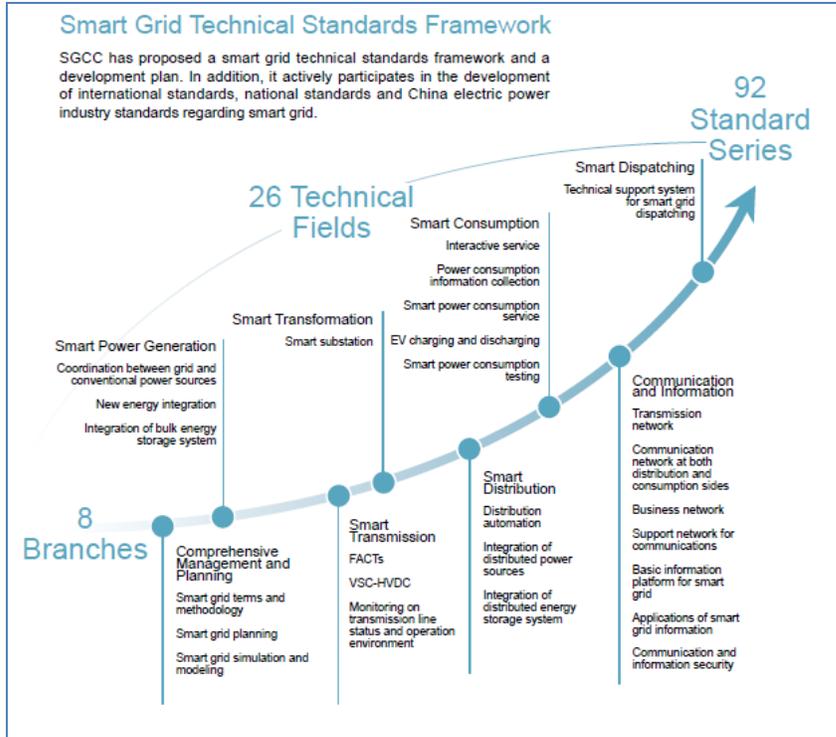


Figura 3-9: Estándares de la Red Eléctrica Inteligente propuestos por China

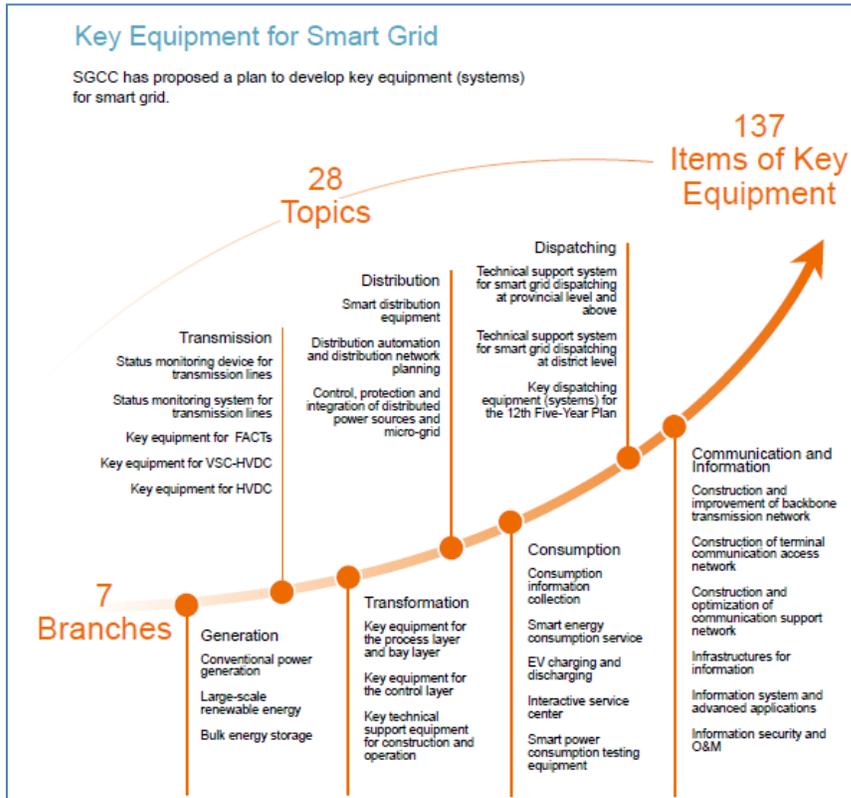


Figura 3-10: Principales Equipos para la Red Eléctrica Inteligente propuestos por China

3.1.6.2 FRANCIA

El sector eléctrico en Francia también tiene muchas similitudes con la estructura del Sector Eléctrico Mexicano. En el mapa de ruta titulado "Roadmap for Smart grids and electricity Systems integrating renewable energy sources"²⁴ se identifican cuatro grandes retos que constituyen el marco para la visión, los cuellos de botella, y la necesidad de investigación y desarrollo de la REI. Estos retos son los siguientes:

- Reto 1: Alcanzar los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero establecidos para el año 2020 (reducción del 20%) y para el año 2050 (factor 4), específicamente a través de planes de eficiencia energética;
- Reto 2: El cumplimiento de los objetivos europeos para la interconexión de las energías renovables;
- Reto 3: Mantener la calidad y seguridad del suministro en el sistema eléctrico, y
- Reto 4: Consideración de las cuestiones sociales relacionadas con el suministro de electricidad.

El mapa de ruta contempla dos períodos - hasta el año 2020 y 2050:

- El período hasta el año 2020 se centra en alcanzar los objetivos europeos (20/20/20)²⁵ manteniendo el suministro de alta calidad y la seguridad del sistema, y
- El período hacia el 2050 permite contrastar representaciones de redes y sistemas futuros de electricidad, basados en el desarrollo de las tendencias identificadas en el período al 2020, sujetos a diferentes opciones de regulación previstas para las redes y los sistemas eléctricos.

El mapa de ruta identifica tres factores clave que, a largo plazo, tendrán un papel determinante en la forma y la clase de la REI y los sistemas eléctricos:

1. El grado de inteligencia en el sistema eléctrico y las redes, y la gama de productos y servicios asociados a esta capacidad;
2. El grado y tipo de la descentralización en el sistema y las redes, y
3. Las opciones regulatorias, modelos de negocio y el papel de los participantes que afectan a la REI y los sistemas eléctricos

La variación en los parámetros estos factores clave (la inteligencia, la descentralización, la regulación) lleva a cuatro visiones contrastantes del sistema y las redes eléctricas. Dos visiones para el período hacia el 2020 y dos visiones hacia el 2050 son:

1. Visión 2020 – 1: Flexibilidad de la Demanda e instalaciones de almacenamiento acopladas la fuentes de generación variable de gran escala;
2. Visión 2020 – 2: Flexibilidad en la Demanda y gestión del almacenamiento disperso.
3. Visión 2050 – 1: Flexibilidad en la Demanda, almacenamiento y Generación Distribuida (GD) en una arquitectura de red centralizada,
4. Visión 2050 – 2: Respuesta a la Demanda en grupos inteligentes.

²⁴ Fuente: <http://www2.ademe.fr/servlet/getBin?name=EA7316C69FBD6C4A1AF9FD685A474A941260278372367.pdf>

²⁵La energía de la UE y el paquete sobre el clima que se aprobó en 2008, establece objetivos 20-20-20 para el 2020 en tres áreas clave de: emisiones de CHG (reducción del 20% en comparación con 1990 - hasta el 30% si otros países desarrollados lo demandan), Energía Renovable (20% de energía renovable en la mezcla energética de la UE 27), y la eficiencia energética (reducción del 20% en el consumo de energía primaria a partir de los pronósticos del 2020). Este paquete y el 3º paquete de Liberalización Europea (aprobada en 2009), que declara la implementación obligatoria de medidores inteligentes para el 80% de los consumidores para el 2020, de ser posible, acelerar la evolución de la REI en Europa.

3.1.6.3 IRLANDA

El sistema eléctrico irlandés tiene muchas similitudes con el de México. Cuenta con un regulador para el país y tiene un principal suministrador de electricidad – (llamado ESB) - con la propiedad estatal de más del 95%, y un Operador de Transmisión²⁶. Tiene un mercado con esquema de comprador único. Irlanda ha publicado tres mapas de ruta al respecto:

1. Mapa de Ruta para la REI
2. Mapa de Ruta para Energía Eólica
3. Mapa de Ruta para Vehículos Eléctricos

Irlanda define la REI como " Una red eléctrica que puede incorporar eficientemente el comportamiento y las acciones de todos los usuarios conectados a ella - generadores, consumidores y aquellos que hacen ambas cosas - con el fin de asegurar que el sistema eléctrico sea económicamente eficiente, sustentable, con bajos niveles de pérdidas y con altos niveles de calidad, confiabilidad y seguridad del suministro."

Los objetivos de la REI incluyen:

- *"Descarbonización de la electricidad - con un ahorro anual de más de 13 millones de toneladas de CO₂ para el año 2050. Ocho millones de toneladas de éste se derivarán directamente de la implementación de la REI. Otros cinco millones de toneladas provendrán del desplazamiento de combustibles fósiles debido a la electrificación de las cargas de transporte y térmicas, suministradas por la REI;*
- *Mayor integración de fuentes de energía renovables producirá una reducción neta de las importaciones de energía de más de 4.3 Mtoe²⁷, [lo que equivale a un ahorro de € 3.2 a 7.2 mil millones directos de compensación de combustible para el año 2050];*
- *El aumento de la electrificación de las cargas térmicas en el sector residencial y de servicios proyectará una demanda anual de este sector de más de 28,000 GWh en el 2050;*
- *La electrificación del transporte, predominantemente en el sector doméstico, se espera que proveerá una demanda anual cerca de los 8,000 GWh para el 2050;*
- *La demanda de energía total anual será superior a los 48,000 GWh en el año 2050 con una demanda máxima correspondiente de 9 GW. La generación eólica en tierra (on-shore) será capaz de suministrar hasta 33,000 GWh de la demanda total.*
- *En el 2025, Irlanda tendrá 1.4 GW de interconexión de energía renovable. Nuestro análisis indica que un adicional de 1.6 GW de interconexión se requerirá para el año 2040;*
- *La creación de más de 10.000 puestos de trabajo para los irlandeses se generarán al implementar la infraestructura de la REI y sus tecnologías asociadas."*

La siguiente Figura 3-11 muestra el resumen general de la REI en Irlanda.

²⁶ Más información sobre la Industria del Suministro Eléctrico Irlandés se encuentra en la siguiente liga: <http://per.gov.ie/wp-content/uploads/Document-112-7-12-10.pdf>

²⁷Millones de Toneladas Equivalentes de Combustible (Mtoe)

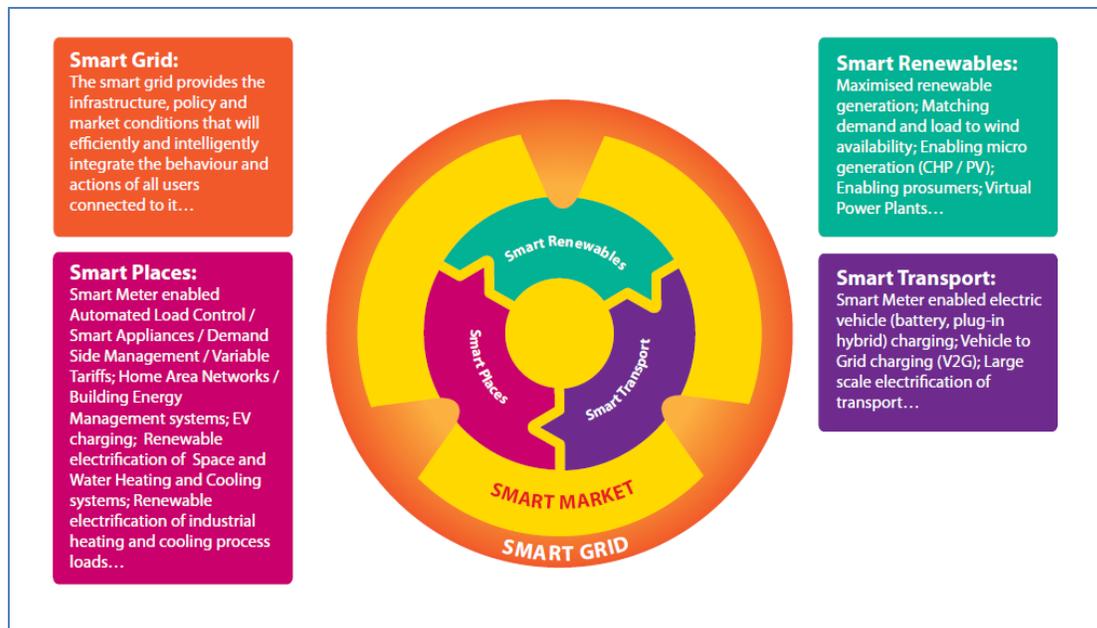


Figura 3-11: Los Componentes de la REI en Irlanda

Los principales componentes del Mapa de Ruta de la REI en Irlanda para alcanzar las metas de descarbonización incluyen:

1. Desplazamiento de la demanda punta y gestión de la demanda;
2. Reducción de pérdidas en las líneas, mejoras en la infraestructura, y gestión tipo volt/VAR;
3. Interconexión de recursos renovables;
4. Electrificación del transporte;
5. Electrificación de los sistemas de calefacción, refrigeración y agua caliente; y
6. Electrificación de cargas de calefacción/refrigeración industrial.

Por otra parte, el plan de trabajo de la REI para Irlanda demanda las siguientes acciones dentro de los próximos 10 años:

- Establecer una instalación que sirva de banco de pruebas, para fortalecer la posición de Irlanda como líder en la investigación de tecnología de la REI;
- Desarrollar e implementar cursos de capacitación en sistemas de la REI y sus tecnologías;
- Revisar las políticas energéticas y los índices de CO₂ para fomentar la electrificación;
- Despliegue nacional de medidores inteligentes con DSM y el uso de tarifas variables de Tiempo de Uso (ToU);
- Desarrollar estándares de interoperabilidad y asegurar los protocolos de las comunicaciones y envío de datos;
- Continuar con los programas de inversión de la red, la Red-Oeste, Red 25, y
- Desarrollar conjuntamente una red de comunicaciones segura y de alta velocidad en el sistema eléctrico.

3.1.6.4 REPÚBLICA DE COREA DEL SUR

La República de Corea del Sur ha desarrollado y publicado el Mapa de Ruta de la REI 2030. Este mapa de ruta tiene una inversión prevista de \$ 21.6 mil millones de USD y contempla los cinco sectores siguientes:

1. Red Eléctrica Inteligente
2. Consumidor Inteligente
3. Transporte Inteligente
4. Recursos Renovables Inteligentes
5. Servicios Eléctricos Inteligentes

A continuación se identifican tres fases de implementación:

- Fase 1 (2010-2012) Desarrollo de un Complejo de Demostración y Funcionamiento (Verificación Técnica)
- Fase 2 (2013-2020) Extensión de Área Amplia (Inteligencia para el Consumidor)
- Fase 3 (2021-2030) Culminación de la REI a nivel nacional (Inteligencia completa en el Sistema Eléctrico)

En agosto del 2009, se estableció el Instituto Coreano de la REI de Corea (Korean Smart Grid Institute KSGI) como la Secretaría de Iniciativas y Proyectos de REI en Corea²⁸.

Diez proyectos de TI se han relacionado con las Iniciativas de la REI en Corea. Estos son:

1. Desarrollo de Sistema de Gestión de Energía de Corea
2. Control de las Tecnologías de Información para la Transmisión de la Energía Eléctrica
3. Desarrollo de Monitoreo Inteligente de la Red de Transmisión y Sistema de Operaciones
4. Desarrollo de Tecnología Digital con base en Sistemas de Subestación de nueva generación
5. Desarrollo del Sistema Inteligente de Gestión de Distribución
6. Desarrollo de Sistemas Telemétricos de monitoreo de Energía para el monitoreo de instalaciones
7. Desarrollo del Sistema de Gestión Integrada de Recursos del Consumidor para los servicios de energía con alto valor agregado
8. Amplio Desarrollo de Tecnología de Ondas Portadoras (OP)
9. Desarrollo de Tecnología de Semiconductores de Energía para Generación y Distribución y su aplicación en inversores industriales
10. Desarrollo de la interconexión EMS para micro red y tecnología de aplicación “real site”.

La Alianza de la REI en Corea (Korea Smart Grid Alliance KSGA) fue creada en 2009 y reúne a más de 160 entidades coreanas. Sus objetivos son facilitar proyectos para el establecimiento de la infraestructura de la REI, la conducción de investigaciones y análisis de la REI, establecer un sistema para la estandarización, y fungir como mediador entre el gobierno y los actores del sector privado.²⁹

Corea está construyendo un banco de pruebas de REI en la isla de Jeju. KSGI ha informado que el banco de pruebas de la REI en Jeju se convertirá en el más grande del mundo dentro de la comunidad de la REI. Este banco de pruebas permitirá examinar las tecnologías más avanzadas de la REI y los resultados de la investigación y desarrollo, así como también permitirá el desarrollo de nuevos modelos de negocio.

²⁸ Fuente: <http://www.smartgrid.or.kr/10eng2-1.php>

²⁹ Fuente: <http://www.globalsmartgridfederation.org/korea.html>

Se han destinado 64.5 mil millones Won (\$58 millones de dólares) de inversión entre 2009 y 2013. Diez consorcios en cinco áreas participarán en probar tecnologías y el desarrollo de modelos de negocio. La red incorporará dos subestaciones de 10 MW de capacidad de transformación y cuatro líneas de distribución de energía situados cerca de una zona con 3,000 casas, distritos comerciales y fuentes de generación de energía renovable que incluyen un parque eólico para ver cómo es que la REI cambiaría la vida cotidiana.

Corea del Sur ha destinado 9 trillones de won coreanos (\$ 7,750 millones USD) para construir un proyecto de generación de energía eólica marina de 1 GW de capacidad en el Mar Amarillo - el complejo eólico marino más grande del país-. Además, el gobierno de Corea del Sur construirá un complejo eólico inicial consistente de 200 aerogeneradores, cada uno con una capacidad de 5 MW, con una capacidad total de 1,000 MW, según información proporcionada por el Ministerio de Economía del Conocimiento³⁰ y reportado por la Agencia de Noticias Yonhap.

Corea también ha tomado un papel activo en el foro de las Principales Economías sobre Energía y Clima; junto con Italia, son los co-autores del Plan de Acción Técnica en la REI publicados en diciembre de 2009.

Varias entidades coreanas incluyendo el Ministerio de Economía del Conocimiento de Corea, el Instituto de la REI de Corea, la Asociación Coreana de la REI, KT, LG y Samsung han firmado un Memorando de Entendimiento (MoU) para la colaboración con la Coalición Tecnológica de Ciencias de Illinois (Illinois Science & Technology Coalition, ISTC). Los socios coreanos están proporcionando la ronda inicial de financiamiento para proyectos en Illinois. Estos incluyen: Proyecto de Edificios Inteligentes de Illinois, Construcción de Sistemas de Gestión de la Energía e Interconexión de Recursos de Generación Distribuida, Seguridad Informática y Red de Confiabilidad y Formación Global de Capacitación y Desarrollo³¹.

³⁰ Fuente: [http://www.ecoseed.org/en/wind-energy/article/8-wind-energy/8026-south-korea-allots-\\$-7-75-billion-for-massive-offshore-wind-complex](http://www.ecoseed.org/en/wind-energy/article/8-wind-energy/8026-south-korea-allots-$-7-75-billion-for-massive-offshore-wind-complex)

³¹ Fuente: <http://www.iti.illinois.edu/news/press-releases/iti-collaborate-korea-smart-grid-security>

3.1.7 LECCIONES APRENDIDAS DE LOS PROGRAMAS INTERNACIONALES

Algunos mercados internacionales han desplegado la tecnología de REI para lograr los objetivos regionales y locales en eficiencia energética. Debido a su nueva tecnología y la falta de marcos regulatorios, financieros e incluso sociales para la REI, estos países han pasado y siguen pasando por una fase de aprendizaje. A través de nuestra investigación nos encontramos con grandes mercados como los de EE.UU. y la Unión Europea que no sólo han comenzado a aplicar la tecnología de REI, sino que han documentado sus historias de éxito y sus fracasos, con el fin de aprender de estas. A continuación se presentan una serie de lecciones clave aprendidas de la implementación de la tecnología de REI.

3.1.7.1 EL MERCADO EUROPEO

En el año 2011, el Centro de Investigación Común (Joint Research Center JRC) de la Comisión Europea, puso en marcha el primer inventario completo de los proyectos de REI³² para entender el nivel de inversión y el estado actual de desarrollo de estos proyectos en todos sus países miembros. El informe se centra en tres áreas principales de inversión; Investigación de la REI, proyectos de desarrollo y demostración. En el 2013 se publicó una versión nueva y actualizada del informe³³. A continuación se presentan una serie de conclusiones clave que resaltan las principales lecciones que deben de ser consideradas.

- **Inversión en Proyectos y Escala**
 - El presupuesto total recaudado para los proyectos han sido de más de € 5 mil millones; una estimación conservadora pone la inversión en la REI en el 2020 en € 56 mil millones;
 - Los medidores inteligentes cubren una gran parte de la inversión, alrededor del 56%; una menor parte es para I&D y para demostración (€ 4.4 millones y € 12 millones, respectivamente);
 - La creación de un caso de negocio para los inversionistas privados sigue siendo un reto; alrededor del 55% del presupuesto total proviene de diversas fuentes de financiación (nacionales, comunitarias, regulatorias) mientras que el 45% procede del capital privado;
 - La inversión en medidores inteligentes en los países miembros es de más de €4 mil millones, con Italia y Suecia a la cabeza y la capacidad proyectada de más de 170 millones de medidores inteligentes en el año 2020;
 - El precio por medidor inteligente varía ampliamente debido a la escala, funcionalidad de la tecnología de la comunicación y a las condiciones de ubicación; entre €100 y hasta € 400;
 - La intervención de los operadores de los Sistemas de Distribución (DSO) es crucial en el despliegue con el 27% de todos los proyectos y el 67% de la inversión.

- **Distribución Geográfica**
 - El hecho de que estos proyectos no se distribuyan de manera uniforme en toda Europa hace la comercialización y la cooperación más difícil y podría poner en peligro el logro oportuno de la meta política energética de la UE.

³² Fuente: Reporte de JRC 2012

http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses/files/documents/smart_grid_projects_in_europe_lessons_learned_and_current_developments.pdf

³³ Fuente: Reporte JRC 2013 http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/documents/ld-na-25815-en-n_final_online_version_april_15_smart_grid_projects_in_europe_-_lessons_learned_and_current_developments_-2012_update.pdf

- **Cooperación Multidisciplinaria**
 - Debido al aumento en la complejidad, este tipo de proyectos necesitan la cooperación multidisciplinaria para compartir oportunidades y reducir riesgos;
 - Como resultado, ha habido un buen número de acuerdos de cooperación entre las empresas del servicio público, inversionistas privados, universidades e instituciones de investigación, los fabricantes y empresas de tecnología de la información y de compañías de telecomunicaciones;
 - Se han probado configuraciones de empresas de servicios múltiples (que combinan agua, gas y electricidad), pero aún existe incertidumbre sobre los beneficios adicionales en comparación con el costo.

- **Interconexión del Sistema**
 - Los beneficios son de carácter sistémico y provienen de la combinación de los cambios tecnológicos, normativos, económicos y de comportamiento;
 - Se ha realizado una importante inversión en los proyectos que se ocupan de la interconexión de diferentes tecnologías y aplicaciones de redes eléctricas inteligentes;
 - Se tiene conocimiento de la mayoría de las tecnologías, pero el reto es la interconexión de éstas.

- **El Papel de la Regulación**
 - La regulación actual ofrece incentivos para mejorar la eficiencia de costos mediante la reducción de costos de operación, en lugar de mejorar o hacer más inteligente al sistema, ésta situación debería revisarse para adecuar los incentivos;
 - La regulación debería garantizar una asignación equitativa de los costos y beneficios obtenidos de la puesta en marcha de plataformas de mercado basadas en servicios; la regulación actual establece que el propietario de la red debe de aportar la mayor parte de la inversión inicial, mientras que otras partes podrían obtener beneficios cuando estas plataformas de mercado sean operativas.

- **Participación e Información al Consumidor**
 - La mayoría de los proyectos resaltan la inclusión de los consumidores desde un inicio para darles la oportunidad de elegir su nivel de participación y garantizar la privacidad de información y protección de datos.
 - Si bien la mayoría de los proyectos se centran en la participación de los consumidores (estudios piloto con menos de 2000 consumidores, algunos son voluntarios y no representativos de la población actual) todavía hay una cantidad significativa de oposición por parte de los consumidores;
 - Si bien las principales razones que motivan a los consumidores son la reducción de la tarifa en su factura por el servicio eléctrico y el medio ambiente; a continuación se presentan algunas otras razones que no son típicas, pero importantes:
 - Ahorro de energía;
 - Reducción de cortes de energía;
 - Información de facturación más frecuente y transparente;
 - Participación en el mercado de la electricidad a través de agregadores;
 - Mejores opciones para la compra de vehículos eléctricos, bombas de calor y electrodomésticos inteligentes.

- **Contribución a los Objetivos de Política Energética**
 - Estos proyectos contribuyen de manera importante a los objetivos de la política energética de la UE;

- Estos proyectos reducen las emisiones de CO₂ y permiten la integración de proyectos de energía renovable a gran escala y aumentan la eficiencia energética;
- Los consumidores pueden producir energía; optimizando así la competitividad del sistema;
- Contribuyen a la seguridad y calidad del suministro;
- El intercambio de información y difusión entre los proyectos y las regiones son fundamentales para seguir creciendo y progresando.

- **Obstáculos**

- Los obstáculos más importantes para la implementación de estos proyectos se derivan de la falta de un marco de política, de regulación o, más que de la falta de un marco técnico;
- Existe todavía incertidumbre sobre el papel y las responsabilidades de los participantes.

- **Privacidad y Seguridad (para mayor información vea la sección 2.8)**

- La atención a la interoperabilidad, privacidad y seguridad de datos es un requisito prioritario.
- Evolución en la estandarización.

Medición Inteligente en la Unión Europea³⁴

El sector privado ha sido muy activo en la búsqueda de inversión para la REI en la Unión Europea. Estas organizaciones están invirtiendo en esta tecnología en diferentes niveles de su cadena de valor y están obteniendo grandes beneficios, tales como, la reducción de sus costos de operación y están mejor preparados para servir a sus clientes.

Otros beneficios incluyen:

- Reducción de pérdidas no técnicas
- Introducción de lectura remota, activación y desactivación del servicio
- Conexión y facturación simplificada
- Reducción del robo de energía
- Mejora en la gestión de pagadores morosos
- Detección más rápida de cortes de energía

Ejemplos de inversiones en la REI en Europa;

- **Proyecto Telegestore de Enel;** Este Proyecto ha ganado aproximadamente €500 millones anuales en ahorros, con un plazo de amortización de 5 años, y una tasa interna de retorno del 16%;
- **Proyecto de Medición Inteligente Storstad;** El período para la liquidación se redujo de 13 a 2 meses después del mes de entrega;
- **Telegestore;** Contribución a una disminución en el índice SAIDI (System Average Interruption Duration Index) de 128 min a 49 min, y la consiguiente disminución del costo por cliente de € 80 a € 48 desde el 2001 al 2009;
- Con el **Proyecto Telegestore de Enel** se administraron 3,027,000 de pagadores morosos en el 2008;
- **Proyecto AMR;** El plazo de ejecución para el registro de las lecturas de medidor es por parte de los suministradores se redujo de 30 a 5 días;
- **Proyecto de Medición Inteligente Storstad;** Durante un período de dos años, el número de llamadas, relacionadas con mediciones y facturación se redujo un 56%.

³⁴ Fuente: Reporte de JRC 2012

http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses/files/documents/smart_grid_projects_in_europe_lessons_learned_and_current_developments.pdf

- No se han alcanzado todavía los beneficios de la tarifa dinámica a los consumidores, pero se puede esperar que éstos se alcancen en el futuro próximo.

3.1.7.1.1 Marco Regulatorio de la Unión Europea; lecciones Aprendidas

En año 2011, el Consejo de Reguladores Europeos de Energía (CEER) publicó los resultados de un estudio realizado para entender el marco regulatorio y los posibles problemas en el desarrollo de proyectos de la REI. Este informe se centra en la recopilación y análisis de información sobre los enfoques de regulación, demostración y el despliegue de la REI. CEER³⁵ desarrolló una encuesta interna para identificar los retos para los diferentes grupos de interés de las REIs. Las siguientes son las categorías que podrían presentar retos u obstáculos para la implementación de la tecnología de la REI.

I. Condiciones de impuestos, incentivos financieros y otros incentivos³⁶

Hay tres retos potenciales relacionados con los incentivos:

1. Estimular a los operadores de redes a elegir soluciones de inversión que ofrezcan la opción más rentable para todos los usuarios de la red;
2. Estimular a los operadores de redes a elegir soluciones innovadoras (de mayor riesgo);
3. Fomentar el uso eficiente de la electricidad y/o generación de electricidad con fuentes renovables.

La tecnología de la REI debe proporcionar, por un lado, un caso práctico de negocio para las empresas que realizan la inversión y por el otro lado para apoyar a los suministradores de energía y, por otro lado, una solución económicamente viable para la comunidad.

II. La participación y el papel de los diferentes grupos de interés³⁷

A continuación, se presentan cuatro (4) problemas:

1. Las funciones y responsabilidades de los inversionistas que no fomentan o impiden la introducción de nuevos servicios o mercados;
2. Mayor participación de los actores en el desarrollo de la REI.
3. Una mayor participación en la innovación de los institutos de investigación y desarrollo; y
4. La falta de participación de los proveedores minoristas y empresas de servicios energéticos.

III. Condiciones generales y marco regulatorio (por ejemplo, la estandarización, elementos de regulación, mecanismos de implementación)³⁸

Se identificaron once cuestiones relevantes relacionadas con los mecanismos de estandarización, regulación e implementación:

1. Normatividad existente o la falta de ésta con relación a la tecnología de la REI;

³⁵ Informe CEER con el objetivo de reunir y analizar información sobre los enfoques de reglamentación, a la demostración y el despliegue de redes inteligentes.

³⁶ Fuente: http://www.energy-regulators.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/CEER_PAPERS/Electricity/2011/C11-EQS-45-04_SmartGridsApproach_6%20July%202011.pdf

³⁷ Fuente: http://www.energy-regulators.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/CEER_PAPERS/Electricity/2011/C11-EQS-45-04_SmartGridsApproach_6%20July%202011.pdf

³⁸ ibid

2. Mecanismos de regulación que fomentan a los operadores de redes a perseguir actividades habituales "business as usual";
3. El marco normativo vigente que no permite la interconexión de nuevos servicios en las redes eléctricas;
4. Elementos de regulación que no son tecnológicamente imparciales;
5. Dificultad de los operadores de la red para introducir estructuras más avanzadas en sus tarifas para incentivar el uso más eficiente de la red;
6. La necesidad de mejorar la definición y asignación de funciones y responsabilidades de los actores;
7. Los problemas de seguridad de datos y privacidad;
8. La necesidad de mejorar la definición de los objetivos y políticas a nivel nacional;
9. Implementación ineficaz de la separación de actividades por sector;
10. La falta de una definición de funciones mínimas de soluciones de la REI; y
11. La legislación que limita la innovación.

IV. El “know-how” de los participantes del mercado³⁹

Se identificaron los siguientes cinco (5) puntos:

1. Necesidad de aumentar la capacitación de los operadores de la red para identificar y entender las capacidades y limitaciones de las nuevas tecnologías;
2. Necesidad de mejorar el entendimiento de los operadores de redes en relación con los desafíos que enfrentan, por ejemplo, debido a la introducción de la generación de electricidad con fuentes renovables;
3. Necesidad de optimizar el conocimiento de los proveedores minoristas y empresas de servicios energéticos, en cuanto a las posibilidades y las limitaciones de las nuevas tecnologías;
4. Necesidad de incrementar el conocimiento de los usuarios de la red (consumidores y generadores), tanto de las posibilidades, como limitaciones de las nuevas tecnologías; y
5. La disponibilidad de mano de obra calificada (especialmente en términos de conocimiento de soluciones innovadoras).

Revisión de la problemática:

Las dificultades que más preocupan a todos los países son:

- Lidar con incentivos para mejorar la rentabilidad;
- La necesidad de mejorar la definición de los objetivos y las políticas nacionales y el importante papel que esta desempeña;
- Cómo alentar a los operadores a escoger las soluciones más innovadoras;
- La insuficiencia de estándares en la tecnología de la REI.

³⁹ ibid

Otras Recomendaciones presentadas por la Comisión Europea

Recomendación 5 - para fomentar el despliegue de soluciones de redes inteligentes, donde son una alternativa rentable para las redes existentes, y como un primer paso en esta dirección, se deben de encontrar maneras de incentivar a las empresas para buscar soluciones innovadoras que se consideren convenientes desde el punto de vista social.

Recomendación 6 - para evaluar la asignación de los costos y beneficios de posibles proyectos de demostración para cada participante de la red y para tomar decisiones o asesorar a los tomadores de decisiones para que se considere una evaluación costo-beneficio en el aspecto social, teniendo en cuenta los costos y beneficios para cada uno de los actores y para la sociedad en general.

Recomendación 7 - para garantizar la difusión de los resultados y lecciones aprendidas de los proyectos de demostración en caso de que sean (co) financiados por las tarifas de las redes adicionales o de fondos públicos de todos los actores, incluidos los operadores de redes, los participantes del mercado, etc.

3.1.7.2 LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA (EE.UU.)

En julio del 2011, la Oficina de Confiabilidad y suministro Eléctrico del DOE co-patrocinó, junto con las empresas eléctricas del noreste, una serie de talleres con la intención de involucrar a todos los principales interesados en la REI. En una serie de diálogos, este grupo destacó los principales motivos de preocupación y las principales lecciones aprendidas de la tecnología de REI existente⁴⁰.

- **Mejora de los Sistemas de Gestión de Cortes de Electricidad;** el tiempo de respuesta típica durante los cortes de energía están disminuyendo y las opciones para la gestión de la demanda están creciendo;
 - La nueva tecnología permite sincronizar GIS, SCADA y los medidores, permiten obtener información más detallada y de mayor resolución o granularidad;
 - La tecnología es capaz de apoyar a las compañías eléctricas con los problemas típicos “it’s the utility fault”; los profesionales dedicados a la atención al cliente pueden ser capaces de obtener datos más detallados y explicar de mejor manera a sus clientes las razones por las cuales su facturación resultó elevada.
- **“One size does not fit all”;** algunos mercados están más desarrollados que otros y han crecido gradualmente al construir un modelo de negocio basado en el ahorro de costos. Si bien no toda la tecnología es igual al implementar la REI, los enfoques de la aplicación son muy similares;
- **La participación del cliente** es importante y crucial para el potencial ahorro de energía. Los programas exitosos informan al cliente de los nuevos cambios que se están produciendo y los beneficios que pueden obtener de estos cambios. Algunas de las recomendaciones fueron:

⁴⁰ Fuente:

- Una exitosa campaña llamada "la voz del cliente" atiende las solicitudes de los consumidores y les informa de los cambios que puede generar la REI. Aunque esta campaña se encontró con cierta resistencia y rechazo de los consumidores, las empresas eléctricas encontraron que entre más informados y mejor entendimiento tengan los clientes sobre la tecnología, estos presentan menos resistencia;
 - Las empresas eléctricas deben entender la segmentación del mercado y desarrollar un plan de mercadotecnia atractivo para la población;
 - En un caso, los órganos informativos que desplegaban información en contra de la REI se convirtieron en una oportunidad para la empresa eléctrica al transformar un grupo opositor al desplegar información creíble y confiable. La transparencia es fundamental para ganar la confianza del cliente;
 - La visibilidad de despliegue de redes eléctricas inteligentes en los medios de comunicación está aumentando cada día y es muy importante para informar al cliente al respecto. Las redes sociales son otra forma de interactuar con los consumidores;
 - En la comunicación con el cliente, es importante ser conservador en todas las estimaciones de ahorro. Cuando se trata de "evitar costos" las conversaciones son un poco más complejas; los empleados de las empresas del servicio eléctrico deben estar bien capacitados en este tipo de conversaciones;
 - Algunas empresas eléctricas han desarrollado "equipos SWAT" para hacer frente a temas sensibles y que tienen plazos específicos de tiempo para ser atendidos;
 - "atender la voz de la minoría" fue otra campaña exitosa;
 - También se compartieron en las reuniones, historias de éxito sobre la reducción en la demanda máxima hasta de un 17% y balances cero quejas no atendidas en la atención a los clientes.
- **La evolución del papel de las empresas eléctricas** como integradores de sistemas de tecnológicos. Las empresas eléctricas ya no son solamente proveedoras de electricidad, sino su papel es cada vez más complejo moviéndose hacia nuevos modelos de funcionamiento.
 - Las empresas eléctricas se han involucrado cada vez más con los proveedores de tecnologías de redes eléctricas inteligentes; comprendiendo la estrategia del vendedor y su papel en el ciclo de desarrollo haciendo las integraciones tecnológicas más sencillas;
 - Los empleados de las empresas eléctricas deben estar capacitados en diferentes áreas tan pronto como nuevas tecnologías se introducen en la empresa. Algunas empresas están capacitando a sus empleados específicamente en el control de interrupciones del servicio eléctrico, en la comprensión del funcionamiento de los dispositivos en el hogar entre otros.
 - **La identificación de nuevos parámetros de desempeño:** Los participantes de la REI han identificado nuevos parámetros de desempeño que los conducirán a una valoración más integral y objetiva para medir el éxito durante la implementación de proyectos de REI; estos indicadores son⁴¹:
 - Energía (kWh) y el dinero;
 - Las tasas de quejas y cláusulas de autoexclusión (opt-outs);
 - Niveles de conocimiento (medido a través de grupos/encuestas). Se planteó la cuestión sobre cómo implementar este aspecto en planes de largo plazo, y cómo usarlo para establecer importantes alianzas estratégicas con los principales actores;
 - Número y uso de productos y programas de servicio al cliente ;

⁴¹ Fuente: http://www.smartgrid.gov/sites/default/files/Northeast_Regional_Report.pdf

- La relación entre las llamadas telefónicas para tender solicitudes o quejas del consumidor contra el número de solicitudes atendidas a través de interacciones via WEB; y
- La satisfacción del cliente con respecto a la respuesta ante una interrupción (comparado con puntos de referencia previos)

Invirtiendo en la Economía de los EE.UU.; Paquete de Estímulo:

En el 2012, el DOE, publicó un informe sobre La Ley sobre el Impacto Económico en la *Reinversión y Recuperación (ARRA) en la REI*⁴². El objetivo principal de este estudio fue comprender el flujo de fondos para los proyectos de redes eléctricas inteligentes, las industrias y los vendedores que se beneficiaron de estos fondos, así como entender mejor el impacto económico que ha tenido esta inversión de tecnologías de la REI en la economía de los EE.UU. en su conjunto. Esta inversión tiene un doble propósito;

1. Proporcionar estímulo económico y creación de empleos en los EE.UU.;
2. Seguir apoyando la misión del DOE para modernizar la infraestructura eléctrica para impulsar la prosperidad económica y seguridad de la nación.

Principales Conclusiones

- En marzo del 2012, la inversión total fue de US\$ 3 mil millones, generando por lo menos \$ 6.8 mil millones en la producción económica total;
- El despliegue de la REI impactó positivamente el empleo y los ingresos laborales;
 - Más de 47,000 empleos de tiempo completo fueron resultado de la inversión realizada, de éstos, 12 mil empleos se vieron impactados directamente y 35,000 indirectamente.
- La inversión en las industrias básicas de la REI crearon empleos bien remunerados;
 - Los ejemplos de las industrias beneficiadas incluyen las industrias de diseño de sistemas de cómputo, proveedores de servicios técnicos y científicos, de consultoría, y los fabricantes de componentes eléctricos y dispositivos inalámbricos.
- El multiplicador del PIB para la inversión de la REI es superior a muchas otras formas de inversión que realizó del gobierno. Por cada millón de dólares invertido, el PIB aumentó 2.6 millones de dólares; uno de los más altos efectos multiplicadores en la economía.

⁴² Fuente: <http://www.smartgrid.gov/sites/default/files/doc/files/Smart%20Grid%20Economic%20Impact%20Report.pdf>

3.1.7.3 AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

La encuesta de ESTA Internacional ofreció una selección de 32 posibles factores de cambio para la REI en América Latina y el Caribe (LAC). Los 17 participantes de 9 países⁴³ identificaron los siguientes como los más importantes motivadores para implementar programas de REI en sus respectivas organizaciones:

1. Mejora en la Confiabilidad
2. Mejora en la Calidad de la Energía
3. Mejora en el cobro de facturas y reducción de pérdidas comerciales
4. Mejora en las restauraciones del Sistema Eléctrico
5. Eficiencia Energética

Hasta la fecha, no hay una implementación de REI a gran escala que esté puesta en marcha en LAC. Si bien hay un número selecto de programas de demostración y programas piloto en curso, la mayoría de las empresas eléctricas se encuentran actualmente en las fases iniciales de la REI y en la revisión de sus programas. La encuesta de ESTA Internacional mostró que mientras que el 25% de los participantes tienen programas de demostración y programas piloto de redes eléctricas inteligentes en marcha, casi el 50% se encuentran en las primeras etapas de revisión de sus programas. El 25% restante se encuentran en otras etapas (plan de inicio, desarrollo de la estrategia, y desarrollo del plan de implementación). La mayoría de las empresas eléctricas en LAC prevén que la implementación de la REI a gran escala suceda después del año 2020.

Los más grandes obstáculos que se reportan de la REI en LAC son la falta de incentivos regulatorios para realizar inversiones, la falta o la insuficiencia de políticas en la materia, y la complicada justificación de costo-beneficio de la REI en diversos países.

Si bien los componentes tecnológicos utilizados para la REI varían, la mayoría de los programas de redes eléctricas inteligentes en LAC incluyen una Infraestructura de Medición Avanzada (AMI), los medidores inteligentes, mejoras de la red de comunicaciones, mejoras en subestaciones, y herramientas para la Gestión Avanzada de Distribución.

Los desafíos esperados de la implementación de redes eléctricas inteligentes en LAC incluyen la preocupación por la gestión de datos y análisis de información, la interconexión con otros sistemas, y la velocidad de desarrollo y adaptación de estándares.

Dentro de los programas e iniciativas globales de las empresas eléctricas en LAC, las redes eléctricas inteligentes tienen una prioridad media o alta. La importancia de una iniciativa se puede medir por los recursos destinados a ella y con el enfoque aplicado. Varias empresas eléctricas tienen un Director/Gerente dedicado a la REI y muchos son dirigidos directamente desde la oficina del CEO / COO / Presidente. Otros líderes de este tipo de programas son el Grupo de Protección de Ingresos y el Departamento de Ingeniería y Planificación.

La mayoría de los programas son auto-financiados, mientras que otros son gastos compartidos con el apoyo gubernamental. A modo de ejemplo, en Brasil, la Ley Federal N ° 9.991 aprobada en 2000 y posteriormente revisada en 2004, obliga a que el 1% de los ingresos netos de las empresas eléctricas se utilice para investigación y desarrollo.

⁴³ Participantes de LAC: México, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Argentina, Jamaica, Barbados, Trinidad & Tobago

Para Empresas de Distribución, el 50% de esta cantidad es para los programas de eficiencia energética, 20% para los programas de I&D de la empresa eléctrica con la aprobación de la Agencia Regulatoria de Energía Eléctrica de Brasil (ANEEL), y el restante 30% contribuye a los programas gubernamentales de I&D. En contraste, para las empresas de transmisión y generación, el 40% de este fondo es para I&D directamente para la empresa eléctrica y el 60% restante se destina para los programas gubernamentales de I&D. El Centro de Pesquisas de Energía Eléctrica (CEPEL) fue creado a través de dichos fondos. Los programas de I&D directamente relacionados se están convirtiendo en una fuente de financiamiento para la innovación de la REI en Brasil.

El Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo también han financiado proyectos de medición inteligente en la región. El papel del gobierno varía dentro de los países de LAC. Mientras que en unos pocos países es el gobierno el principal impulsor de los programas de REI, y el que proporcionan subvenciones, en el resto de ellos aún no se ha elaborado ninguna directiva todavía al respecto. La mayoría de las actividades de redes eléctricas inteligentes han sido impulsadas por las empresas eléctricas.

La mayoría de las empresas eléctricas aprenden de lo realizado por organizaciones internacionales, como el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), así como lo realizado en instituciones locales.

3.1.7.4 ASIA Y OCEANÍA

Las empresas eléctricas en Asia y Oceanía sirven casi a la mitad de la población mundial. El consumo bruto de la región es de casi 6,000 millones de MWh al año - casi 1.5 veces mayor que la de los Estados Unidos. China lidera el consumo de la región con 2,834 millones de MWh de consumo anual, seguido por Japón (1,007 millones de MWh), India (568 millones de MWh), Corea del Sur (386 millones de MWh), y Australia (221 millones de MWh). Estos cinco países representan casi el 80% del consumo bruto en la región.

Los sectores energéticos en la región han experimentado varios niveles de desregulación y liberalización. Algunos países han desregulado o liberalizado totalmente sus sectores permitiendo la participación de varios actores en el sector de generación, de mercado y de comercialización (por ejemplo, Nueva Zelanda y Nueva Gales del Sur y Australia Occidental). Otros sectores son propiedad entera del gobierno bajo un control central (como el caso de China). Sin embargo, muchos países continúan funcionando con empresas eléctricas verticalmente integradas (como Japón), mientras que otras tienen una mezcla de entidades gubernamentales y entidades del sector privado.

Investigaciones bibliográficas y los resultados de la encuesta de ESTA Internacional muestran que la REI es un elemento importante en las estrategias de los sistemas energéticos en la región y muchas empresas eléctricas y gobiernos han defendido activamente los programas de Red Inteligente. Las entidades gubernamentales en China, India, Japón, Corea del Sur, Singapur, Australia, y Nueva Zelanda han tomado un papel activo en la promoción del desarrollo de la REI en sus respectivos países. La industria, sobre todo en Japón y Corea del Sur, tiene también un papel importante en la REI. En otros países, los proveedores de servicios eléctricos están dirigiendo las iniciativas de la REI.

La encuesta de ESTA Internacional ofreció una selección de 32 posibles motivadores para la REI. Más del 50% de 20 participantes de 12 países identificaron los siguientes motivadores como los más importantes para desarrollar programas de la REI en sus respectivas organizaciones:

1. Mejora de la Confiabilidad

2. Mejora en la Restauración del Sistema Eléctrico
3. Optimización del Consumo de Energía
4. Reducción de los Costos de Operación y Mantenimiento
5. Mejora de la Calidad de la Energía
6. Reducción de Pérdidas Técnicas
7. Eficiencia Energética
8. Respuesta a la Demanda y Gestión de la Demanda
9. Nuevos y mejores Servicios al Cliente
10. Interconexión de Recursos de Generación Distribuida
11. Mejora en el cobro de facturas

En el 2010, en la región de Asia y Oceanía, casi un tercio de los participantes estaban implementando proyectos piloto. El 18% estaba considerando programas de REI, mientras que el 22% planeaba iniciar programas de REI. Otros fueron desarrollando su estrategia o ya tenían un plan de acción.

Los cinco principales obstáculos reportados para el desarrollo de la REI fueron: difícil justificación del beneficio económico, falta de incentivos regulatorios, políticas inadecuadas o falta de ellas, madurez de la tecnología, y la escasez de expertos locales capacitados.

La mayoría de los programas de redes eléctricas inteligentes en Asia y Oceanía están enfocados en: Medidores Inteligentes, mejora de la red de comunicaciones, AMI, modernización de las subestaciones, herramientas para la Gestión Avanzada de Distribución, Programas de Respuesta a la Demanda y modernización de las Redes de Distribución.

Muchos de los encuestados expresaron su preocupación por la interconexión con nuevos sistemas y con los sistemas ya existentes, la integración con otras funciones, la disponibilidad de la tecnología, la compatibilidad de los equipos, la gestión y análisis de datos representan desafíos para la implementación de redes eléctricas inteligentes en la región.

Dentro de los programas globales e iniciativas en las empresas eléctricas en Asia y Oceanía, la REI tiene una alta prioridad. La importancia de una iniciativa también se mide por los recursos y el enfoque aplicado. Varias empresas eléctricas tienen personal directivo dedicado a los programas de REI que contribuye en los campos de TI, Ingeniería, Mantenimiento, y estrategia corporativa. Algunos encuestados señalaron la oficina del CEO y la Oficina de la Estrategia Corporativa como los líderes de los esfuerzos en la REI.

El 60% de los programas fueron auto-financiados, mientras que el 35% fueron realizados con co-financiamiento con apoyo gubernamental. Otras fuentes de financiamiento son las agencias internacionales de desarrollo.

El papel de los gobiernos es diferente en los distintos países. Porcentajes iguales de encuestados reportaron por una parte que el gobierno ha tenido un papel activo brindando incentivos para el desarrollo de la REI, y por otra parte reportaron la falta de directivas del gobierno hasta el momento. La mayor parte de las actividades en las redes eléctricas inteligentes han sido impulsadas por las empresas eléctricas.

En cuanto a la elaboración de estándares, la mayoría de los participantes⁴⁴ aplican lo realizado por organizaciones internacionales tales como IEEE y IEC, así como instituciones como NIST e instituciones locales. Se reportó que los gobiernos de la región tienen una participación menor en la elaboración de

⁴⁴ Los participantes no incluyen a Japón y Corea

estándares. Sin embargo, la investigación bibliográfica, revela una participación gubernamental activa en China, Japón y Corea del Sur.

3.1.7.5 MEDIO ORIENTE Y ÁFRICA

El Medio Oriente es el hogar de más de 212 millones de habitantes en 14 países que en conjunto consumen 590 millones de MWh de energía eléctrica al año⁴⁵. Arabia Saudita e Irán lideran el consumo en la región con 165 y 153 millones de MWh cada uno; conjuntamente con los Emiratos Árabes Unidos, Israel, y Kuwait son los cinco principales consumidores de energía en la región.

África es el hogar de 1.033 mil millones de habitantes en 55 países con un consumo bruto de energía eléctrica de 515 millones de MWh. Sudáfrica es el líder en el consumo en la región con 215 millones de MWh de consumo anual, más del doble del consumo de Egipto con 104 millones de MWh. Argelia, Libia, Marruecos, y Nigeria cada uno con entre 20-28 millones de MWh son los otros grandes consumidores en la región⁴⁶.

La encuesta de ESTA Internacional ofreció una selección de 32 posibles motivadores para la REI en el Medio Oriente y África. Los encuestados identificaron los siguientes como los principales motivadores de los programas de redes eléctricas inteligentes en las respectivas organizaciones:

1. Mejora del Consumo de Energía
2. Reducción de los Costos de Operación y Mantenimiento
3. Reducción de Pérdidas
4. Nuevos y mejores Servicios al Consumidor
5. Mejora en el cobro de facturas.

La mayoría de los países participantes están revisando los programas de redes eléctricas inteligentes o están trabajando en estudios relacionados. El programa más avanzado de la región es el programa de la Ciudad de Masdar en fase de ejecución en los Emiratos Árabes Unidos.

Entre los mayores obstáculos en el desarrollo de REI están los altos costos, la difícil justificación costo-beneficio, y la falta de incentivos regulatorios para las inversiones en REI. Asimismo, se reportan la información y educación para el consumidor, medidores inteligentes, programas de eficiencia energética, y la modernización de subestaciones como los componentes principales de los programas de REI en el Medio Oriente y África. Los retos esperados en la implementación de REI son la aceptación y educación del cliente, la integración de sistemas, así como la capacitación del personal. Los programas de REI tienen prioridad media dentro de los programas e iniciativas globales de las empresas eléctricas en la región. Hasta el momento, todos los programas son auto-financiados y los gobiernos no han desempeñado un papel significativo en los proyectos REI en esta región, a excepción de Sudáfrica. La mayoría de las empresas eléctricas en esta región consultan a las organizaciones internacionales como IEEE e IEC, así como NIST y entidades europeas para su estandarización.

⁴⁵ Fuente: <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=2&pid=2&aid=2>

⁴⁶ ibid

3.1.8 PROGRAMAS DE PRIVACIDAD INTERNACIONALES PARA LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE

Esta sección trata los temas de la Privacidad y Seguridad de la información en la implementación de la tecnología de redes eléctricas inteligentes. Así mismo, también se presentan varios estudios de casos internacionales y sus recomendaciones en cuanto a la elaboración de políticas.

El despliegue de redes eléctricas inteligentes trae muchas ventajas a los clientes, sin embargo, estas ventajas a menudo sólo se puede concretar a través de la recopilación de datos e información relevante relacionada con el consumo de energía. Esta recopilación y acceso de información de los clientes vienen acompañados con las preocupaciones acerca de la privacidad. La información sobre el consumo de energía de los clientes es muy valiosa, ya que es parte fundamental para lograr la mayor participación del cliente, lograr metas de eficiencia energética, implementar programas de respuesta a la demanda, alcanzar una mejor administración de interrupciones y optimizar el funcionamiento de la red. Como tal, los datos del consumo de energía del cliente son vitales para la realización de los beneficios de las inversiones de la REI y estimular el desarrollo del mercado. Sin embargo, el mal uso potencial de la información y las preocupaciones legítimas de los clientes en cuanto a su privacidad hacen crítica la protección adecuada de la información del cliente.

Los proyectos de redes eléctricas inteligentes y los medidores inteligentes se han enfrentado a una considerable resistencia por parte de un pequeño pero activo grupo de ciudadanos desde Alemania hasta Texas. En Europa, la cual tendrá un estimado de 206 millones de medidores inteligentes para el 2020, las preocupaciones varían según el país, pero tienden a enfocarse más en la privacidad, mientras que en los EE.UU., la preocupación y la confusión esta alrededor de los altos cargos en las facturas y los problemas de salud⁴⁷.

Se consideran cuatro dimensiones de privacidad:⁴⁸

1. Información personal— cualquier información relativa a un individuo, cuya identidad pueda determinarse, directa o indirectamente, por la información obtenida y, en particular, con referencia a un número de identificación o a uno o más factores específicos de su identidad física, fisiológica, psicológica, económica, cultural, de localización o social.
2. Privacidad personal— el derecho a controlar la integridad de su propio cuerpo.
3. Privacidad del comportamiento—el derecho de las personas a tomar sus propias decisiones acerca de lo que hacen y evitar que ciertos comportamientos personales se compartan con los demás; y
4. Privacidad en las comunicaciones personales—el derecho a comunicarse sin excesiva vigilancia, supervisión, o censura.

La mayoría de los programas de REI dirigen su atención directamente a la primera dimensión, porque la privacidad de la información personal es lo que se contempla en la mayoría de las leyes y regulaciones consideran. Sin embargo, las otras tres dimensiones también son importantes y por lo tanto deben de considerarse.

Al considerar la forma en que el marco legal actual considera los problemas de privacidad en la REI, es importante tomar en cuenta que pueden existir otras leyes que no son específicas a la REI pero que pudieran aplicarse. Sin embargo, las tecnologías innovadoras de la REI plantean nuevos problemas para la protección de la privacidad de los consumidores que deberán tratarse a través del marco legal o por otros medios.

⁴⁷ Tweed, Smart Grid Concerns: A European View, Aug 26, 2011, www.greentechmedia.com/articles/read/smart-grid-concerns-a-european-view

⁴⁸ NIST, Guía para Seguridad Cibernética en la Red Eléctrica Inteligente – Vol. 2, Privacidad y la Red Eléctrica Inteligente, Agosto 2010

Las recomendaciones generales a las instituciones que trabajan en redes eléctricas inteligentes incluyen:⁴⁹

- Llevar a cabo los procesos y actividades previas a la instalación para el uso de tecnologías de redes eléctricas inteligentes con la máxima transparencia
- Realizar una evaluación inicial de impacto sobre la privacidad antes de tomar la decisión de implementar y / o participar en la REI
- Proporcionar capacitación regularmente sobre privacidad y comunicación para todos los trabajadores que tienen acceso a información personal dentro de la REI
- Desarrollar casos de uso de privacidad que rastrear los flujos de información personal para tratar de mitigar los riesgos de privacidad que existen en los procesos de negociación dentro de la REI
- Educar a los consumidores acerca de los riesgos de privacidad dentro de la REI y lo que pueden hacer para mitigarlos
- Compartir información con otros participantes del mercado de REI en materia de soluciones a riesgos comunes relacionados con la privacidad
- Además, los fabricantes y proveedores de medidores inteligentes, electrodomésticos inteligentes, y otros tipos de dispositivos inteligentes, deben diseñar estos dispositivos para recopilar solo la información necesaria para los propósitos del funcionamiento del dispositivo inteligente.

Varios estudios de casos sobre cómo los países⁵⁰ tratan el tema de la privacidad en la REI se revisan con un breve resumen de los principales puntos en la siguiente Tabla. Los siguientes casos de estudio identifican las instituciones que participan en las redes eléctricas inteligentes en esos países, así como la forma en que éstos han enfrentado los problemas de privacidad antes mencionados.

País	Control de Información del Consumidor	Norma de inclusión	Requerimiento de Aviso a Consumidores	Información con vida útil y eliminación posterior	Modelo de Agregación
Unión Europea	X	X			
USA (Nivel Federal a través de DOE)	X	X			Varia por Estado
USA: Estado de California	X	X	X	Bajo consideración	
Canadá: Provincia de Ontario	X	X			
Inglaterra	X	X		13 meses en medición	Bajo consideración
Australia: Provincia de Victoria	X		X		

⁴⁹Ibid

⁵⁰ Para USA, Canadá, y Australia se presentan una selección de estados y provincias con programas de privacidad.

3.1.8.1 UNIÓN EUROPEA

La Unión Europea cuenta con un grupo de trabajo encabezado por la Comisión Europea con un comité múltiple de representantes de la industria de energía del sector privado y de regulación del gobierno agrupados por grupos de expertos.

El tercer paquete energético de la Unión Europea exige a los países miembros a preparar un calendario para la introducción de los sistemas de medición inteligente. Para la electricidad, de ser posible, al menos el 80% de los consumidores deben estar equipados con medidores inteligentes para el 2020. Sin embargo, cada país tiene que adoptar su propio marco regulatorio de REI. En el caso de los Países Bajos (Holanda), el mandato fue detenido inicialmente en el Parlamento debido a las preocupaciones sobre la privacidad.

Recomendaciones del Grupo de Trabajo de la Comisión Europea en la REI⁵¹

Como regla base, el Grupo de Trabajo de la Comisión de la UE de REI recomienda utilizar el enfoque de privacidad desde el diseño y asegurar que el control de los datos se encuentre con el consumidor. Esto simplemente significa que los consumidores tienen el derecho de negar el acceso a terceros, y se recomienda que los terceros esperen la aprobación de los consumidores (políticas de consentimiento) en lugar de que los consumidores determinen negarles el acceso (políticas de exclusión).⁵²

Recomendaciones específicas adicionales para la protección de la privacidad:⁵³

1. Las medidas adecuadas se deben implementar para proteger físicamente el contenido y la naturaleza de los datos relacionados con el consumidor, con el fin de proteger a los consumidores
2. La UE debería realizar una Evaluación de Impacto de Privacidad relacionado con el desarrollo de redes eléctricas inteligentes para determinar de manera anticipada, si un desarrollo causa impacto en la privacidad al público
3. Minimizar la cantidad de datos requeridos, sólo a los necesarios
4. Determinar los plazos y calendarios para el almacenamiento de los datos y los diferentes tipos de uso
5. Procedimientos para borrar información
6. El enfoque de la información anónima/anonimato
7. Debe haber transparencia en todos los procesos
8. Uso de certificaciones de privacidad de sistemas por organismos reguladores sobre cualquier participante que tenga acceso a los datos

3.1.8.2 LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Un Grupo de Trabajo encabezado por el DOE y cuenta con un comité donde participan otros departamentos federales. Las recomendaciones del DOE son:⁵⁴

⁵¹ Grupo Experto 3: Funciones y Responsabilidades de los participantes involucrados en la Operación de la Red Eléctrica Inteligente, Abril 2011, http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/smartgrids/doc/expert_group3.pdf

⁵² Fuente: Eurelectric, Regulación para Redes Inteligentes, Feb 2011

⁵³ Fuente: Recomendaciones del Grupo de Trabajo de la Comisión de la UE en la REI, Requerimientos Regulatorios Esenciales y las Recomendaciones para la Administración de Datos, Seguridad de la Información, y Protección al Consumidor, pg. 4.

⁵⁴ Fuente: US DOE, Acceso de Datos y la Privacidad relacionada con las Tecnología de la REI, Oct, 2010

- Las tecnologías de redes eléctricas inteligentes tienen la capacidad de generar información muy detallada del consumo de energía. Debido a su carácter tan detallado, dicha información debe estar de acuerdo a protecciones de la privacidad
- DOE señala que la información a los consumidores sobre los beneficios y el uso de tecnologías de redes eléctricas inteligentes será de gran importancia para el éxito de la REI. El ritmo de despliegue también será importante y no debe superar la capacidad del consumidor para comprender sus beneficios.
- Aunque las empresas eléctricas tengan acceso a los datos de consumo de energía para fines operativos, tanto a los consumidores residenciales y comerciales deberán poder acceder a sus propios datos de consumo de energía y decidir si conceden el acceso a terceros
 - Los comentarios sobre este procedimiento generalmente están a favor con que estas condiciones e incluyen la prohibición de la divulgación de los datos del consumidor a terceras partes si éstas no tienen la autorización del consumidor. Dicha autorización debe especificar:
 - Los fines para los cuales el tercero está autorizado a utilizar los datos
 - Los términos de la autorización
 - Los medios para retirar una autorización
 - Esos mismos comentarios también están de acuerdo en que terceros autorizados deberían estar obligados a proteger la privacidad y seguridad de los datos del consumidor y utilizarla únicamente para los fines especificados en la autorización, definiendo las circunstancias, las condiciones, y los datos que las empresas pueden revelar a terceras partes.

El DOE realizó recientemente un Taller sobre la Privacidad en la REI⁵⁵ con los diferentes actores de la industria eléctrica, para delinear "las mejores prácticas" vigentes e identificar los aspectos clave que deben tratarse, en relación con el acceso de la información del consumidor y la privacidad de los datos, durante el despliegue de la tecnología de redes eléctricas inteligentes en los EE.UU. El siguiente es un resumen de las principales conclusiones:

- El gobierno federal debe facilitar el desarrollo de un marco regulatorio de privacidad de datos del consumidor. El marco regulatorio debe:
 - Proveer directrices no mandatos
 - Desarrollarse a través de un proceso de colaboración entre todos los grupos actores
 - Definir las líneas jurisdiccionales (estatal vs federal)
 - Definir la aprobación por parte del consumidor
- Desarrollar y compilar una biblioteca de información de las actividades en curso a la que todos los actores puedan acceder
- Determinar y promover las mejores prácticas
- Proporcionar educación a los consumidores para ayudarles a entender el valor de la información, el significado de su consentimiento y la razón detrás de los esfuerzos de modernización de las redes
- Recopilar y difundir las lecciones aprendidas
- El gobierno federal debe ser el responsable de convocar y reunir a los actores para discutir puntos clave en torno a la privacidad e intercambio de la información, así como sus posibles soluciones

A continuación se presenta un resumen de las actividades actuales que tienen lugar en los EE.UU. para tratar el acceso y privacidad de la información del consumidor⁵⁶:

⁵⁵ Source: http://www.smartgrid.gov/sites/default/files/doc/files/Privacy%20report%202012_03_19%20Final.pdf

⁵⁶ Ibid

- El establecimiento de un marco para el acceso "de terceros" a la información específica de consumidores de energía
 - Se llegó a un consenso general para brindar capacitación a los consumidores y otorgarles el poder y el derecho de controlar el acceso a terceros.
 - Los estados como California, Texas y Colorado están implementando estas políticas
- El Panel de Interoperabilidad de NIST en la REI
 - El panel de interoperabilidad de redes eléctricas inteligentes es una asociación pública-privada de más de 700 organizaciones que elaboran las recomendaciones para atender los asuntos relacionados con la privacidad, como son el acceso "de terceros" y un conjunto de recomendaciones para "capacitación para los capacitadores" para ayudar a las empresas eléctricas en temas relacionados con la importancia de la privacidad
- La Iniciativa "Green Button"
 - Esta tecnología proporciona a los consumidores un acceso fácil en línea a su información de consumo de energía; este acceso a la información permite a los consumidores manejar de manera más eficientemente su consumo de energía
- Departamento de Comercio
 - Esta entidad está trabajando para garantizar la privacidad de los datos, la seguridad y los derechos de autor, fomentando al mismo tiempo la libre circulación de la información; el Departamento de Comercio ha publicado un *Reporte Comercial de Información, Privacidad e Innovación en la Economía de Internet: Un Marco Político Dinámico*
 - Establecer una "Declaración de Derechos" para los consumidores en línea
 - Desarrollar códigos de conducta obligatorios
- El Foro del Futuro de Privacidad
 - La industria apoyó a grupos de expertos que proporcionan supervisión adicional para garantizar privacidad en los usos secundarios de la información recopilada.
 - Proporciona a los consumidores una vía para tramitar reclamaciones y obtener soluciones, a la vez que proporciona a los reguladores opciones para proteger a los consumidores.
- Red de Acción en Eficiencia Energética (State Energy Efficiency Action Network SEEN)
 - Promueve el uso de información sobre el consumo de energía y retroalimentación para cambiar el comportamiento del consumidor y lograr un mayor ahorro de energía, a través de la capacitación proporcionando herramientas y recursos para los reguladores y los encargados de formular políticas sobre el acceso a los datos y la privacidad, con la participación y el apoyo de programas de eficiencia energética
- Asociación Nacional de la Comisión de Servicios de Regulación (National Association of Regulatory Utility Commission NARUC)
 - Proporciona un foro donde los Reguladores Federales y Estatales pueden discutir las políticas de la REI y Respuesta a la Demanda, así como compartir las mejores prácticas y tecnologías.
- Privacidad desde el Diseño
 - Los defensores de la incorporación de los principios de privacidad en las operaciones de una organización; no sólo confían en el marco regulatorio; sino además en 7 Principios fundamentales tales como: Proactivo- no reactivo, no negociar la privacidad por la Seguridad y el ciclo completo de la protección de datos.

A continuación se identificaron los problemas de privacidad más importantes que deben resolverse para asegurar la confianza y aceptación de los consumidores⁵⁷:

⁵⁷ Ibid

- La necesidad de educar a los consumidores, no sólo acerca de la privacidad, sino también sobre el valor de la información; los consumidores tendrán que entender y sentirse cómodos con su elección.
- Crear protecciones de privacidad sin frenar el mercado y la innovación
- ¿Como “vigilar” a los malos participantes que no protegen la información?
- ¿Cómo es “consentimiento informado”? ¿A quién pertenece la información?
¿Quién le da mantenimiento a los sistemas de acceso de datos? ¿Por cuánto tiempo?
- ¿Cuáles son los puntos de contacto cuando la información se transfiere? ¿Quién tiene la supervisión legal?
- Supervision Federal vs Estatal
- Definir los requisitos básicos de protección de la privacidad
 - ¿Qué significa consentimiento informado? ¿Qué aspecto tiene?

Los EE.UU. también han desarrollado un Código de Conducta Voluntario (Voluntary Code of Conduct VCC) para la industria, a través del Grupo de Trabajo de la REI (Smart Grid Task Force SGTFF). El VCC servirá como guía para tratar las cuestiones clave relativas a la privacidad de la información de los consumidores.

Los objetivos del VCC⁵⁸ se presentan a continuación:

- Fomentar la confianza de los consumidores.
- El establecimiento de un conjunto de prácticas comunes en torno a la protección de datos para estimular el mercado de productos y servicios relacionados con la energía.
- Proporcionar un mecanismo voluntario que, de adoptarse por las empresas, sería legalmente obligatorio, a través de la Comisión Federal de Comercio (Federal Trade Commission FTC) dentro de su jurisdicción, pero no infringiría o sustituiría la ley estatal o regulación existente.
- Proporcionar protección a la privacidad de los consumidores con respecto al acceso, uso y distribución de energía eléctrica y al uso de la información relacionada.
- Cómo se trataría y se utilizaría la información actual de los consumidores, con productos y servicios de terceros.

El VCC será una señal muy visible a los consumidores, indicando que el código está utilizando prácticas que protegen la privacidad del cliente. La aprobación del código VCC afectará el cumplimiento de las leyes vigentes de la Comisión Federal de Comercio, como se explica en el siguiente Aviso de la FTC en el VCC:

“Como punto de aclaración, sin tener en cuenta si una empresa adopta el VCC, la FTC (Comisión Federal de Comercio) puede hacer cumplir la ley si tiene jurisdicción sobre la compañía. Sin embargo, la FTC no tomaría en cuenta ninguna representación que la compañía haya hecho, ni nada que la empresa no pudo decir. La aprobación de la VCC podría mostrar que la compañía ha hecho esfuerzos para manejar los datos sensibles y podría ser considerada favorablemente.”

3.1.8.3 EE.UU., ESTADO DE CALIFORNIA

De conformidad con la Ley del Senado 1476, California se convirtió en el primer estado en adoptar las reglas de privacidad de datos de los consumidores. En la base de las reglas de privacidad están los conceptos enunciados en los principios de la Prácticas de Información Equitativa (Fair Information Practice FIP) que fueron adoptadas por el Departamento de Seguridad Nacional (Department of Homeland Security DHS), y son la base para muchas otras reglas de privacidad⁵⁹.

⁵⁸Los Elementos Clave propuestos para VCC se encuentran en:
https://www.smartgrid.gov/sites/default/files/Outline_Key%20Elements%202013_3_01finalv2.pdf

⁵⁹ Reporte Anual de la Red Eléctrica Inteligente para el Gobernador de California

- Estas reglas se aplican a las empresas eléctricas, los contratistas de terceros de las empresas eléctricas, y cualesquiera otros terceros que tengan acceso a los datos del consumidor directamente de la empresa eléctrica (es decir, a través de una red de las empresas eléctricas).
- Las reglas requieren que las empresas eléctricas proporcionen a los consumidores un aviso sobre privacidad, detallando el ¿por qué se colecta y se comparte la información?, ¿cómo es que la empresa eléctrica usará su información? ¿cuánto tiempo se conservarán los datos?, ¿cómo podrá el consumidor reclamar por errores en los datos?, y ¿cómo el consumidor puede autorizar a un tercero para acceder a sus datos?
- Las reglas requieren que tras una falla de seguridad que afecte a más de 1,000 consumidores, la compañía eléctrica deberá notificar a los consumidores dentro de las dos primeras semanas de tal infracción.
- Las reglas requieren que las empresas eléctricas presenten cada año un informe sobre todas las violaciones en la seguridad de la información del cliente; así como informes sobre el número de terceros que acceden a los datos del cliente, y el número de veces que la empresa eléctrica o los terceros no hayan cumplido con las normas de la Comisión de Servicios Públicos de California (CPUC).

Características adicionales de los resultados principales de este proyecto de ley⁶⁰ son los siguientes:

- Divulgación – Las empresas eléctricas que recopilan datos de los medidores no pueden compartir información del consumo de energía de los clientes con terceros sin el consentimiento de éstos. La única excepción es si estos datos son parte de un programa de respuesta a la demanda o de eficiencia energética en el que el cliente participa. En ese caso, las terceras partes deben firmar un contrato donde se comprometen a poner en práctica las medidas de protección de datos.
- Seguridad y Protección de la Información- Las empresas eléctricas y proveedores de servicios deben proveer seguridad "para proteger que no se acceda a la información personal del consumidor sin autorización, o sea destruida, usada, modificada o divulgada". Además, deben "prohibir el uso de la información con fines comerciales que no tenga relación con el propósito principal del contrato sin el consentimiento del cliente".
- Responsabilidad – Las empresas eléctricas que comparten la información con terceros con el consentimiento del cliente "no serán responsables de la seguridad de los datos, o del uso o mal uso", a menos que la empresa eléctrica tenga una relación comercial con las terceras partes. Esto elimina una de las principales preocupaciones de responsabilidad de las empresas eléctricas.
- La utilización continua – Las empresas eléctricas tienen permiso explícito para seguir utilizando la información sobre el consumo de energía del cliente para el análisis, la presentación de informes, y la gestión del programa.

3.1.8.4 CANADÁ, PROVINCIA DE ONTARIO

La Oficina del Comisionado de Información y Privacidad de Ontario (IPC) atiende los problemas relacionados con privacidad en Ontario. El IPC es un órgano independiente cuya función es "defender y promover un gobierno abierto y la protección de la privacidad personal en Ontario" (Información y Comisionado de Privacidad, 2010). Con el fin de asegurar que la privacidad sea parte de las funciones

⁶⁰ [emeter.com](http://www.emeter.com/smart-grid-watch/2010/californias-new-landmark-smart-meter-privacy-law/), California's New Landmark Smart Meter Privacy Law, <http://www.emeter.com/smart-grid-watch/2010/californias-new-landmark-smart-meter-privacy-law/>

principales de la red eléctrica inteligente, IPC intercede para que los servicios públicos locales se adhieran a los Principios de Privacidad por Diseño (Privacy by Design Principles PbD).⁶¹

El objetivo de los PbD es garantizar "la protección de la privacidad a través del uso de tecnologías que fomenten la privacidad – incorporándolas en las especificaciones de diseño de tecnología de la información, las prácticas comerciales, los entornos físicos y de infraestructura - seleccionando la privacidad automáticamente". El objetivo final en Ontario es incorporar los PbD en el diseño y la infraestructura de los sistemas de redes eléctricas inteligentes como un medio de protección de la Información Personal Identificable (PII). El marco normativo de las REIs se presenta a continuación:⁶²

1. Incluir los principios de privacidad en el marco general del proyecto y de forma proactiva integrar los requisitos de privacidad en sus diseños, con el fin de prevenir invasiones a la privacidad;
2. Asegurar que la privacidad tenga un nivel predeterminado - la filosofía de "no se requiere acción"- es una forma de proteger de asegurar la presencia de programas de privacidad;
3. Incluir la privacidad como una función básica en el diseño y la arquitectura de la REI -una característica de diseño esencial;
4. Evitar la necesidad de elegir entre la privacidad y los objetivos legítimos de los proyectos de las REI;
5. Fortalecer la privacidad durante todo el ciclo de recolección de información personal;
6. Ser visibles y transparentes ante los consumidores – formando parte de las prácticas empresariales responsables - para asegurar que los nuevos sistemas de la REI operen de acuerdo con los objetivos establecidos;
7. Diseñar respetando la privacidad del consumidor, como un requisito fundamental.

3.1.8.5 EL REINO UNIDO (INGLATERRA, GALES, ESCOCIA E IRLANDA DEL NORTE)

El uso de la información sobre el consumo de energía de los consumidores es muy sensible y potencialmente incrementa las preocupaciones relacionadas con la privacidad de los individuos. El programa del Reino Unido ha adoptado un enfoque riguroso y sistemático para evaluar y manejar el importante tema de la privacidad de la información. Se tiene la intención de apoyarse en las políticas ya existentes, en particular la Ley de Protección de Datos de 1998 (Data Protection Act 1998), para desarrollar una nueva política de privacidad para los datos de medición inteligente.⁶³

El enfoque del Reino Unido sobre la privacidad se está generando a través de:⁶⁴

- El desarrollo de una Evaluación del Impacto de la Privacidad
- El desarrollo de un marco normativo de privacidad para el programa que proteja los intereses de los consumidores y les ofrezca garantías sobre la privacidad
- Una Carta Legal de Privacidad por parte de los proveedores para dar transparencia a las nuevas disposiciones
- Aplicación del marco normativo, por ejemplo a través de cambios en los permisos o licencias.

⁶¹ Information and Privacy Commissioner, Ontario, Canada, Smart Privacy for the Smart Grid: Embedding Privacy into the Design of Electricity Conservation, Nov 2009.

⁶²Information and Privacy Commissioner, Ontario, Canada, Operationalizing Privacy by Design: The Ontario Smart Grid Case Study, Feb 2011

⁶³United Kingdom, Departamento de Energía y Cambio Climático, GB-despliegue masivo de medidores eléctricos inteligentes para el sector doméstico, pg. 67

⁶⁴United Kingdom, OFGEM, Departamento de Energía y Cambio Climático, DECC, Implementación del Programa de Medidores Eléctricos Inteligentes: Respuesta a la Consulta, Acceso a la Información y la Privacidad, Pg. 1

El Reino Unido planea utilizar el enfoque de los PbDs para elaborar las normas. En relación con la privacidad de la información, propusieron el siguiente principio - que los consumidores puedan elegir cómo y quién utiliza sus datos de consumo, salvo cuando la información es solicitada para dar cumplimiento a los asuntos de regulación.

Propuestas específicas a las normas:⁶⁵

- Desde la perspectiva de la privacidad, los consumidores tienen derecho a esperar que su información personal se mantenga segura y no se use de forma inapropiada.
- En conclusión debe existir un requisito funcional de guardar los datos de consumo en el medidor por 13 meses.
- Para la mayoría de los medidores inteligentes, la información se clasifica como personal sólo cuando se accede a los datos de consumo y se combinan con otra información relativa al consumidor. El programador exploraría la posibilidad de acceder a estos datos sin combinarlos, de manera que no se conviertan en datos personales. ("Anonimización")
- El Documento de Divulgación (Prospectus) propone la introducción de un estatuto de privacidad para tratar los problemas de privacidad asociados con el despliegue de los medidores inteligentes, de acuerdo con las mejores prácticas identificadas por la Oficina del Comisionado de Información (ICO). El Documento propone que se trabaje con los actores para su desarrollo.

3.1.8.6 AUSTRALIA, PROVINCIA DE VICTORIA

Las empresas eléctricas en Australia deben cumplir con la Ley Federal de Privacidad (1988), que incluye los Principios Nacionales de Privacidad. Estos Principios establecen restricciones claras sobre el uso, la divulgación y el almacenamiento de la información personal. El acceso a los datos sobre el consumo de electricidad y otra información está restringido en cumplimiento con la Ley y los Principios, incluyendo los procesos de seguridad y controles de seguridad personal, que son obligatorios. La recopilación, uso y divulgación de los datos de medición por las compañías eléctricas también están sujetos a normas estrictas de confidencialidad establecidas en el marco de licencias de la Comisión de Servicios Esenciales y el Reglamento Nacional de Electricidad⁶⁶.

Una investigación independiente sobre la privacidad relacionada con los medidores inteligentes, realizada por Lockstep Consulting⁶⁷, descubrió que no había divulgación de la información personal no autorizada asociada con la implementación del programa de Medidores Inteligentes. Este reporte reveló lo siguiente:

- Los controles de privacidad son fuertes y los datos de la medición están protegidos adecuadamente.
- La seguridad de los medidores inteligentes está bien diseñada - todos los enlaces inalámbricos están encriptados y no se pueden desactivar; además hay fuertes prácticas de gobierno en seguridad para impedir el acceso a los datos de medición por terceras partes sin el consentimiento del consumidor.
- La industria ha adoptado buenas normas y prácticas de seguridad de la información.
- Teniendo en cuenta los datos adicionales que se generarán tan pronto como estén disponibles las nuevas aplicaciones, el estudio hizo recomendaciones sobre garantizar el cumplimiento del régimen de la privacidad.

⁶⁵Ibid

⁶⁶ Fuente: <http://www.standards.org.au/Documents/120904%20Smart%20Grids%20Standards%20Road%20Map%20Report.pdf>

⁶⁷ Fuente: <http://www.dpi.vic.gov.au/smart-meters/privacy>

Otros mecanismos de seguridad son:

- Los Medidores Inteligentes, y las redes de comunicación que se están desplegando en Victoria, están equipados con características de seguridad para evitar el acceso no autorizado
- Los enlaces inalámbricos entre los medidores, distribuidores y redes área doméstica (HAN) están encriptados y no pueden desactivarse. El enlace inalámbrico encriptado entre el medidor y el distribuidor no utiliza el Internet, por lo que proveen mayor seguridad.
- Las compañías eléctricas también cuentan con prácticas sólidas de mantenimiento para evitar el acceso a la información de los medidores por terceras partes sin el consentimiento del cliente.

Revisión propuesta de las normas nacionales e internacionales relativas a la privacidad de la información del consumidor:

- IEC/TS 62351 (Partes 1 a 7 inclusive)- Gestión de los Sistemas de Energía y el Intercambio de Información Asociada – La Seguridad en la Información y Comunicaciones
- IEC/TS 62351 – 8 (trabajo en curso)
- ISO/IEC 2700- Tecnología de la Información – Técnicas de seguridad – Gestión de Sistemas de Seguridad de la Información – Requerimientos
- ANSI/ISA-99- Seguridad para la Automatización Industrial y Sistemas de Control
- ITU-T (posiblemente a través de ACMA)

3.1.8.7 OBSERVACIONES

Aunque los países se encuentran en diferentes niveles de desarrollo de las normas, cada uno de los países analizados en este documento están de acuerdo en lo siguiente: (i) el consumidor es el propietario de la información, y (ii) que el uso de sus datos debe requerir una aprobación (el consumidor específicamente otorga permiso al acceso de su información) con el fin de utilizar sus datos. Otras tendencias importantes aún no determinadas plenamente, son el tiempo de retención de la información, qué datos constituyen la información personal para una clara identificación, y qué nivel de transparencia tendrá el proceso de gestión de la información.

3.2 LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE EN MÉXICO

CFE, SENER y CRE tienen cada uno visiones de los programas de redes eléctricas inteligentes en México. A continuación se muestra un resumen muy conciso de cada programa. ESTA ha puesto de manifiesto algunas observaciones en el punto 3.2.4

3.2.1 EL PROGRAMA DE CFE

La CFE desarrolló un plan preliminar del Mapa de Ruta de la Red Eléctrica Inteligente⁶⁸ basado en cinco perspectivas clave:

- **Cliente** – Le permite al cliente tener acceso a información de más calidad, en tiempo real y con opciones de tarifas con el fin de administrar su consumo y al mismo tiempo recibir los beneficios de esa administración.
- **Gestión de Recursos** - Optimizar el uso de la infraestructura existente y aumentar la eficiencia en los procesos de operación.
- **Operación de la Red** - Administrar la operación automatizada de la red con la información de los sistemas avanzados de análisis y control dinámico.
- **Sustentabilidad** - Facilitar la interconexión de generación renovable, vehículos eléctricos y esquemas de almacenamiento de energía
- **Tecnologías de Información y Comunicaciones** - Implementar una arquitectura de negocios eficiente para las tecnologías de la información y las comunicaciones, alineada a los procesos de interoperabilidad y seguridad.

El Mapa de Ruta de la CFE tiene tres etapas:

- A corto plazo (hasta el año 2015)
- A mediano plazo (2016-2020)
- A largo plazo (2021-2026)

La CFE identificó las actividades para cada etapa. Con base en su visión y objetivos, también identificó los siguientes cinco proyectos prioritarios:

1. Reducción de pérdidas de energía en el sistema nacional
2. Arquitectura Empresarial para las Tecnologías de la Información y Comunicaciones
3. Fortalecimiento de los sistemas de comunicaciones con el consumidor
4. Sistemas de Gestión de Activos
5. Sistema Institucional de Sistemas de Información Geográfica (GIS)

En el plan de implementación de la Red Eléctrica Inteligente de CFE, se previó el despliegue de medidores electrónicos; sin embargo, solamente una fracción en la fase II (a mediano plazo) se esperaba que fueran AMI con capacidades de medidores eléctricos inteligentes.

Los planes del Mapa de Ruta de REI de CFE se mantuvieron en pausa debido al cambio en la Administración como resultado de las elecciones presidenciales.

⁶⁸CFE presentó los aspectos más destacados del proyecto a SENER, CRE, y ESTA en la reunión de la Red Eléctrica Inteligente en octubre del 2012 en la Ciudad de México.

3.2.2 EL PROGRAMA DE LA SENER

La visión de SENER para la Red Eléctrica Inteligente se basa en Estrategia Nacional de Energía. A continuación se presentan los aspectos más destacados:

- Incrementar la confiabilidad, seguridad, sustentabilidad y la eficiencia de las centrales eléctricas, líneas de transmisión y distribución, estructuración y consolidación de un conjunto de programas, proyectos y acciones que formarán el Mapa de Ruta de la Red Eléctrica Inteligente.
- Operar bajo estándares internacionales de confiabilidad y eficiencia para proporcionar flexibilidad e interconectar los sistemas de generación con energías renovables y sistemas de almacenamiento.
- Promover la transformación de los procesos de negocio, basada en el desarrollo de capital humano, así como en la arquitectura de la infraestructura de la información, de forma confiable e integral para lograr una mayor satisfacción del cliente y permitiéndoles el acceso a las diversas opciones de servicios y tarifas mejorando así la eficiencia en el consumo.
- Transformar la gestión y operación tradicional a través de la capacidad de adquirir datos de los dispositivos de la red eléctrica, para después comunicarlos y ordenarlos para su aplicación operativa en tiempo real.

SENER identifica aún más las áreas de implementación de la REI dentro de la Estrategia Nacional de Energía tales como:

- Operación del Sistema
- Generación
- Transmisión
- Distribución

La Estrategia Nacional de Energía considera que la REI podría impulsar la interconexión de energías renovables y reducir el impacto al medio ambiente.

En el área de Distribución, la visión de la SENER hace hincapié en la necesidad de medidores eléctricos inteligentes como los principales impulsores para la implementación de REI y el mejoramiento de las redes de distribución.

3.2.3 EL PROGRAMA DE LA CRE

A través de este proyecto, la CRE está refinando la visión reguladora de la Red Eléctrica Inteligente en México, con atención especial al mejoramiento de la operación del sistema eléctrico, en vista de la gran cantidad de recursos energéticos renovables previstos para el Sector Eléctrico Mexicano hacia el año 2026.

3.2.4 OBSERVACIONES SOBRE EL PROGRAMA DE LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE EN MÉXICO

Todas las entidades de México tienen el deseo genuino de implementar REI de la manera más eficaz para mejorar la seguridad energética, la confiabilidad, la experiencia de los consumidores, y reducir la huella de carbono.

"El desarrollo de una Red Eléctrica Inteligente (REI) permite incrementar la confiabilidad, seguridad, eficiencia y flexibilidad de la red eléctrica, a la vez que transforma la gestión y operación tradicional a través de la capacidad de adquirir datos de los dispositivos en la red eléctrica, para después comunicarlos y ordenarlos para su aplicación operativa en tiempo real. Posteriormente, es posible analizarlos y convertirlos en información útil para la toma de decisiones, identificación de tendencias, predicción y la planificación estratégica. En el caso de México, la implementación de REI ayudaría a aumentar la confiabilidad, calidad, interconexión de energías renovables y reducir costos mediante la disminución de las pérdidas eléctricas, además de reducir el impacto al medio ambiente."

Fuente: Estrategia Nacional de Energía, SENER

Sin embargo, hay puntos de vista divergentes sobre el uso de medidores inteligentes en México y los beneficios que pudieran proporcionar al Sistema Eléctrico Mexicano. Además de que los costos de los medidores inteligentes son todavía relativamente altos. La solución pudiera enfocarse en instalar un número limitado de medidores inteligentes a un determinado grupo para explorar los beneficios de REI. Sobre este tema, proporcionamos recomendaciones regulatorias en el Capítulo 4.

Como un ejemplo; en la instalación de medidores inteligentes en Brasil, el costo de los medidores y los sistemas de comunicaciones resultó en un costo de casi US\$400 por cliente, sin embargo, el plazo de amortización de 3 años justificó el costo.

Las visiones de la CRE y del CENACE⁶⁹ tienen un enfoque común con respecto a la interconexión de recursos de generación renovables. Dicho enfoque común radica en que la regulación facilitaría la introducción de recursos de generación variable al mismo tiempo que reduciría el impacto en el funcionamiento de la red.

3.3 ENERGÍAS RENOVABLES EN MÉXICO

Las energías renovables son un componente integral en los programas de la REI. Los recursos renovables pueden integrarse dentro de prácticamente cualquier red eléctrica. El principal desafío radica en la cantidad, tipo y lugar donde los recursos renovables se pudieran integrar en la transmisión, distribución y consumo final, al mismo tiempo que juegan un papel muy importante en la implementación del Programa de la REI. La integración de los recursos renovables en el marco de un programa REI requiere de un enfoque cuidadoso y sistemático.

Este informe trata el tema de las energías renovables y las Iniciativas de REI en México por parte de SENER, CFE y CRE, tomando en cuenta también el papel de la SHCP, SE, y otras entidades en el sector energético mexicano. El informe está enriquecido con las publicaciones sobre las políticas, estrategias, y planes destacados en la Política Energética Nacional (National Energy Policy NEP), la Estrategia Nacional de Energía (National Energy Strategy NES), y el Plan Nacional de Desarrollo (National Development Plan PND).⁷⁰

Este informe está tomando en cuenta las directrices con respecto a los recursos renovables establecidos en la Política Energética Nacional de México, así como en la capacidad, disponibilidad, y características de la Red Eléctrica de México. Un programa eficaz de recursos renovables en el marco de un programa de la REI, a menudo requiere la existencia de mercados funcionales mayoristas y minoristas de electricidad. En este informe se reconoce que México no tenía estos mercados antes de la Reforma Energética, pero aún tiene la intención de administrar un programa efectivo de la REI. Las recomendaciones y plan de trabajo se basan en la experiencia adquirida por el equipo de ESTA en California, Texas, Colorado, Nevada y Arizona, así como los numerosos informes sobre las experiencias de la REI alrededor del mundo.

Las recomendaciones priorizadas en el presente informe constituyen colectivamente el marco y el mapa de ruta para la aplicación efectiva de un programa de recursos renovables bajo el marco de un Programa de la REI.

⁶⁹Centro Nacional de Control de la Energía (CENACE).

⁷⁰SHCP- Secretaría de Hacienda y Crédito Público; SFP – Secretaría de la Función Pública; SE – Secretaría de Economía; NDP – Plan Nacional de Desarrollo; NES – Estrategia Nacional Estratégica; NEP – Política Nacional de Energía

3.3.1 OPORTUNIDAD DE INTEGRACIÓN DE RECURSOS RENOVABLES EN LA RED ELÉCTRICA MEXICANA

Las energías renovables se están convirtiendo en un componente clave en la composición de la matriz energética de muchas empresas eléctricas, pequeñas y grandes, en todo el mundo. Los recursos renovables se pueden integrar en prácticamente cualquier red eléctrica. El desafío principal es la cantidad y el tipo de recursos que se pueden integrar en la transmisión, la distribución y los niveles de consumo de la energía por tipo y ubicación de manera rentable. Esto significa aprovechar las oportunidades para reducir las inversiones en la red eléctrica y aumentar la eficiencia total del sistema, sin poner en peligro la confiabilidad y la seguridad de la red eléctrica. La implementación exitosa del programa de integración de recursos renovables requiere un enfoque sistemático y formal en combinación con varias aplicaciones del programa de la REI; esto puede resultar en un aumento de la complejidad y de los riesgos en prácticamente todos los aspectos de la planificación y operación de la red eléctrica.

La discusión sobre la competitividad de la Red Eléctrica Mexicana para la integración de los recursos renovables se ha dividido en tres subsecciones. En primer lugar, se evalúa el desarrollo a gran escala de CFE, que se define en 10 MW⁷¹ o más e interconexiones con líneas de tensión de 69 kV o superiores. En segundo lugar, se describen los recursos renovables a nivel de distribución que son a menudo unos cuantos MWs y están conectados a líneas de tensión entre 2 kV y 34.6 kV. En tercer lugar, se describen los recursos que pueden conectarse a niveles de tensión domésticos que consisten principalmente en plantas de energía solar en los techos de las casas.

3.3.1.1 DESARROLLO A NIVEL TRANSMISIÓN

El Sistema de Transmisión Mexicano está bien desarrollado con líneas de tensión de 400 kV en la red troncal y cuenta con modernas instalaciones de vigilancia y control; además, su personal está bien informado y capacitado. No esperamos obstáculos insuperables al incorporar las fuentes renovables a nivel de transmisión.

La red eléctrica mexicana posee atributos que facilitan el desarrollo de los recursos renovables a nivel de transmisión, incluyendo (más no limitado a) los siguientes:

Programa Existente de Recursos Renovables: México ya tiene un objetivo establecido para su programa de recursos renovables y tiene un número PIEs que generan electricidad con recursos renovables. También, tiene un proceso de interconexión de los recursos eólicos. Esto incluye un proceso de interconexión y un marco legal establecido para el intercambio de la electricidad.

Experiencia con Recursos Renovables: CENACE ha integrado a la operación y despacho recursos de generación eólica desde el año 2000 y tiene experiencia operativa con 1,300 MW de recursos eólicos en la región Sureste de México.

Pronóstico Avanzado de Demanda: CENACE tiene un sistema avanzado de pronóstico de demanda de 3 días en adelante y también de dos horas en adelante para la generación eólica y la demanda total del sistema.

⁷¹ En la industria eléctrica, el límite común mas bajo de energía renovable a escala es de 10 MW

Centro de Control Moderno: México cuenta con un moderno Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) con un Sistema de Gestión de la Energía (EMS) y SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition System) cuyas aplicaciones permiten al CENACE supervisar la operación de su red eléctrica de forma continua desde la Ciudad de México con capacidad de recuperación de fallas. Además, CENACE tiene ocho Áreas de Control con aplicaciones avanzadas monitoreando el Sistema Nacional de Transmisión. Por lo anterior, los impactos operacionales y eléctricos asociados con los recursos renovables se detectan en las primeras etapas y se aplican medidas correctivas pertinentes.

Control Automático de Generación (AGC): El CENACE cuenta con función AGC que ayuda a reducir los impactos de la variabilidad que se asocia con la operación de los recursos renovables. Cabe señalar que muchos países no cuentan con AGC y utilizan el control de carga por frecuencia ocasionando que la variabilidad tenga mayores efectos en el sistema.

Servicios Conexos: El CENACE mantiene los servicios conexos adecuados y monitorea continuamente sus reservas de regulación. La regulación es el servicio conexo clave para el control de la variabilidad y resolver los retos en el despacho de carga que están asociados con los recursos renovables. Por lo tanto, cualquier decremento en las reservas de regulación, debido a la operación de los recursos renovables se detecta en las primeras etapas y se aplican medidas correctivas oportunas.

Recursos Hidráulicos: México tiene una cantidad significativa de recursos hidráulicos. Estos recursos, en general, tienen la capacidad de pasar de un nivel de generación a otro rápidamente. Cuando el agua está disponible, estos recursos pueden ayudar a controlar la variabilidad asociada con los recursos renovables.

Tecnología de Sincrofasores: México tiene una serie de Unidades de Medición Fasorial (PMU) y un Sistema de Medición de Área Amplia (WAM) que ayudan al operador de la red eléctrica a observar, monitorear y registrar los acontecimientos en el sistema de transmisión. Este sistema ha estado en funcionamiento durante más de dos años con un soporte de comunicación de alta velocidad capaz de recolectar datos con fecha y hora a partir de 25 PMUs recopilando datos a una velocidad de 50 milisegundos. Adicionalmente, la CFE ha instalado más de 290 PMUs y relevadores equipados con una tarjeta de PMU. La experiencia adquirida con el uso de PMUs será muy útil para implementar un WAM a gran escala en el CENACE para asegurar la operación segura y estable del Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Además, los retos asociados con la variabilidad se pueden detectar a tiempo y poner medidas correctivas.

Geografía: México tiene una extensa y diversa geografía con múltiples zonas climáticas y está limitado por dos océanos. Dentro de sus recursos renovables en tierra y en la zona costera cuenta con amplio recurso energético primario como el sol y el viento. La vasta geografía de México también ofrece muchas oportunidades de interconexión de los recursos renovables con la red.

Debido a las características de la Red Eléctrica Mexicana, se prevén algunos retos durante la integración de los recursos renovables a gran escala, así como en otras aplicaciones de REI; estos incluyen:

Falta de Precios de Referencia de Energía en un Mercado Mayoristas: Antes de la Reforma Energética, México se encontraba bajo la estructura de comprador único⁷² para negociar con PIEs que utilizan recursos renovables, y no tenía un mercado mayorista competitivo para la

⁷² El esquema de comprador único se aplica exclusivamente a PPA y bajo la nueva 30 MW RE PPA

comercialización de electricidad⁷³. Por lo tanto, no había ninguna referencia formal de precios del mercado que pudieran proporcionarse a los proveedores de energía renovable. Sin embargo, CFE calculó un costo marginal nodal llamado "Costo Total de Corto Plazo" (CTCP). El CTCP es un costo marginal variable que comprende la generación y transmisión. Los costos de transmisión incluyen las pérdidas de energía y congestión debidas a la interconexión de una nueva central de generación. Los cálculos del CTCP se limitan a nodos con tensiones de 69 kV hasta 400 kV. El cálculo CTCP considera el costo de los combustibles (gas natural, combustóleo, carbón o diésel, etc.) incluyendo su transporte, así como los costos de operación y mantenimiento (principalmente el consumo de agua, productos químicos, eliminación de cenizas, lubricantes, etc.).

El CTCP orienta a los proveedores de energía renovable sobre la ubicación de sus centrales de generación. Sin embargo, se recomienda que México desarrolle un "Esquema de Precios Marginales Locales" (Proxy Locational Marginal Price PLMP) que sólo tome en cuenta el costo de la energía, la congestión y pérdidas. El cálculo del PLMP no requiere un mercado mayorista y se puede lograr mediante el desarrollo de un modelo de Sistema Integral de Redes de Transmisión y Distribución en México, junto con los costos anuales representativos de generación de electricidad. Estos cálculos deben incluir todos los nodos de 400 kV hasta 2.4 kV en base horaria por lo menos. Los costos asociados con la operación y mantenimiento, transporte, etc. pueden incluirse en los cálculos PLMP. En relación con la referencia de los precios de la energía, no sólo es fundamental para el desarrollo del programa de recursos renovables, sino también es necesario para casi todas las demás funciones en un programa efectivo REI, incluyendo tarifas basadas en diferentes opciones de precios a los consumidores e invitándolos a participar en actividades de respuesta a la demanda.

Falta de Precios de Referencia para Servicios Conexos: México no cuenta con un mercado mayorista de servicios conexos. Muchas fuentes de energía renovable no proporcionan servicios conexos similares a los de un generador convencional por lo que se debe confiar en el operador de la red para proporcionar estos servicios. La experiencia en los EE.UU. y en otros países muestra que los recursos renovables necesitan de una cantidad significativa de servicios conexos. Por ello se recomienda que México defina y establezca los costos unitarios para varios servicios conexos similares a los descritos anteriormente en base a sus costos históricos. Estos costos se podrían incluir en el contexto del nuevo mercado mayorista de electricidad como resultado de la Reforma Energética.

Ausencia de Índices de Expansión en la Transmisión: México no cuenta con una estructura de costos para la expansión de la transmisión que reflejen el costo de la expansión en varios puntos dentro de la red eléctrica. Lo que podría dar como resulta diferir inversiones para reforzar la red de transmisión. Una vez que estos índices de expansión son calculados se puede incentivar a proyectos de energía renovable para que se ubiquen en las zonas donde se requiere menor reforzamiento y apoyar a aquellos proyectos que se interconecten en las zonas donde se requiere mayor reforzamiento.

Falta de Definición de Zonas de Energía Renovables Competitivas: México aún no ha definido sus zonas de energía renovables competitivas (Competitive Renewable Energy Zones CREZs). Usando PLMP e índices de expansión de transmisión, se desarrollarían las CREZs para varios tipos de recursos renovables como la eólica y solar. Además, México aprovecharía sus recursos renovables para ayudar a las líneas de transmisión que se encuentran sobrecargadas y utilizar

⁷³ Esto no afecta en absoluto el esquema de autoabastecimiento, que era 15,458.25GWh en 2012

líneas de transmisión que tienen capacidad disponible. Esto reduciría las necesidades totales de inversión en infraestructura de transmisión de México.⁷⁴

Sistema de Transmisión Sobrecargado: Las líneas de transmisión sobrecargadas son un reto para la integración de los recursos renovables. México puede mitigar la sobrecarga en su sistema de transmisión aplicando un programa que identifique sus CREZ para los diversos tipos de recursos renovables.

Poca Experiencia con Tecnología Solar⁷⁵: Las tendencias actuales de la industria indican que la tecnología solar a gran escala jugará un papel importante entre las fuentes de generación renovable. La tecnología solar se presenta en varias formas, incluyendo, fotovoltaica, energía solar concentrada, y energía solar térmica. El impacto de estas tecnologías en la red eléctrica puede variar mucho. CFE no tiene experiencia con la tecnología solar a gran escala. Sin embargo, si tiene experiencia con pequeños sistemas solares conectados directamente en las redes de distribución. La falta de experiencia con la generación de energía solar a gran escala es un reto importante, ya que se espera que la tecnología solar juegue un papel predominante entre todas las otras tecnologías renovables.

Falta de Interconexión con el Sistema Eléctrico de Baja California: La red eléctrica de Baja California no está conectada a la red eléctrica troncal de México, sin embargo, el sistema es supervisado por el CENACE. Debido a la falta de esta interconexión, la capacidad del sistema de Baja California para introducir una gran cantidad de recursos renovables podría estar limitada. El plan de México de conectar Baja California con el resto de la red eléctrica no sólo reduciría los costos operativos, sino también abriría mayores oportunidades de interconexión e integración de los recursos renovables a gran escala.

Resonancia Sub-síncrona: El sistema de transmisión de 400 kV de México utiliza compensación en serie (Series Compensated SC). La generación de energía eólica es de tipo inductiva y junto con las fuentes de potencia reactiva variable como los compensadores estáticos de VARs podrían causar problemas de resonancia subsíncrona si se instalan cerca de las líneas de transmisión que tienen compensación en serie. La resonancia subsíncrona puede dañar las centrales térmicas al crear fuerzas de torsión en el eje de los generadores y hacer que se fracturen. Se necesita un estudio detallado para determinar si la resonancia subsíncrona sería un problema para la red eléctrica en México.

Voltaje y Potencia Reactiva: Muchos recursos renovables son fuentes pasivas de generación que carecen de flujo magnético. Esto indica que no pueden brindar soporte de tensión ni proporcionar potencia reactiva en la misma forma que los generadores rotativos convencionales. La mayoría de los recursos solares y los generadores eólicos operan sin engranajes y se controlan con equipos de electrónica de potencia que carecen de capacidad de sobrecarga (overload capability), así como de la capacidad de brindar soporte de potencia reactiva cuando opera a carga plena. Se recomienda que México realice un estudio para asegurarse de que el soporte de potencia reactiva es un componente clave para el programa de interconexión de recursos renovables.

⁷⁴Las Zonas Competitivas de Energía Renovable se establecieron en diversos lugares para facilitar proactivamente el desarrollo de los recursos renovables. En particular, Texas fue el pionero en este campo en los Estados Unidos, donde la finalización de la primera serie de líneas de transmisión fue en el 2013, incrementando la capacidad de transferencia a un ritmo de 10,000 MW desde el oeste de Texas a varios centros de población.

⁷⁵ La mayoría de la experiencia está en el área de Distribución. La mayoría de la capacidad solar en México se compone de pequeños proyectos de generación. Actualmente CFE/Distribución están administrando alrededor de 1700 contratos representando 10.4 MW de capacidad.

3.3.1.2 DESARROLLO A NIVEL DISTRIBUCIÓN

El Sistema de Distribución en México sigue los estándares internacionales y opera con tensiones primarias y secundarias utilizando equipos de regulación de tensión, tanto a nivel de subestación, así como reguladores de línea cerca de la carga para controlar el control de tensión. A continuación se presenta una lista de los retos que se pudieran presentar con la interconexión de los recursos renovables a nivel distribución:

Flujos de energía inversos: La interconexión de los recursos renovables a nivel distribución podría causar flujos de energía que tradicionalmente se presentan de la subestación hacia la carga se reviertan de forma ocasional, sobre todo en condiciones fuera de la demanda punta. Los equipos de protección del sistema de distribución y los relevadores están diseñados con base a estos flujos. Con la alta penetración de los recursos renovables, los relevadores y protecciones del sistema de distribución podrían necesitar modificaciones para considerar los flujos inversos de energía.

Regulación de la Tensión: El equipo para regular la tensión en las subestaciones también está diseñado para compensar la caída de tensión cuando los flujos son de la subestación hacia la carga. Los flujos inversos de energía podrían hacer que el equipo de regulación de tensión, tales como los cambiadores de tap y los reguladores de línea no funcionen correctamente. Por lo tanto, los ingenieros de distribución deben revisar sus instalaciones de regulación de tensión y poner en práctica las modificaciones necesarias.

Fluctuaciones de Voltaje y Calidad de la Energía: La presencia de recursos renovables cerca de los centros carga pueden causar fluctuaciones de voltaje y problemas de calidad de energía. El rango actual de tensión permitido en México es +/- 10 Volts. Se sugiere que se reexamine este rango para considerar los efectos de la integración de recursos renovables.

Límites en la Integración de Recursos Renovables: Es muy común que las empresas eléctricas limiten la cantidad de recursos renovables que pueden integrarse en sus redes a nivel distribución. Esto se debe al hecho de que los recursos renovables provocan fluctuaciones de voltaje, revierten los flujos a los dispositivos de regulación de tensión de la subestación y pueden ocasionar problemas en el funcionamiento de la red. Las empresas eléctricas de California han limitado la cantidad de recursos renovables en su sistema de distribución por razones que van desde la calidad de la energía hasta condiciones adversas que se presentan en los equipos de protección. Por ejemplo, este límite se fija en 1 MW para sistemas de tensión de 4kV, 2 MW para 12kV y 5 MW para sistemas de tensión de 20kV. Se sugiere que también se desarrolle en México una norma similar basada en las características de su propio sistema de distribución para evitar estos efectos adversos.

3.3.1.3 DESARROLLO DE LOS RECURSOS RENOVABLES – NIVEL USUARIO

A nivel mundial, los consumidores están muy interesados en el desarrollo de la energía solar con paneles instalados en los hogares. Con la rápida caída de precios, se espera que muchos consumidores aprovechen esta tecnología para reducir su consumo de electricidad. Sin embargo, las experiencias en California, así como en varios países europeos, han demostrado que los altos niveles de penetración de los recursos renovables a nivel usuario pueden causar los siguientes inconvenientes:

Alta Tensión: La instalación significativa de recursos renovables en los techos podría resultar en el usuario final, incluso superior al de la subestación. Esto puede causar un aumento en los flujos

de potencia reactiva y aumentar las pérdidas. Se requiere de un estudio para determinar el monto máximo de recursos renovables que se pudieran integrar por el alimentador en los distintos vecindarios.

Fluctuaciones de Voltaje: la penetración significativa de recursos renovables crea fluctuaciones de tensión a nivel del consumidor. Debe revisarse la calidad de la energía del sistema de distribución, que actualmente es de +/- 10 Volts. Debe realizarse un estudio para determinar el monto máximo de recursos renovables que pueden ser integrados por el alimentador sin causar fluctuaciones de voltaje.

3.3.2 RETOS EN LA PLANIFICACIÓN DE LA RED

La planificación de la red eléctrica y la interconexión de los recursos renovables pudieran presentar una serie de desafíos únicos. A menudo, los PIEs no tienen la obligación de construir centrales de generación con recursos renovables y pueden retirar sus planes en cualquier momento. Sin embargo, la obligación de planificar y proporcionar servicios confiables y seguros recae en CFE. Aún así, los recursos renovables sí presentan una serie de oportunidades para CFE. Por ejemplo, la CFE pudiera utilizar los recursos renovables para reducir sus pérdidas técnicas, aplazar la inversión en nuevas instalaciones de transmisión e incluso eliminar la necesidad de la construcción de nuevas infraestructuras de transmisión y distribución. Por lo tanto, a CFE le interesaría guiar a los PIEs para que seleccionen los sitios idóneos para que los proyectos renovables no sólo sean económicamente viables, sino también que puedan tener efectos económicamente positivos para la red eléctrica de CFE. La siguiente es una lista de los principales retos en la interconexión de los recursos renovables que pueden tener un beneficio mutuo:

Creación de Zonas de Energía Renovables Competitivas (Competitive Renewable Energy Zone - CREZ): CFE tiene el conocimiento total de su sistema de transmisión. Los PIEs generalmente no poseen dicha información y, potencialmente, pudieran iniciar proyectos que no son físicamente ni económicamente viables. CFE puede definir las zonas más idóneas para las centrales de generación renovables donde la capacidad de transmisión esté disponible, los requisitos de reforzamiento de la red sean mínimos, la expansión de la transmisión no sea costosa, las pérdidas técnicas se puedan reducir y el sistema local pueda absorber las fluctuaciones de voltaje resultantes. CREZ es una herramienta que da soporte a los PIEs para ubicar sus centrales de generación en las áreas designadas fomentando el desarrollo de proyectos eléctricos económicamente viables. CREZ tiene mucho éxito en Texas. De la misma manera, esta herramienta puede ser muy útil para México tomando en cuenta los siguientes conceptos:

1. Precios Marginales Locales (Proxy Locational Marginal Price PLMP);
2. Índice del Costo de Expansión en Transmisión para identificar las áreas donde la expansión es costosa;
3. Interconexión disponible y capacidad de transmisión;
4. Requerimientos adicionales de capacidad de transmisión en el futuro próximo;
5. Alto costo de los servicios;
6. Las nuevas centrales de generación pueden reducir las pérdidas técnicas, y;
7. No se requiere de recursos adicionales, tales como los servicios conexos para el manejo de las fluctuaciones de energía.

Reducción en la Inversión y Planes de Retiro: Los PIEs pudieran aprovechar los planes de la CFE para la desinversión y el retiro de 11,707 MW de centrales antiguas e ineficientes para ubicar sus plantas eléctricas, ya sea en o cerca de estos sitios o tomar ventaja de las capacidades de

transmisión que estén disponibles. Esta información sirve de guía para los PIEs para iniciar proyectos viables y que tengan un impacto mínimo en la red eléctrica de México.

Temporada Abierta: La CRE se encuentra dirigiendo un proceso de Temporada Abierta para aceptar las solicitudes de interconexión. El propósito de este proceso es el de crear orden y la oportunidad de que CFE realice los estudios de interconexión considerando grupos de generadores en lugar de realizar estudios caso por caso.

Identificación de Proyectos Viables: Uno de los retos para CFE será el identificar los proyectos viables y serios. La experiencia de California ha demostrado que al realizar estudios en fases y al solicitar depósitos importantes en garantía, CFE pudiera eliminar proyectos no viables o no serios. Por ejemplo, para la Fase I, se pueden estudiar la viabilidad de las fases individuales. En la Fase II, se estudiarían un grupo o conjunto de recursos renovables. En la Fase III, quedarían sólo los proyectos viables y serios para la ronda final del estudio. Se solicitaría a los participantes en el proceso de ofertas, un depósito en garantía con una cantidad sustancial. En California, este mecanismo ha demostrado ser muy exitoso.

Financiamiento para la Modernización de la Red: La integración de los recursos renovables pueden desencadenar la necesidad de reforzamiento del sistema de transmisión en puntos distintos al de interconexión. Esto se conoce como reforzamiento de la Red. El problema es la asignación de costos de estos reforzamientos. En California, inicialmente los productores han financiado los costos de reforzamiento de la red, con un periodo de retorno de la inversión de 5 años. Posteriormente, los costos de reforzamiento de la red se cargaron a los consumidores finales como parte de su tarifa. En Texas, los costos reforzamiento de la red se pasaron directamente a los contribuyentes. En México, el regulador debe decidir sobre un mecanismo de financiamiento para cubrir los costos de reforzamiento de la red. Si los costos se pasan a los generadores, se debe desarrollar una metodología para asignar esos costos entre aquellos que crean la necesidad de reforzamiento de la Red.

Estudio de Interconexión Abierto y Estandarizado⁷⁶: El concepto de un estudio de interconexión abierto significa que la empresa proveerá al productor con una lista estándar de los estudios que CFE llevará a cabo. En un inicio, se le dará al productor la oportunidad para ajustar el tamaño del proyecto para que sea económicamente viable. Por ejemplo, un proyecto de 150 MW puede no ser económicamente viable, debido al significativo requerimiento de reforzamiento de la red; mientras que a 125 MW sí pudiera ser viable.

Evaluación del Cumplimiento: Dentro del esquema de Temporada Abierta, México debe asegurarse de que los recursos renovables aprobados previamente no se vean afectados negativamente por la interconexión de las nuevas fuentes renovables en la siguiente ronda de los procesos de Temporada Abierta. Esta fase ya ha sido abordada por la CFE.

Reglas de Interconexión: La mayoría de las empresas eléctricas tienen sus propias normas de construcción y CFE no es la excepción. Para los recursos renovables pueden ser necesarias nuevas normas de construcción. Por ejemplo, un recurso renovable puede ser interconectado vía tap, vía loop o a través de un esquema “breaker-and-half”. Es importante que el productor tenga claro que tipo de interconexión es aceptable para CFE. CFE ya cuenta con Reglas de Interconexión. Se recomienda que éstas se extienda de manera que incluya las tecnologías renovables y se actualice constantemente para hacerlo más útil a los productores que aprovechan

⁷⁶ CFE propondrá una metodología para determinar el costo de este estudio para la aprobación de CRE

recursos renovables. La experiencia en los Estados Unidos ha demostrado que los productores con recursos renovables no pueden desarrollar modelos de costos adecuados para su inversión sin tener bien definidos las Reglas de Interconexión que deben de cumplir. Estas Reglas deben de actualizarse en la medida oportuna para satisfacer las necesidades que pueden variar constantemente.

Equipos de Certificación: Los fabricantes y países tienen diferentes especificaciones y requisitos para los recursos renovables. Se recomienda que en México se desarrolle una lista de los equipos que se consideren necesarios en cuanto a su operación y rendimiento. Por ejemplo, la Comisión de Energía de California (CEC) tiene una lista de equipos inversores aprobados para plantas de energía solar fotovoltaica.

Opciones de Construcción: Las empresas de construcción privadas a menudo pueden construir instalaciones de transmisión y distribución usando la normatividad de CFE que puede resultar más económico que si lo hiciera CFE. Puede que este asunto aún no se haya abordado en México. Se recomienda que CFE certifique una lista de las empresas de construcción que puedan construir centrales, así como instalaciones de interconexión de acuerdo con sus normas.

Reducción de Pérdidas Técnicas: Los recursos renovables tienen diferentes impactos en las pérdidas totales del sistema. Con el fin de fomentar el desarrollo de proyectos en lugares donde se puedan reducir las pérdidas técnicas, es necesario proporcionar los incentivos necesarios. Por ejemplo, los proyectos pueden ser acreditados por su contribución en la reducción de pérdidas o penalizados cuando ocasionan su incremento. Por lo tanto, la CFE pudiera necesitar desarrollar y administrar un programa de "Compensación de Pérdidas". El cálculo propuesto del PLMP puede ser la base para la creación de ese programa de Compensación.

Coordinación de Planificación a Largo Plazo y la Integración de los Recursos Renovables: Las experiencias en la integración de los recursos renovables en Texas, California y en otros lugares han demostrado que la planificación a largo plazo del sistema de transmisión y la integración de los nuevos recursos renovables debería coordinarse estrechamente. Esto conduce al desarrollo de la infraestructura de transmisión a menor costo y con las mejores opciones.

Justificación de Nuevas Inversiones en Transmisión: La construcción de la infraestructura de transmisión tiene tres justificaciones fundamentales: 1) para atender el crecimiento de la demanda, 2) para asegurar la confiabilidad y seguridad en el sistema, y 3) para reducir costos de operación. La justificación económica tradicional para estas tres justificaciones debe tener en cuenta la integración de los recursos renovables. Por ejemplo, ¿la necesidad de construir más capacidad de transmisión en el sistema puede justificarse con asociar esa red a la interconexión de proyectos renovables? ¿Puede la confiabilidad del sistema de transmisión incrementar mediante la ubicación estratégica de centrales de generación renovables? ¿Pueden los recursos renovables conducir a la operación más económica de la red eléctrica? En general, las empresas eléctricas y los reguladores deberían desarrollar no solo las nuevas metodologías y directrices para integrar los nuevos proyectos renovables, sino también deben ayudar a reducir los requerimientos de inversión en el sistema de transmisión y reducir el costo de operación diaria de la empresa. Inclusive, dadas las incertidumbres que se asocian con el desarrollo de nuevos proyectos renovables, el factor económico dentro de los planes de transmisión tiene que considerarse con otra perspectiva.

3.3.3 LOS RETOS EN LA OPERACIÓN DE LA RED

La interconexión de los recursos renovables a gran escala ocasiona diversos retos en la operación en tiempo real en la red eléctrica. Aunque la mayoría de los recursos renovables venden su energía bajo contratos bilaterales, CFE seguiría siendo la empresa que servirá de respaldo para esos nuevos recursos renovables, tanto para proveer energía, como para servicios conexos, de manera que se asegure un funcionamiento adecuado de la red eléctrica. Los retos precisos que los recursos renovables producen en la operación de la red son específicos a cada empresa eléctrica. Sin embargo, los principales retos se pueden clasificar de la siguiente manera:

Pronóstico: El pronóstico de corto plazo de capacidad aportada y energía generada de las centrales eólicas y solares representa un reto importante. Actualmente México ya cuenta con una herramienta de pronóstico especializada para el pronóstico de generación eólica. El pronóstico de un día en adelante para las centrales solares puede representar un problema complejo que podría requerir herramientas y metodologías especializadas. Incluso con las herramientas y metodologías avanzadas un simple movimiento de las nubes podría reducir el resultado de una central solar fotovoltaica en un 20% o más. Esto presenta retos importantes en la planificación de la operación diaria y la operación en tiempo real, debido tanto en la complejidad como en el aumento de incertidumbre.

Centrales No-Despachables: Los tipos más comunes de recursos renovables, tales como la eólica y la solar, no son despachables, y además, son variables. Por lo tanto, el operador de la red tiene que tomar en cuenta estos factores en la operación diaria.

Variabilidad: La variabilidad de la mayoría de los recursos renovables no sólo puede crear problemas en la calidad de energía, sino también aumentar la complejidad de la operación en tiempo real. El operador de la red tiene que asegurarse de que cuenta con los servicios conexos adecuados para manejar la variabilidad. Los servicios conexos incluyen la respuesta de los AGCs, la regulación en ambos sentidos ascendente y descendente “ramp-rates”, reserva rodante, etc.

Seguimiento de la Demanda y Control de Frecuencia: La combinación de no ser centrales despachables, con la variabilidad de los recursos renovables así como el desplazamiento de generación convencional pueden crear retos considerables en el seguimiento de la demanda. El operador de la red puede considerar centrales convencionales en la asignación de unidades debido a su característica de respuesta rápida “ramp-up rate” con el objetivo de hacer un seguimiento adecuado de la demanda manteniendo un valor de frecuencia aceptable.

Exceso de Generación: La generación de energía con recursos renovables, especialmente eólica a menudo no coincide con la demanda. Esto significa que la generación con recursos eólicos puede incrementarse en momentos que la red eléctrica no la necesita. Por lo tanto, puede haber períodos con más generación renovable que demanda y tal vez ésta no sea posible transmitirla al resto del sistema. Por consiguiente, el operador de la red debe implementar planes de restricción para solicitar la reducción en la generación de energía renovable o de otros recursos menos económicos durante condiciones de exceso de generación.

Gestión de Potencia Reactiva: Los tipos más comunes de recursos renovables como la energía solar fotovoltaica, y los aerogeneradores de inducción del tipo sin engranajes son recursos pasivos y no tienen sistemas de excitación similares a los generadores rotativos convencionales. Estos recursos renovables pueden requerir hasta tres niveles de transformación en el nivel de tensión antes del punto de interconexión. Cada etapa de transformación requiere de potencia reactiva. Este problema, se intensifica durante los periodos de máxima generación de energía, ya que

muchos inversores y equipos electrónicos de potencia no pueden producir potencia reactiva durante esos periodos. Como resultado, los recursos renovables a menudo no pueden regular su factor de potencia en un rango aceptable, por ejemplo entre 0.95 en retraso y 0.95 en adelanto, y podrían demandar potencia reactiva de la red ocasionando posibles sobrecargas en el sistema. Por consiguiente, el operador de la red debe tener en cuenta las necesidades de la red eléctrica a nivel local y a nivel sistema con respecto a potencia reactiva en la operación de tiempo real. Esto requerirá el desarrollo de un criterio de soporte de voltaje y una metodología para la gestión de potencia reactiva.

Rendimiento Dinámico: Dado que los recursos convencionales son sustituidos por recursos renovables como centrales de energía solar, esto se traduce en que los equipos rotativos serán remplazados por recursos pasivos y no giratorios. Esto reduce la inercia en la red eléctrica. Además, pueden surgir patrones de flujo inusuales, e incluso, patrones de flujo bi-direccionales. El efecto neto es que al sistema podría costarle más trabajo los procesos de restauración después de la ocurrencia de disturbios siendo más propenso a caídas de tensión y frecuencia así como ser más propenso a las reducciones de carga. Por lo tanto, el operador de la red debe revisar y modificar con frecuencia sus criterios de funcionamiento, en cuando aumente la penetración de recursos renovables.

Incremento de las tasas de salida forzada: Los recursos renovables no tienen los mismos estándares de construcción los recursos convencionales de CFE y generalmente su mantenimiento no está bajo el control de operador de la red. Por lo tanto, el operador de la red debería estar preparado para el incremento de las tasas de salida forzada en el suministro de energía y derrotes asociados los recursos renovables. El operador de la red debe contar con las reservas necesarias para compensar la posible falta de generación de los recursos renovables en la operación diaria del sistema. Como alternativa, podría establecerse una programación de cortes de carga más coordinada para mejorar la operación de las unidades generadoras y minimizar la probabilidad de este tipo de cortes obligatorios.

Mayor Complejidad y Riesgos en la Operación: El impacto real de los aspectos anteriores es que el operador de la red tiene que prepararse para una mayor complejidad y mayores riesgos en la operación diaria. El operador puede enfrentar exitosamente este aumento en la complejidad y riesgos a través de la revisión y ajuste continuo de sus prácticas operacionales. Además, también puede mejorarse el funcionamiento de la operación diaria a través de la cooperación y planificación conjunta con los desarrolladores privados de proyectos renovables.

3.3.4 MANEJO DEL INCREMENTO DE COMPLEJIDAD EN EL SECTOR ELÉCTRICO MEXICANO

Las fuentes más comunes de recursos renovables, en concreto la eólica y solar, producen energía en forma variable. La penetración de las tecnologías de REI a nivel del usuario final crea demandas que también son de naturaleza variable. Por lo tanto, la combinación de generación variable y cargas variables puede crear flujos de potencia en los sistemas de transmisión y distribución que pueden ser altamente variables. Este aumento en la variabilidad de flujos da como resultado que se tengan que considerar aspectos de incertidumbre prácticamente en todos los aspectos de la planificación y operación de la red.

La industria de la energía eléctrica se encuentra actualmente en estado de cambio con respecto a la variabilidad de los recursos de generación. La transición es de un estado donde la planeación y la operación de la red eran de carácter prácticamente determinístico hacia otro estado donde muchos de los aspectos tanto de generación como de operación son estocásticos. Los eventos estocásticos, por su propia naturaleza, son más complejos de analizar que los eventos determinísticos e introducen el elemento de riesgo en la toma de decisiones en la planificación y operación de una red eléctrica.

La industria de la energía eléctrica debe lidiar con la mayor complejidad y los riesgos asociados en la planificación y la operación basándose en lo siguiente:

Capacitación en las Nuevas Tecnologías: El personal actual de la industria eléctrica debería recibir capacitación adicional para hacerle frente a la creciente complejidad en la toma de decisiones que se espera como resultado de la integración de los nuevos recursos renovables.

Contratación de Nuevo Personal: CENACE también podría considerar la contratación de nuevo personal experto en modelos de optimización, así como en análisis econométricos, estadísticos y estocásticos para complementar las habilidades de su personal actual. Estas habilidades son necesarias para enfrentar los problemas relacionados con la variabilidad, aumento de la complejidad y de los riesgos que están asociados con la integración de los recursos renovables.

Nuevo Grupo de Expertos (“Think Tank”): CENACE puede beneficiarse de la creación de un nuevo departamento o grupo con el personal capacitado en las nuevas tecnologías o con personal de nueva contratación de manera que puedan enfrentar los problemas complejos que pudieran surgir como resultado de la integración de grandes cantidades de recursos renovables. Este grupo de expertos también pudiera crearse mediante el uso de los servicios del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE).

Mayor Dependencia en la Tecnología: Las complicaciones adicionales requieren de la detección, vigilancia, recopilación de datos y análisis de datos en tiempo real. El estado actual de la tecnología lo hace posible. El reto será la implementación concreta de soluciones y sistemas factibles.

Desarrollo de Nuevos Procesos Básicos: La industria eléctrica en México debería desarrollar nuevos procesos básicos que tomen en cuenta los riesgos para apoyar los sistemas de toma de decisiones. Por ejemplo, con los análisis estocásticos, los escenarios de estudio son de más corto plazo que en los estudios determinísticos y se depende de mayor manera de los datos obtenidos de la medición del sistema.

Desarrollar un Manual de Riesgo: Un manual de riesgos no es un concepto nuevo en la industria eléctrica y se utiliza comúnmente en la comercialización de la energía. Un Manual de Riesgos para la planificación y operación de una empresa eléctrica, básicamente describe los tipos de riesgos que los diferentes grupos dentro de una organización están autorizados a tomar para apoyar la planificación y operación. El Manual de riesgos necesita tomar en cuenta el compromiso que CFE tiene para suministrar la demanda, la calidad de servicio y las probabilidades de pérdida de carga.

3.3.5 NECESIDADES TECNOLÓGICAS PARA LA INTEGRACIÓN DE RECURSOS RENOVABLES

La integración de los recursos renovables en la Red Eléctrica Mexicana crea un número considerable de retos para la planificación y la operación en tiempo real. Las tecnologías modernas pueden ayudar a superar algunos de estos retos. Esta sección presenta una lista de tecnologías que pueden ayudar a manejar los retos antes mencionados:

Comunicación Adicional: La interconexión de los recursos renovables en la Red Eléctrica Mexicana requerirá de una fuerte infraestructura de comunicación que utiliza la fibra óptica con esquemas de señalización tipo T1, T2. Estos sistemas de comunicación serán bi-direccionales y se

utilizarán para monitorear el estado y cantidad de energía generada por las centrales renovables segundo a segundo y comunicar instrucciones del Centro de Control, incluyendo también la reducción en la generación de centrales renovables. Del mismo modo, las centrales renovables pueden utilizar estas líneas de comunicación para presentar pronósticos de generación, proporcionar datos meteorológicos, informes sobre salidas de operación, etc. Para las consideraciones de seguridad informática, se recomienda que todas las comunicaciones que usen el internet público se encripten para evitar que sean interceptadas. Se recomienda la instalación de una Puerta de Enlace Remoto Inteligente (Remote Intelligent Gate RIG).

Sistemas de Medición de Generación de Energía: La operación tradicional de un Sistema de Manejo de la Energía (EMS) requiere medir la generación de los recursos renovables segundo a segundo. Los transductores de precisión de alta calidad, transformadores de corriente (TC) y transformadores de potencial (TP) serán necesarios para el cálculo preciso de la generación de energía de cada central. El EMS necesitará infraestructura de comunicación para recolectar datos de la central.

Sistema de Gestión de Interrupciones: Las centrales de generación renovables deben informar al Centro de Control de su disponibilidad y de sus salidas forzadas en tiempo real. Esto requiere un Sistema de Gestión de Interrupciones. Los recursos renovables utilizan este sistema para informar al Centro de Control de las fechas de inicio y final, horarios de mantenimiento, cortes de electricidad, disminución de carga, etc. El Centro de Control utiliza esta información para fines de planificación interna.

Protocolo de Programación y Sistemas: Los recursos renovables necesitan un sistema para someter sus planes de generación diarios al Centro de Control. Esto requiere un sistema para programar las unidades que estarán disponibles hora con hora. Este sistema puede basarse en Internet o desarrollarse en una plataforma interna por CFE. En todo caso, la empresa eléctrica necesita definir el protocolo de este intercambio de información para el desarrollo de Interfaces de Programación de Aplicaciones APIs (Application Programming Interface).

Reportes de Información Meteorológica: A menudo se solicita a los generadores renovables para que proporcionen información meteorológica en tiempo real relacionada con el lugar de su planta de energía. El Centro de Control utiliza esta información meteorológica para notificar los cambios climáticos de última hora y hacer las correcciones necesarias a los calendarios/planes que proporcionaron el día anterior. La transmisión de esta información utiliza el mismo sistema de comunicación que une la central eléctrica al Centro de Control.

Pronóstico de la Producción de Energía: Se requiere que los generadores renovables pronostiquen con un día de anticipación la generación de sus centrales en MW y MWh para fines de planificación. Esto requiere de software y un sistema de recolección de datos comercial o desarrollado internamente. Como alternativa, el CENACE pudiera realizar esta función. En el estado de Texas esto se realiza por norma al tratar con fuentes renovables.

Monitoreo de la variabilidad: Como ya se ha mencionado anteriormente, las fuentes renovables más comunes, como la energía eólica y solar, ocasionan variabilidad. Por lo tanto, hay una necesidad de desarrollar soluciones para gestionar esta característica. La tecnología más prometedora para atender la variabilidad es la tecnología de sincrofasores y PMUs. Los PMUs deben colocarse estratégicamente para monitorear y medir la variabilidad. También debe desarrollarse software y metodologías específicas para supervisar la variabilidad basadas en la ubicación de las centrales y su proximidad con los centros de carga.

Gestión de la Variabilidad: El desafío clave es medir alteraciones que se pueden presentar. Se deben definir parámetros aceptables de variabilidad y la forma en proteger los centros de carga puede. Lo anterior puede realizarse de tres maneras: en primer lugar, a través de la fijación de precios y la asignación de unidades para compensar la variabilidad, ; en segundo lugar, mediante la adaptación de los recursos existentes, tales como gobernadores modernos Digitales Electro Hidráulicos (DEH), Sistemas de Excitación Estática y Reguladores Automáticos de Voltaje Automáticos (Automatic Voltage Regulator AVRs); y en tercer lugar, mediante el empleo de nuevas tecnologías, tales como la batería y sistemas de almacenamiento, volantes de inercia, Sistemas Flexibles de Transmisión de AC (FACTS), etc. El costo de estas mejoras pudiera asignarse parcialmente a los generadores renovables.

Medidores de Calidad para Liquidación de Transacciones: La liquidación financiera real de las transacciones mayoristas de energía deben basarse en Medidores de Calidad. Estos medidores son de alta precisión y se pueden consultar de forma remota por el Centro de Control de forma rutinaria usando la infraestructura de comunicación. Los Medidores de Calidad son a prueba de daño y almacenan grandes cantidades de información con precisión. Además, calculan parámetros tales como el flujo de potencia reactiva y se utilizan para las transacciones de pagos.

Sistema de Liquidación de Transacciones y Códigos para Cargos: la empresa eléctrica necesita cobrar y bonificar cargos a los generadores renovables por las diversas actividades que desarrollan en la operación diaria. Cada actividad debe definirse y se necesita asignar códigos para cada cargo y bonificación. Al final de cada mes, se le necesita entregar a los generadores renovables una factura que muestre claramente los cargos y bonificaciones que se le han asignado. Esto requiere un sistema de liquidación. Por lo general, este tipo de sistemas son generalmente hechos a la medida.

Gestión del Financiamiento y Crédito: Las transacciones y transferencias de fondos requieren de un sistema bancario y de gestión de crédito. Este sistema asegura que las obligaciones financieras se documenten limpiamente en las fechas requeridas y se asegura que la asignación de generación sólo se lleve a cabo cuando el recurso renovable tiene créditos disponibles.

3.4 FODA (FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES, Y AMENAZAS) DEL SECTOR ELÉCTRICO MEXICANO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE

Antes de la Reforma Energética, la autoridad de CRE se centró en el Sector de las Energías Renovables. ESTA se ha enfocado en el análisis FODA del Sector Eléctrico Mexicano relacionado con la energía renovable.

Para entender todos los beneficios de los recursos renovables se requiere de un enfoque cuidadoso y metódico con la supervisión regulatoria adecuada. No existe un modelo general de solución que funcione para todos los casos. Cada país tiene que llevar a cabo su propia evaluación y desarrollar un plan para aprovechar sus fortalezas, explote sus oportunidades y al mismo tiempo trabaje en torno a sus debilidades y minimice en la medida de lo posible las amenazas. El siguiente análisis FODA ofrece nuestra perspectiva y complementa nuestra hoja de ruta, que es un compendio de nuestras recomendaciones sobre cómo desarrollar un programa de energías renovables exitoso.

Las Fortalezas de la Red Eléctrica Mexicana, que facilitan el desarrollo de un programa de recursos renovables exitoso se describieron con anterioridad y se resumen a continuación:

1. Personal calificado y capacitado;
2. Disponibilidad de los costos marginales conocidos como CTCP;
3. Experiencia con 1.300 MW de generación eólica;
4. Sistema Avanzado de Pronóstico de la Demanda a corto plazo;
5. Red Eléctrica robusta con un Sistema de Transmisión Troncal de 400 kV;
6. Generación hidroeléctrica significativa que puede amortiguar los efectos de la variabilidad;
7. Estudio existente sobre el Proceso de Interconexión;
8. Centro Nacional de Control de Energía moderno y con aplicaciones avanzadas;
9. Desarrollo y Tecnología de Sincrofasores para Pruebas de Monitoreo de Precisión;
10. Control Automático de Generación (AGC) para la gestión de la variabilidad de los recursos renovables;
11. Utilización y disponibilidad de servicios conexos, de monitoreo y de reserva;
12. Geografía amplia y diversa aportando extensos recursos naturales para energías renovables; y
13. El acceso a dos océanos, Pacífico y Atlántico, para aplicaciones de centrales de generación renovable en la zona costera (off-shore).

Las Debilidades de la Red Eléctrica Mexicana que pudieran presentar retos e impactar los beneficios del programa de energía renovable también se definieron previamente y se resumen a continuación:

1. Sobrecargas en el Sistema de Transmisión;
2. Precios de referencia inadecuados para la energía y los servicios conexos;
3. Falta de definición de índices para la expansión de Transmisión;
4. Falta de definición de las zonas de energía renovables competitivas (CREZs);
5. Procesos específicos de estandarización y supervisión en desarrollo para la integración y el seguimiento de los proyectos de energía renovable;
6. Falta de tarifas para la interconexión de las energías renovables con reglas⁷⁷claras y con fechas de cumplimiento.

⁷⁷ Reglas relacionadas con la regulación que rodea el proceso de interconexión de los procesos de las energías renovables y la participación en las transacciones al por mayor. Las agencias reguladoras y de supervisión definen generalmente las reglas en un documento llamado Tarifas de Interconexión. El Manual de Interconexión define los requisitos de hardware y de interconexión física de CFE. El manual de interconexión es preparado por CFE sobre la base de sus propias prácticas.

7. Falta de mecanismos para la identificación de proyectos viables y formales;
8. Reglas de Interconexión⁷⁸ todavía en desarrollo por tipo de tecnología renovable;
9. Poca experiencia en la planeación y operación con centrales solares de gran escala;
10. Variaciones en la calidad de energía y la fluctuación del voltaje;
11. Posible resonancia subsíncrona;
12. Falta de sistemas de comunicación que cubran todo el país;
13. Falta de un Sistema de asignación de generación para centrales renovables;
14. Falta de medidores de calidad para la Liquidación de Transacciones
15. Falta de un Sistema de Liquidación de Transacciones para las energías renovables;
16. Falta de un Sistema de Gestión de Financiamiento y Crédito para las energías renovables;
17. Falta de procedimientos de prueba para la integración de los recursos eólicos en el sistema;
18. Falta de programas de coordinación de recursos que incluyan los recursos hidroeléctricos y eólicos;
19. El CENACE no tiene las herramientas⁷⁹ de software necesarias para extraer información de las fuentes de información disponibles para incorporar la incertidumbre en el proceso de toma de decisiones; y
20. La capacitación necesaria y los procesos para abordar las complejidades en la planificación y el aumento del riesgo debido a la integración de las energías renovables.

Un programa de energía renovable bien diseñado e implementado puede proveer un sinnúmero de oportunidades en beneficio de la Red Eléctrica Mexicana. Estas oportunidades se definieron anteriormente y se resumen a continuación:

1. La nueva administración federal puede proporcionar mejoras regulatorias y una nueva visión ;
2. Reducción de gases de efecto invernadero;
3. Aumento del uso de activos;
4. Mejoramiento y eliminación de la conocida congestión en el sistema de transmisión;
5. Aplazamiento o eliminación de nuevas inversiones en infraestructura de transmisión;
6. Reducción de pérdidas técnicas;
7. Posible creación de áreas útiles para micro redes;
8. Fomento a la inversión privada en el sector de generación de México;
9. Retiro anticipado de las centrales antiguas, ineficientes y contaminantes;
10. Mejora de la calidad del aire en zonas pobladas, como la ciudad de México por el suministro de energía renovable para el transporte eléctrico, calefacción, cocina, etc.;
11. Proporcionar energía renovable para el transporte eléctrico o híbrido;
12. Uso de fuentes de energía eólicas y solares en arranques de emergencia, si tienen almacenamiento propio de energía.
13. Creación de Zonas de Energía Renovables Competitivas (CREZs); y
14. Creación de oportunidades para exportar energía renovable hacia los EE.UU. y otros países.

Anteriormente se comentó que un programa de energía renovable sin una regulación y supervisión adecuada puede generar obstáculos serios para la Red Eléctrica Mexicana. A continuación se resumen estos posibles obstáculos:

1. Altos costos de modernización de la red;

⁷⁸ La Tarifa generalmente se modifica en cuanto CRE y los otros organismos de supervisión atiendan las problemáticas que se presenten, lo que tiende a ser de carácter continuo. El Manual de Interconexión se revisa cada que las tecnologías cambian y también cuando CFE experimente problemáticas con las prácticas existentes.

⁷⁹ Estos pueden incluir herramientas de software para la gestión de intermitencia y no despacho de los recursos renovables al calcular los requerimientos de reservas que operan.

2. Posible alza de precios en las tarifas para los usuarios finales;
3. Mayor necesidad de subsidios por parte del gobierno federal;
4. Posible baja en la eficiencia de operación del sistema de transmisión;
5. Posibles cortes de carga por situaciones de caídas de voltaje y disminución en la frecuencia;
6. Surgimiento de nuevas formas de congestión en áreas previamente no congestionadas;
7. Posibles condiciones locales de sobre generación;
8. Mayor necesidad de restringir la generación de energía renovable;
9. Aumento general de los costos de operación;
10. Mayor necesidad de servicios conexos, en especial de regulación;
11. Asignación de generación en esquema “Must-run” con el fin de mantener el seguimiento de la demanda;
12. Problemas de regulación de voltaje en redes de distribución y que requieren una modificación importante de equipos, y
13. Posibles problemas con la calidad de la energía y variaciones de voltaje.

El análisis de FODA se resume en la siguiente Tabla 3-4:

Tabla 3-4: Resumen del Análisis de FODA

Análisis FODA	Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
Características	<p>Area Geográfica Diversa</p> <p>Sistemas de Transmisión y Distribución bien desarrollados</p> <p>Centro de Control moderno</p> <p>Amplios recursos de generación hídricos Muchas posibilidades para ubicación e interconexión</p> <p>Extensos recursos renovables</p> <p>Fuerte Sistema de red troncal de transmisión de 400 kV</p>	<p>Sobrecargas esporádicas o temporales en el Sistema de 400 kV</p>	<p>Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero</p> <p>Aumento del uso de activos</p> <p>Energía para el transporte eléctrico</p> <p>Mejoramiento de la calidad del aire</p> <p>Retiro anticipado de recursos de generación anticuados e ineficientes</p>	
Marco Regulatorio	<p>Marco regulatorio existente</p>	<p>Autoridad distribuida entre los actores</p> <p>Roles y reglas con respecto a las energías renovables todavía en desarrollo</p> <p>No participación en la toma de decisiones</p>		<p>Exceso de inversión en los sistemas de transmisión y distribución</p> <p>Potencial incremento en las tarifas a los usuarios finales</p> <p>Proyectos renovables no viables</p> <p>Posibilidad de conflictos</p>

Análisis FODA	Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
<p>Proceso de interconexión</p> <p>Experiencia</p> <p>Estudios de planificación de Transmisión</p> <p>Fijación de precios por los servicios de transmisión</p>	<p>Proceso de interconexión existente</p> <p>Costos marginales (CTCP)</p> <p>Generación eólica de 1300 MW</p> <p>Infraestructura existente PMU</p> <p>Proceso de interconexión existente</p>	<p>Reglas específicas para las diferentes tecnologías renovables todavía en desarrollo</p> <p>Falta de mecanismos para la identificación de proyectos viables</p> <p>Manejo de problemas complejos en la planeación y operación</p> <p>Manejo de riesgos adicionales</p> <p>Manual de interconexión de renovables</p> <p>Experiencia con generación de energía solar a gran escala</p> <p>Experiencia con almacenamiento de energía</p> <p>Resonancia subsíncrona</p> <p>Interconexión de renovables basados en la tecnología</p> <p>Fijación de precios de la energía por localidad</p> <p>Fijación de precios para los servicios conexos por localidad</p> <p>Costos de expansión de las áreas de transmisión</p> <p>CREZ no definido</p>	<p>Nueva oportunidad para la nueva administración gubernamental para mejorar la visión y regulación</p>	<p>Aumento de conflictos operacionales</p> <p>Aumento de conflictos de planeación</p>

Análisis FODA	Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
<p>Optimización de la planeación y operación</p> <p>Sistemas</p> <p>Proceso de Planeación de transmisión</p>	<p>Pronóstico de carga eólica</p> <p>Centro de Control moderno</p> <p>PMU y WAM</p> <p>Temporadas Abiertas</p> <p>Proceso de planeación existente de largo y corto plazo</p> <p>Plan de retiro de recursos</p>	<p>Pronóstico para las plantas solares</p> <p>Sistema de Liquidación de Transacciones no definido</p> <p>Infraestructura de comunicaciones</p> <p>Asignación de generación de los recursos renovables</p> <p>Medición en las transacciones</p> <p>Financiamiento y manejo de créditos</p> <p>Coordinación con el proceso de interconexión de recursos renovables</p>	<p>Reducción de pérdidas técnicas</p> <p>Aplazamiento de inversiones</p> <p>Eliminación de la inversión</p> <p>Aumento del uso de los activos</p> <p>Eliminación de la congestión</p> <p>Creación de oportunidades de exportación</p> <p>Manejo de la intermitencia</p> <p>Manejo de la complejidad adicional</p> <p>Aumento de los ingresos</p>	<p>Decremento en la eficiencia de operación del sistema de transmisión</p> <p>Pérdida de ingresos</p> <p>Decremento en la eficiencia del sistema de transmisión</p> <p>Cortes de carga por caídas de voltaje y baja frecuencia</p>

Análisis FODA	Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
Operación en tiempo real	antiguos e ineficientes Servicios conexos para regulación AGC Centro de Control moderno PMUs y WAMs	Definición de varios servicios conexos		Nuevas formas de congestión Asignación de recursos en la modalidad “Must-run” Problemas de calidad de la energía Aumento de los costos de operación Más servicios conexos Gestión de la potencia reactiva Regulación de la tensión Aumento de restricciones Exceso de generación Ajuste de carga y control de la frecuencia Nuevas formas de congestionamiento
Nueva tecnología	PMUs y WAMs		Almacenamiento de la energía Solar /Solar Térmica/Concentración	
Personal/organización	Personal capacitado y con experiencia	Especialización en renovables Think Tank para cuestiones complejas		

Análisis FODA	Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
Capacitación		Integración de recursos solares Interconexión de renovables mediante tecnología Análisis estocásticos		Aumento de los riesgos en la planeación y operación

3.5 PLAN DE ACCIÓN RECOMENDADO

Las visitas a las instalaciones, reuniones y discusiones con CRE, SENER, CFE, etc., así como la revisión de los documentos que se suministraron, permitió a ESTA Internacional hacer las siguientes recomendaciones con tres niveles de prioridad que se describen a continuación:

Prioridad I (corto plazo):

Las siguientes recomendaciones tienen máxima prioridad y se sugiere que se implementen a corto plazo:

1. Definir los distintos tipos de servicios conexos requeridos;
2. Definir costos y servicios conexos para los sistemas de transmisión y distribución;
3. Desarrollar Índice de Costos de Expansión de Transmisión para las diferentes áreas;
4. Definir Zonas Competitivas de Energías Renovables CREZs;
5. Elaborar Reglas de Interconexión específicas por tipo de tecnología renovable;
6. Coordinar los procesos de planificación de la transmisión y la integración de las energías renovables;
7. Re-examinar la perspectiva del análisis y la justificación para las nuevas instalaciones de transmisión;
8. Definir las normas y desarrollar las herramientas para la evaluación de la variabilidad y sus impactos;
9. Mejorar el proceso de Temporada Abierta existente en México para identificar los proyectos que son viables;
10. Crear un proceso de estudio estándar abierto y flexible para el desarrollador;
11. Redefinir las funciones y responsabilidades del regulador con respecto a las energías renovables;
12. Instalar medidores de alta precisión y de mayor calidad para el control de sistema de pagos;
13. Modificar el sistema de gestión de interrupciones para dar cabida a las energías renovables;
14. Re-examinar las normas de calidad de energía para el sistema de distribución;
15. Definir las normas para regular los recursos renovables en los sistemas de distribución.

Prioridad II (mediano plazo):

Las siguientes recomendaciones se consideran necesarias, pero pudieran implementarse a mediano plazo:

1. Realizar un análisis de operación del sistema de transmisión con diferentes niveles de penetración de las energías renovables;
2. Realizar estudios sobre la gestión de potencia reactiva;
3. Realizar análisis de seguimiento de la demanda y la asignación de recursos bajo la modalidad "Must-run".
4. Realizar análisis para identificar posibles excesos de generación;
5. Realizar estudios de resonancia subsíncrona de las líneas de transmisión con compensación serie;
6. Ampliar la infraestructura de comunicación para incluir las áreas que tienen potencial de recursos renovables;
7. Mejorar el sistema de pronóstico para incluir la predicción de la generación a partir de los recursos solares;
8. Examinar los procedimientos operativos existentes y las modificaciones requeridas con una penetración significativa de las energías renovables;

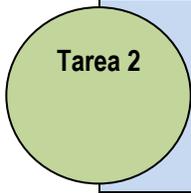
9. Proveer capacitación en análisis estocásticos y econométricos para la planificación y operación;
10. Contratar más profesionales para que se integren al personal.

Prioridad III (largo plazo):

Las siguientes recomendaciones no son obligatorias pero su implementación pudiera establecerse a largo plazo para beneficiar a México:

1. Crear un sistema de asignación de capacidad para los PIEs con proyectos renovables;
2. Crear un sistema de transacciones para las energías renovables y los PIEs;
3. Mejorar la infraestructura de medición;
4. Crear un grupo de expertos (“Think Tank”) para la solución de problemas complejos;
5. Crear sistema de gestión de financiamiento y crédito para las energías renovables y los PIEs;
6. Explorar la opción de que sean los desarrolladores de proyectos renovables quienes construyan la infraestructura necesaria para la interconexión;
7. Certificar equipo como turbinas eólicas e inversores para evitar la construcción de plantas de energía con equipo deficiente.

4 TAREA 2 – MAPA DE RUTA DE REGULACIÓN

 Tarea 2	Mapa de Ruta de Regulación <ul style="list-style-type: none">• Identificar Mecanismos de Incentivos Regulatorios• Definir las Políticas de Regulación• Atender las Barreras Regulatorias• Atender las Barreras Regulatorias
--	---

El objetivo primario de la Tarea 2 es formular un Mapa de Ruta de Regulación preliminar basado en las recomendaciones de la Tarea 1 y tras consultar a la CRE. La Tarea 2 abarca cuatro subtareas que se destacan a continuación:

- Subtarea 2.1 Identificar los Mecanismos de Incentivos Regulatorios

El objetivo de esta subtarea es identificar los mecanismos de incentivos regulatorios y los modelos de negocio que respaldarían la operación de los generadores independientes de energía para que suministren energía a la Red Eléctrica Inteligente y alienten a los consumidores individuales a participar interactivamente en la Red Eléctrica Inteligente. Evalúa el éxito de tales mecanismos de incentivos regulatorios, basándose en la evaluación de las lecciones aprendidas de otros países.

- Subtarea 2.2 Determinar las Estrategias de Regulación

El objetivo de esta subtarea es identificar las posibles estrategias de regulación que permitirían compartir los costos y beneficios de la Implementación de la Red Eléctrica Inteligente entre los interesados en México. Las recomendaciones deberán estar basadas en las mejores prácticas y en los resultados de lo que ha tenido éxito o no en otros países, al tiempo que se consideren los requerimientos de los interesados mexicanos.

- Subtarea 2.3 Abordar las Barreras Regulatorias

El objetivo de esta subtarea es revisar el marco legal aplicable de la CRE para identificar las barreras regulatorias que puedan obstaculizar la utilización de la tecnología de la Red Eléctrica Inteligente en los sistemas de transmisión y distribución, o puedan causar que los incentivos para la implementación de la Red Eléctrica Inteligente sean ineficaces. Si se requiere, podrán ofrecerse sugerencias para implementar cambios con respecto al marco legal aplicable que serán necesarios para el éxito del mapa de ruta de regulación propuesto. En este contexto, es relevante tomar en consideración que la Reforma Energética ayudará en la implementación de una política de Red Eléctrica Inteligente basada en la nueva legislación energética propuesta.

- Subtarea 2.4 Abordar los Problemas de Interoperabilidad y Seguridad Cibernética

El objetivo de esta subtarea es abordar los temas de interoperabilidad, seguridad cibernética y seguridad física relacionados con la implementación de la Red Eléctrica Inteligente y proporcionar sugerencias basadas en las lecciones aprendidas de otros países.

Para el proyecto de la CRE, ESTA International aporta a esta asignación amplia experiencia en la regulación de empresas de servicios públicos, así como un conocimiento sustancial de las capacidades de las tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente y los detalles de la implementación de esas tecnologías. Hemos complementado nuestro conocimiento de primera mano con investigación en las políticas y actividades que involucran el despliegue de la Red Eléctrica Inteligente en muchos otros países.

El resultado de nuestra investigación y análisis nos permite describir un conjunto de prácticas adecuadas que los organismos reguladores como la CRE pueden usar para desarrollar la Red Eléctrica Inteligente en México. Hacemos estas recomendaciones con el conocimiento del sector eléctrico mexicano, con el entendimiento de la dirección preferente del Estado y con el conocimiento adquirido a través de la identificación de las lecciones aprendidas de otros países. En breve, nuestras recomendaciones se adaptan a México en tanto que se hace uso de las lecciones aprendidas de otros países. Estas recomendaciones constituyen el Mapa de Ruta de Regulación.

A diferencia de las prácticas de regulación idealizadas que describimos, la autoridad de la CRE estaba restringida de varias formas en el antiguo marco legal antes de la Reforma Energética. Algunas autoridades necesarias fueron postuladas en otras dependencias gubernamentales; se dejaron algunas decisiones a las propias empresas; y es posible que algunos temas, exclusivos de la Red Eléctrica Inteligente, todavía no hayan sido abordados en lo absoluto por el Estado. Para seguir con atención las recomendaciones en este reporte, particularmente aquellas exclusivas para la implementación de la Red Eléctrica Inteligente, ESTA propuso que cualquier autoridad de la CRE debería de ser expandida o su experiencia y retroalimentación deberían de apoyar a otras autoridades mexicanas para que logren las metas deseadas.

Para seguir con atención las recomendaciones en este reporte, particularmente aquellas exclusivas para la implementación de la Red Eléctrica Inteligente, cualquier autoridad de la CRE debería de ser expandida o su experiencia y retroalimentación deberían de apoyar a otras autoridades mexicanas para que logren las metas deseadas

Con este antecedente, desarrollamos la siguiente información en esta Tarea:

1. Una descripción de las “prácticas adecuadas” que las estrategias de regulación requirieron para el despliegue exitoso de la Red Eléctrica Inteligente
2. Una discusión de las limitaciones en la autoridad de la CRE dentro del marco legal antes de la Reforma Energética, en comparación con las prácticas adecuadas identificadas

Se presentarán un conjunto de recomendaciones que incluyan posibles modificaciones a las facultades de la CRE, así como otras adaptaciones en la organización gubernamental que permitirán a México continuar con la implementación total de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente.

Este Capítulo contiene lo siguiente:

- Describe la visión regulatoria y los pilares para el desarrollo de la Red Eléctrica Inteligente en México. Estos forman la base para la implementación de la REI en México, abordando al mismo tiempo los posibles desafíos industriales y estructurales.
- Revisa el Sector Eléctrico Mexicano, con enfoque especial en las características de regulación relacionadas con las actividades de la REI, a fin de desarrollar recomendaciones iniciales. Esto incluye lo siguiente:
 - Recomendaciones para posibles mecanismos de incentivos regulatorios y modelos de negocio que respaldarían la operación de los generadores independientes de energía para que suministren energía renovable a la Red Eléctrica Inteligente y alienten a los consumidores individuales a participar interactivamente en la Red Eléctrica Inteligente (Subtarea 2.1)

- Posibles políticas de regulación que permitirían compartir los costos y beneficios de la implementación de la Red Eléctrica Inteligente entre los interesados en México (Subtarea 2.2).
- Identificación de barreras regulatorias; se proporcionan recomendaciones para posibles mejoras al marco legal existente para facilitar el éxito del mapa de ruta de regulación propuesto (Subtarea 2.3).
- Proporciona recomendaciones en materia de autoridad legislativa/poder legislativo
- Destaca las mejoras institucionales recomendadas.
- Aborda los temas de interoperabilidad, seguridad cibernética y seguridad física relacionados con la implementación de la Red Eléctrica Inteligente (subtarea 2.4).
- Identifica la métrica de rendimiento que permitiría a la CRE medir la efectividad de la implementación del Mapa de Ruta propuesto para la Red Eléctrica Inteligente en México.
- Propone una estructura para un Grupo de Trabajo de la Red Eléctrica Inteligente para facilitar la interacción entre todos los interesados en el panorama de la Red Eléctrica Inteligente en México.
- Resume las observaciones
- Proporciona una tabla de todas las recomendaciones.

4.1 ESCENARIO LEGISLATIVO Y REGULATORIO ANTES DE LA REFORMA ENERGÉTICA DEL 2013

Antes de la Reforma Energética del 2013 y la Ley de la Industria Eléctrica, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), ARTÍCULO No. 27, Párrafo 6, indica claramente que:

“... es exclusivamente para la Nación generar, conducir, transformar, distribuir y suministrar la electricidad que esté prevista para el servicio público. En esta área, no habrá concesiones...”

En el sector de energía eléctrica, existen las siguientes tres funciones principales que se llevarán a cabo:

- 1) Desarrollo de una política pública
- 2) Regulación
- 3) Operación

El marco de la política energética está establecido por las leyes aprobadas por el Congreso mexicano; la definición específica de la política energética es una facultad de la SENER; y la regulación económica se relaciona principalmente con la CRE. Por último, la operación del sistema eléctrico y la prestación del servicio público son controladas por la CFE en todas las regiones de México.

De acuerdo con la ley, tres Secretarías tienen la autoridad de regir varios aspectos que afectan la operación de la CFE. La Figura 4-1 identifica el amplio alcance de los poderes de cada Secretaría y proporciona estadísticas importantes sobre la CFE.



Figura 4-1: CFE y las Secretarías de Estado

El mecanismo de proceso y respaldo de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente es más complicado dentro del Sector Eléctrico Mexicano que se presenta en la figura de arriba. Varias organizaciones deben tomar medidas consistentes y coordinadas durante el desarrollo de la Política Energética Nacional (PEN), el Plan de Desarrollo Nacional (PDN) y la Estrategia Nacional de Energía (ENE) para garantizar un progreso efectivo hacia la implementación total de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente. La Figura 4-2 identifica un alcance más detallado de los poderes de cada Secretaría antes de la Reforma Energética en la forma en que podrían implementarse las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente de la CFE.

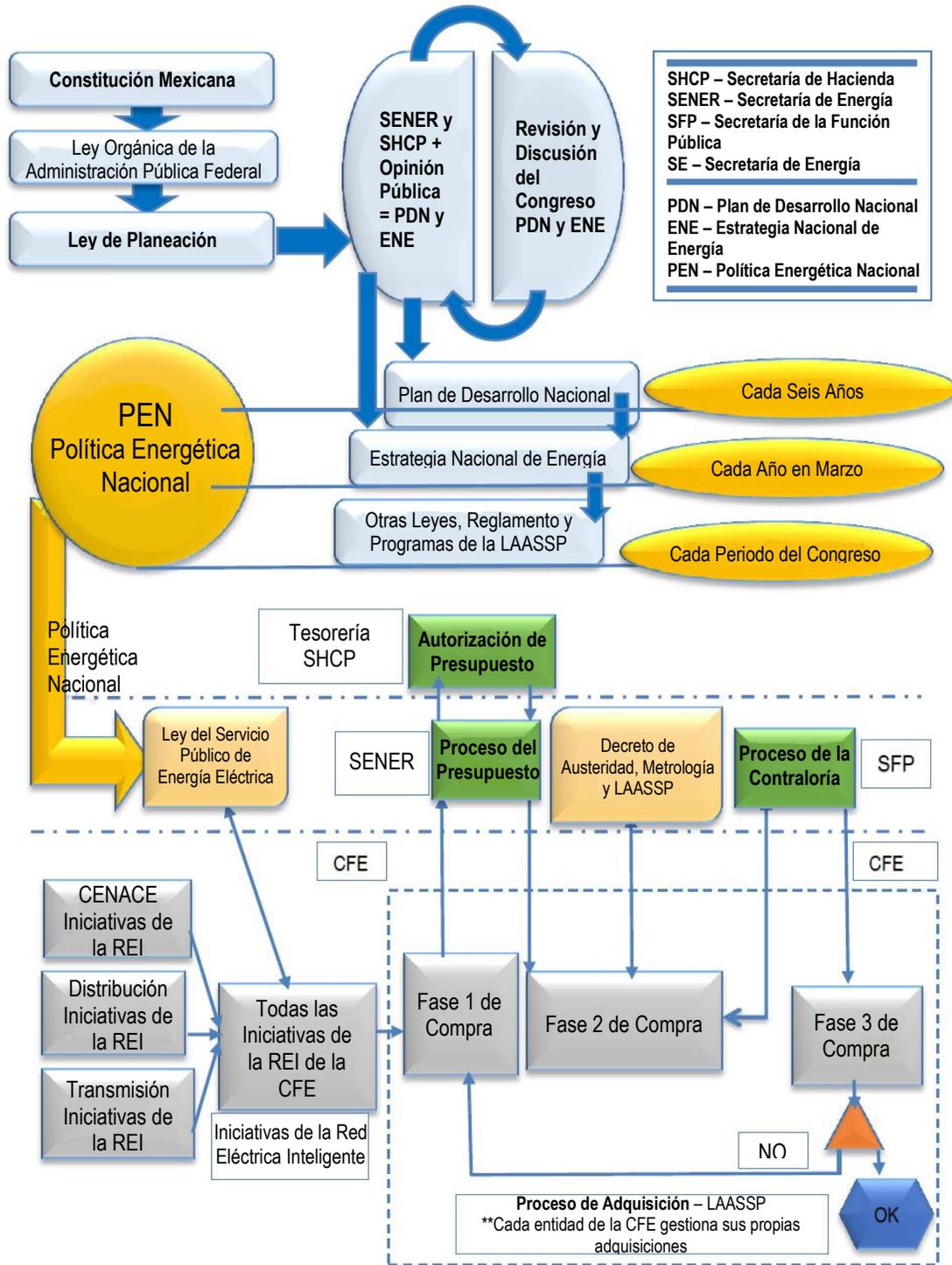


Figura 4-2: Proceso de la Red Eléctrica Inteligente en México Antes de la Reforma Energética

De acuerdo con el marco legislativo y regulatorio anterior, es posible hacer ciertas observaciones referentes a la autoridad de la CRE con respecto a las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente. La CRE analizó los diversos aspectos de la regulación y encontró amplias interpretaciones que respaldan algunas acciones o iniciativas de ley necesarias para abordar algunos aspectos de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente. Por ejemplo, de acuerdo con la Ley de la Comisión Reguladora de Energía (LCRE (1995), la dependencia tenía algunas facultades en los proyectos de energías renovables y de generación privada. La CRE podía participar (dar su opinión pero no decidir) en el programa de desarrollo para el sector energético; en las necesidades de crecimiento y reemplazo de la capacidad de generación; en el papel que la CFE o el sector privado desempeña en el desarrollo de proyectos de generación específicos; y, si es aplicable, en los términos y condiciones correspondientes a licitaciones públicas para esos proyectos. En otras palabras, no había ninguna legislación explícita que otorgara a la CRE facultades específicas relacionadas con la Red Eléctrica Inteligente en el fomento de la implementación. Más bien, la CRE pudo hacer uso de varios temas generales para apoyar la implementación de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente. Incluso dicha autoridad indirecta con respecto a ciertos temas relacionados con las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente estaba muy limitada.

No había ninguna legislación explícita que otorgara a la CRE facultades específicas relacionadas con la Red Eléctrica Inteligente en el fomento de la implementación. Más bien, la CRE pudo hacer uso de varios temas generales para apoyar la implementación de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente. Incluso dicha autoridad indirecta con respecto a ciertos temas relacionados con las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente estaba muy limitada

Hoy en día, la CRE no tiene facultades específicas en la planeación de la transmisión⁸⁰ o la distribución. Sin embargo, en el nuevo marco legal, la CRE puede dar su opinión con respecto a los programas de expansión aprobados por la SENER. También, se espera que la CRE tenga recursos financieros y de personal para impulsar eficazmente las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente a fin de cumplir con las metas nacionales establecidas para los próximos diez años. Por último, antes de la Reforma Energética, no se asignó a la CRE un mandato para abordar una deficiencia institucional actual, particularmente para coordinar políticas y acciones regulatorias con otros interesados, incluyendo SHCP, SENER, CFE y la industria.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) más reciente se publicó el 20 de mayo de 2013. Este Plan es un plan de cinco años y cubre el periodo hasta finales del año 2018. Es actualizado cada año, durante los años restantes del periodo presidencial.

La CRE incluyó los siguientes dos objetivos generales en sus contribuciones al PND:

- Respaldo para la Energía Renovable
- Regulación para apoyar la eficiencia energética

Las contribuciones de la CRE al PND incluyeron dos objetivos generales:

- *Respaldo para la Energía Renovable*
- *Regulación para apoyar la eficiencia energética*

La CRE ha mencionado explícitamente a la Red Eléctrica Inteligente como un curso de acción para apoyar la eficiencia energética con beneficios adicionales en la reducción de pérdidas de energía, proporcionando un mayor control de la red y mejorando la confiabilidad.

Algunas de las claves más comunes para las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente en el ámbito internacional también están presentes en el contexto legal que abarca el PND 2013-2018 de México. El Plan también define los cursos de acción, objetivos y planes de acción que deben de ser llevados a cabo por las entidades administrativas federales con respecto a la generación de energía eléctrica, consumo y cambio climático resultantes del desarrollo sustentable.

⁸⁰ La CRE no tiene facultades específicas en la planeación de la transmisión aunque ha participado en la coordinación de las Temporadas Abiertas.

El Plan indica que: “Hay una oportunidad para que seamos más productivos”. Como un plan de acción, se espera que las dependencias “eliminen los obstáculos que están limitando el potencial productivo del país”. La productividad de una economía depende no sólo de la disponibilidad y calidad de los insumos de producción, sino también de la forma en que interactúan. En este sentido, es esencial garantizar reglas claras que alienten el desarrollo de un mercado nacional competitivo, donde la principal fuente de diferenciación entre las empresas estriba en la calidad y el precio de sus productos y servicios. La regulación tendrá el privilegio de inhibir las prácticas monopólicas y alentar a las compañías a producir mejores productos y servicios de una manera más eficiente.

El Presidente Enrique Peña Nieto ha decidido que el incremento en la productividad sea establecido como la base de la política de su gobierno. De esta manera, CFE y el Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (SUTERM) han convenido recientemente un marco de libertad, pluralidad y solidaridad con las líneas estratégicas del Plan de Nacional de Desarrollo, para ayudar a democratizar la productividad del sector energético.

Las áreas en donde CFE y el SUTERM actúan inmediatamente de una manera coordinada son:

- La definición precisa y con miras al futuro de la generación de energía eléctrica en el país, incluyendo fuentes primarias y modos y métodos para su producción, distribución y comercialización, con el fin de definir los borradores de la nueva política de generación de energía en México.
- CFE empleará su experiencia e infraestructura para promover la modernización del sector eléctrico a través del uso eficiente de la fibra óptica, accediendo a esquemas digitales para controlar la operación y la disponibilidad de energía.
- Se propone un convenio para reformar el sistema de facturación de la compañía, a través del uso de la tecnología de fibra óptica, la unificación de los múltiples sistemas y centros de atención a clientes para más de 37 millones de clientes.

El PND también ha propuesto suministrar energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena de suministro. Esto consiste en aumentar la capacidad del Estado para garantizar el suministro de petróleo crudo, gas natural y gasolina requeridos por el país, fortalecer el suministro racional de electricidad, promover el uso eficiente de la energía y el uso de recursos renovables mediante la adopción de tecnologías nuevas y la implementación de prácticas adecuadas, además de fortalecer el desarrollo de la ciencia y la tecnología dando prioridad al sector energético.

México ha demostrado un gran compromiso con la agenda internacional para el medio ambiente y el desarrollo sustentable y participa en más de 90 convenios y protocolos implementados, para ser un líder en temas como cambio climático y biodiversidad. Sin embargo, el crecimiento económico del país también está estrechamente ligado a la emisión de compuestos de gases invernadero, la generación excesiva de desechos sólidos, contaminantes atmosféricos, aguas negras no tratadas y pérdida de bosques y selvas. En este contexto, las tecnologías de generación que usan fuentes renovables de energía deberían de ayudar en gran medida a México a abordar los desafíos de la seguridad energética y diversificación. A pesar del crecimiento potencial y rápido en el uso de este tipo de energía, en la actualidad, su contribución al suministro nacional de energía es sólo de alrededor del 2% del total.

El PND requiere que las autoridades mexicanas “fortalezcan las políticas nacionales en materia de cambio climático y cuidado del medio ambiente para la transición a una economía competitiva, sustentable, flexible y de baja emisión de carbono”. En particular, el Plan requiere:

- Acelerar la transición a un desarrollo de baja emisión de carbono en los sectores de producción primaria, industrial y construcción, así como servicios urbanos, turismo y transporte.
- Promover el uso de tecnologías y sistemas avanzados, eficientes en el uso de la energía y con generación mínima o nula de contaminantes o compuestos de efecto invernadero.

Además, el PND requiere que las autoridades mexicanas garanticen el acceso a la electricidad con calidad al más bajo costo en el largo plazo. Como uno de sus objetivos, el PND espera suministrar energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena de suministro. En particular, el Plan requiere un suministro racional de electricidad en todo el país:

- Promoviendo la reducción de costos en la generación de electricidad para reducir las tarifas pagadas por las compañías y familias mexicanas
- Estandarizando las condiciones del suministro de electricidad en el país
- Diversificando la composición de la generación de electricidad considerando las expectativas de los precios en el mediano y largo plazo
- Modernizando la transmisión y distribución de la electricidad
- Promoviendo el uso eficiente de la energía y el uso de fuentes renovables, adoptando tecnologías nuevas e implementando las prácticas adecuadas
- Promoviendo la capacitación de nuevos recursos humanos en el sector, incluyendo aquellos que se especialicen en la energía nuclear.

En resumen, para materializar la productividad realizable, el Plan de Nacional de Desarrollo espera que las autoridades mexicanas:

- Garanticen el acceso a la energía eléctrica con calidad y al más bajo costo a largo plazo
- Promuevan permanentemente reformas regulatorias para reducir los costos de operación de las empresas, aumentar la competencia y expandir el acceso a insumos a precios competitivos

Para alentar la cooperación en el logro de estas metas nacionales, se espera que los Directores actuales de varias dependencias, de conformidad con un mandato existente en el Artículo 22 de la Ley de Planeación, desarrollen diversos programas, incluyendo el Programa de Sectores con respecto al Medio Ambiente y Recursos Naturales, así como el Programa del Sector Energético. Los Directores en la SENER y la CRE deberán de incluir en el Programa del Sector Energético sus mejores recomendaciones referentes al concepto de la Red Eléctrica Inteligente en México.

En cuanto a la implementación de medidores inteligentes, la cual a menudo es un componente crítico del concepto de la Red Eléctrica Inteligente, CFE no tiene un cargo explícito para los medidores de energía. Este costo es recuperado a través de la tarifa eléctrica. Como se muestra en los siguientes Artículos de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, puede asumirse que el marco legal de México no tiene directivas explícitas que prohíban la instalación de medidores inteligentes.

ARTÍCULO 29 (última reforma, DOF 24/08/2012) – Cuando el suministro se proporcione en baja tensión, se procederá como sigue, de conformidad con las especificaciones técnicas del suministrador:

- i. El solicitante construirá la estructura necesaria para recibir la acometida si es aérea o las obras necesarias dentro del inmueble en el que se dará el suministro si es subterránea, quedando a su cargo la instalación de la canalización de la estructura hasta la base o tablero con su respectivo conductor y
- ii. El solicitante instalará una base o tablero sobre el cual se colocará el equipo de medición, o destinará un espacio dentro del inmueble en el que se dará el suministro para colocar el equipo que le proporcione información sobre el consumo de energía eléctrica.

Las disposiciones o leyes secundarias de México establecen que CFE proporcionara el equipo de medición al usuario final residencial. CFE necesitará un instrumento legal que les permita comprar e instalar medidores inteligentes más capaces y costosos que el medidor regular actualmente utilizado. De manera alternativa, podría permitirse a CFE que cobrara el costo del medidor inteligente al usuario en el proceso de facturación.

CFE necesitará un instrumento legal que les permita comprar e instalar medidores inteligentes más capaces y costosos que el medidor regular actualmente utilizado. De manera alternativa, podría permitirse a CFE que cobrara el costo del medidor inteligente al usuario en el proceso de facturación.

4.2 POSIBLES DESAFÍOS EN MATERIA DE REGULACIÓN Y DE LA INDUSTRIA DEL SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD

4.2.1 DESAFÍOS EN MATERIA DE REGULACIÓN

De manera fundamental, el desarrollo de la Red Eléctrica Inteligente cambiará la relación entre las empresas eléctricas de servicios públicos y sus clientes. En las primeras etapas, la Red Eléctrica Inteligente se concentrará en los medidores inteligentes y los cambios relativamente pequeños en la forma en que operan las empresas eléctricas de servicios públicos y en cómo los clientes se relacionan con ellas. A más largo plazo, la Red Eléctrica Inteligente permitirá que los clientes (y sus dispositivos) estén mucho más integrados a la red de servicios públicos. El desarrollo exitoso de la Red Eléctrica Inteligente requerirá modificaciones al modelo de negocio de las empresas eléctricas de servicios públicos y cambios en la forma en que estas empresas son reguladas

El desarrollo exitoso de la Red Eléctrica Inteligente requerirá modificaciones al modelo de negocio de las empresas eléctricas de servicios públicos y cambios en la forma en que estas empresas son reguladas

Antes de la Reforma Energética, la CRE no tenía una autoridad clara en muchos aspectos de la regulación del servicio público eléctrico. La jurisdicción sobre aspectos del servicio eléctrico se extendió a través de varias secretarías en México. Por ejemplo, la SHCP se encarga de las tarifas minoristas, la SENER tenía la autoridad de supervisión en las operaciones, el presupuesto y los costos aprobados de CFE, la SFP tenía la autoridad de aprobar los documentos de subasta y el modelo de Acuerdo de Adquisición de Energía (AAE) desarrollado por la CRE y convenido con los proyectos de inversión financiados. Por último, la SE también ejercía cierta autoridad sobre algunos aspectos del sector eléctrico.

Dentro del nuevo marco legal propuesto, los programas de eficiencia energética son manejados por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía - CONUEE) y los temas relacionados con la protección al consumidor están bajo la jurisdicción de la Procuraduría Federal del Consumidor - PROFECO). Se prevé una interacción entre las dependencias antes mencionadas y la CRE.

México necesitará un régimen regulatorio receptivo donde las diversas autoridades, si no son postuladas en una sola dependencia como la CRE, deben colaborar estrechamente. La regulación de tarifas, diseño de aranceles, estrategias para la inversión en la Red Eléctrica Inteligente, diseño del mercado de generación, servicio a clientes y regulación de privacidad, por mencionar sólo algunos aspectos, están todos vinculados en la Red Eléctrica Inteligente. Más adelante discutiremos cómo la falta de una autoridad clara en la CRE podría remediarse o evitarse.

La regulación de tarifas, diseño de aranceles, estrategias para la inversión en la Red Eléctrica Inteligente, diseño del mercado de generación, servicio a clientes y regulación de privacidad, por mencionar sólo algunos aspectos, están todos vinculados en la Red Eléctrica Inteligente.

En general, la CRE no tenía una autoridad explícita o, necesitaba una aclaración adicional de su autoridad para:

- Aprobar precios minoristas
- Aprobar el diseño de las tarifas minoristas

- Analizar los impactos del plan de expansión de capacidad de CFE en el medio ambiente, valorar los posibles impactos del costo y evaluar la prudencia de la implementación del plan de expansión
- Determinar la diversificación óptima del combustible que podía lograrse con la ayuda de recursos no convencionales a través de la implementación efectiva de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente
- Supervisar un proceso de planeación pública para la implementación de CFE de la Red Eléctrica Inteligente
- Supervisar y permitir la entrada de terceros en varios mercados además del suministro de energía
- Valorar la calidad de los servicios de CFE⁸¹
- Promover la integración de CFE de sus actividades de la Red Eléctrica Inteligente con otros programas orientados a la demanda incluyendo eficiencia energética, respuesta a la demanda, gestión de la energía y precios dinámicos
- Valorar los planes de implementación de CFE y sus costos y beneficios proyectados; evaluar la prudencia de los gastos de CFE⁸² y aprobar la recuperación de gastos prudentes
- Requerir a CFE que inicie las actividades de la Red Eléctrica Inteligente o dependa de las tecnologías nuevas que cumplen ciertos estándares mínimos
- Proporcionar incentivos a los clientes para enriquecer los recursos renovables distribuidos
- Requerir a CFE que construya líneas de transmisión nuevas para abordar la cantidad nada vez mayor de servicios renovables que dentro de poco se integrarán a la red eléctrica

La incertidumbre acerca de la autoridad de la CRE en el ámbito de la Red Eléctrica Inteligente fue importante no sólo para CFE y sus clientes sino también para los posibles inversionistas. Compañías distintas a CFE invertirán miles de millones de pesos en las tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente y estos inversionistas requerirán certeza, transparencia y previsibilidad en el mercado de la Red Eléctrica Inteligente. Su éxito y los beneficios resultantes para los clientes se materializarán sólo con la gestión activa de la Red Eléctrica Inteligente por parte de los organismos reguladores y legisladores de México.

Por lo tanto, será importante abordar estas deficiencias a través de la legislación o a través de mandatos de la SENER. De manera alternativa, debería de establecerse la estrecha cooperación con otras dependencias gubernamentales y CFE bajo el liderazgo de la SENER a fin de abordar las deficiencias de regulación antes mencionadas.

4.2.2 POSIBLES DESAFÍOS ESTRUCTURALES DE LA INDUSTRIA DEL SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD

El despliegue exitoso de la Red Eléctrica Inteligente en México dependerá del esfuerzo conjunto y la colaboración de la empresa eléctrica de servicio público de la nación, CFE, el organismo regulador, los inversionistas del sector privado y las compañías de la Red Eléctrica Inteligente tanto establecidas, como con iniciativa empresarial. Como se pone en evidencia en alguna otra parte, la Red Eléctrica Inteligente puede resultar ser un contribuyente

⁸¹ Por ejemplo, en el sector de la distribución, podría incluir número de interrupciones en el suministro de energía eléctrica, número de minutos de interrupción, calidad del voltaje, calidad de la frecuencia, etc.

⁸² A diferencia de las empresas de servicios públicos propiedad de inversionistas, probablemente no sea posible “desaprobar” gastos o inversión de capital por parte de CFE. Sin embargo, el organismo regulador debería de revisar esas inversiones y tratar de responder a la pregunta, “En el momento en que se hicieron y dado lo que se sabía en ese momento, ¿estas inversiones fueron las que debieron haberse hecho, dadas las estimaciones de costos, capacidades, consistencia con los planes aprobados y compatibles con los requisitos futuros esperados? Aunque no exista una multa asociada con las decisiones imprudentes, la crítica de la CRE (si se justifica) probablemente tendría un efecto conveniente en CFE.

substantial al desarrollo económico en México, modernizando el sector eléctrico, mejorando la utilización de energía de la nación, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero y empoderando a los clientes.

De la experiencia en otros países, sabemos que la Red Eléctrica Inteligente puede desarrollarse y prosperar en una variedad de estructuras de mercado. La Red Eléctrica Inteligente se está desarrollando en países con estructuras de mercado que van desde los mercados de generación no regulados y mercados minoristas competitivos hasta empresas de servicios públicos verticalmente integradas que son propiedad de inversionistas o del Estado. El sector de empresas de servicio público de electricidad en México era un proveedor monopólico verticalmente integrado propiedad del Estado con una dependencia cada vez mayor de los generadores independientes de energía en el sector de la generación de electricidad.

En el más largo plazo, la Red Eléctrica Inteligente permitirá la participación de proveedores externos a nivel minorista, aun cuando la entrega de electricidad hubiera seguido siendo un monopolio.

4.3 VISIÓN, PILARES Y DESAFÍOS EN MÉXICO DE LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE DE LA CRE

4.3.1 RESUMEN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA CRE

La metodología de ESTA para el desarrollo del Mapa de Ruta de la Red Eléctrica Inteligente consiste en ocho (8) pasos como se muestran a continuación en la Figura 4-3. Esta metodología se desarrolló después de una extensa revisión de las diversas metodologías usadas en todo el mundo para el desarrollo de los Mapas de Ruta de la Red Eléctrica Inteligente⁸³. Debe notarse que el Mapeo de Ruta es un proceso que debería de continuar a través de los años a medida que la CRE y el Sector Eléctrico Mexicano continúen con su viaje por la Red Eléctrica Inteligente.



Figura 4-3: Proceso de Desarrollo del Mapa de Ruta de Tecnología de ESTA Internacional

Esta metodología puede aplicarse al Mapeo de Ruta de Regulación, Políticas y Tecnología. Típicamente en un documento estructural, los pasos 1, 2 y 3 son detallados mientras que los demás pasos son discutidos a un alto nivel. Durante un Mapa de Ruta de la implementación, se realiza un análisis detallado para cada paso y las funciones de tecnología son respaldadas por el análisis de costo-beneficio.

En este reporte, en estrecha cooperación con nuestros colegas en la CRE, SENER, CFE y otras instituciones mexicanas, hemos emprendido lo siguiente:

- Desarrollamos la visión y recomendamos el gobierno en forma de un Grupo de Trabajo
- Identificamos las claves y los pilares de la Red Eléctrica Inteligente en la CRE
- Determinamos el periodo de tiempo (fases) para cada una de las metas deseadas
- Revisamos el estado regulatorio actual con respecto a la Red Eléctrica Inteligente

⁸³ ESTA Internacional revisó las metodologías del Mapa de Ruta de la Red Eléctrica Inteligente desarrolladas por la Agencia Internacional de la Energía (International Energy Agency, IEA), el Instituto de Investigación de Potencia Eléctrica (Electric Power Research Institute, EPRI), así como varios mapas de ruta publicados por los organismos reguladores, asociaciones de suministradores de energía y empresas de servicio público de electricidad. Las lecciones aprendidas se usaron para perfeccionar la metodología del Mapa de Ruta de la Red Eléctrica Inteligente de ESTA Internacional. Esta metodología ha sido aceptada para uso por el Grupo del Banco Mundial.

- Realizamos un análisis de brechas
- Identificamos las posibles políticas que se necesitarán, así como el mecanismo de incentivos
- Identificamos las posibles medidas de desempeño para medir el éxito del proyecto

Para establecer el trayecto para la Red Eléctrica Inteligente en México, es necesario establecer la visión principal e identificar los pilares necesarios para respaldar esta visión. Esta sección resalta la visión y los pilares para la Red Eléctrica Inteligente en México.

4.3.2 VISIÓN, PILARES Y PERIODO DE TIEMPO DE LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE DE LA CRE

La Visión

Una declaración de Visión es una expresión breve y concisa de las metas y los objetivos de la Red Eléctrica Inteligente para la nación o una entidad que se involucre en la Red Eléctrica Inteligente. La visión se establece revisando los objetivos generales a nivel nacional y regional. Abarca objetivos gubernamentales, así como leyes sobre política y energía. Aborda desafíos actuales y futuros. Sirve de ejemplo para la planeación y el despliegue de la Red Eléctrica Inteligente.

Durante las reuniones con el staff técnico de la CRE y los Comisionados, se hicieron patentes varios temas en la visión de la Red Eléctrica Inteligente.

- Empoderar a los clientes
 - Seguridad de Información para los Clientes
 - Instrucción de los clientes sobre el uso optimizado de la energía
- Atraer IPP y desarrolladores privados al sector de Energía Renovable
 - Diversidad de Suministradores para Productores de Electricidad con Energía Renovable (más empresas activas en la generación de Energía Renovable)
 - Deseo por la Diversidad de Suministro (Mezcla de fuentes de energía – viento, PV, etc.)
 - Facilitar la integración de la energía renovable a la Red Eléctrica
 - Atraer Inversión al Sector Eléctrico Mexicano
 - Desarrollo de una fuerza laboral (creación de empleos locales)
- Respalda a CFE
 - Deseo por respaldar las iniciativas y desarrollos de tecnología de CFE (no complicar sus operaciones)
 - Ayudar a CFE a atenuar los desafíos asociados con la introducción de grandes cantidades de energía renovable a la red
 - Mantener altos estándares de confiabilidad
 - Inversiones prudentes basadas en la relación positiva entre costos y beneficios
- Acatamiento de los Objetivos y Políticas Gubernamentales
 - Acatar la Política de Energética establecida por la SENER de conformidad con el PDN, ENE y otras Leyes y Programas Federales
 - Acatamiento de las metas de Cambio Climático establecidas por el gobierno mexicano

Basándose en lo anterior, puede expresarse una posible visión de la Red Eléctrica Inteligente para la CRE como:

Respaldar la implementación de la Red Eléctrica Inteligente en el Sector Eléctrico Mexicano desarrollando un marco regulatorio que apoye la formulación de políticas energéticas nacionales por parte de la SENER; fomentando la implementación tecnológica por CFE; dando certeza a los desarrolladores privados existentes y nuevos para que participen en los mercados nuevos; y empoderando a los clientes para que protejan su privacidad y optimicen su uso de la energía.

Los Pilares

Basándose en los temas comunes anteriores, pueden identificarse los pilares de la visión de la Red Eléctrica Inteligente de la CRE como:

- Empoderar a los Clientes
- Acatar las Políticas de la SENER y del Estado
- Atraer la participación del Sector Privado
- Respaldar y Facilitar los Programas de la Red Eléctrica Inteligente de CFE alineados con la política energética

La Figura 4-4 describe la Visión y los Pilares de la Red Eléctrica Inteligente de la CRE.

El Periodo de Tiempo

El periodo de tiempo para la Red Eléctrica Inteligente de la CRE puede extenderse a lo largo de tres fases. Las fases están alineadas con las metas establecidas por la SENER y las fases identificadas por CFE en su Plan de la Red Eléctrica Inteligente. Durante cada fase, deberán de introducirse políticas y disposiciones para lograr las metas de reducción de carbono establecidas para el 2050 por el gobierno de México.

- La Fase 1—de 2013 a 2016—establecerá el fundamento para las acciones más urgentes. Este proyecto es una parte del fundamento.
- Fase 2—de 2017 a 2020—desarrollará la base para lograr las metas finales de Energía Renovable en México.
- Fase 3—de 2021 a 2026—facilitará el logro de las metas de la Política Nacional.

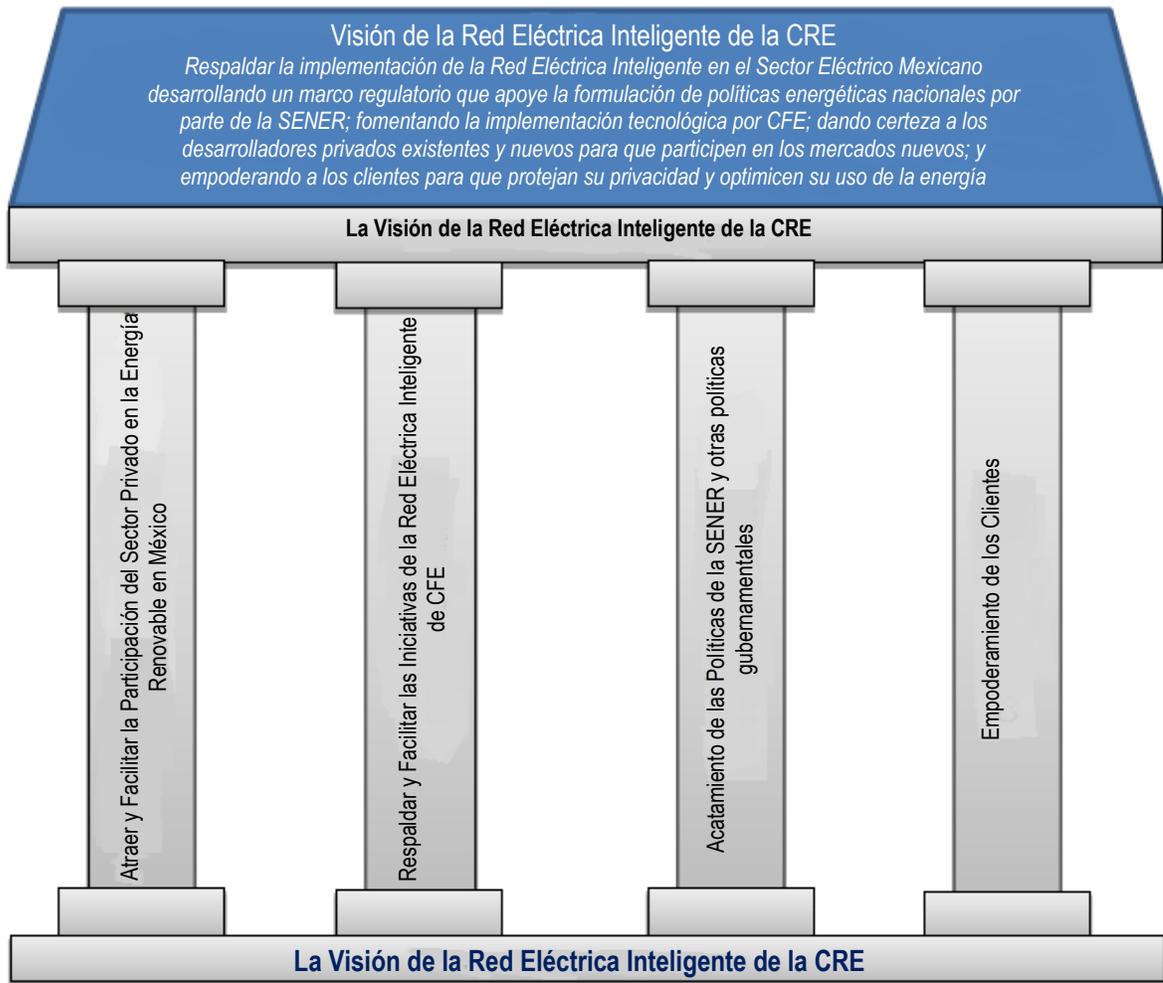


Figura 4-4: Visión y Pilares de la Red Eléctrica Inteligente de la CRE

4.4 MEDIDAS REGULATORIAS Y DE LA INDUSTRIA PARA FACILITAR EL DESARROLLO DE LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE

Esta sección describe un conjunto de prácticas regulatorias e incentivos que serán importantes para estimular el desarrollo de la Red Eléctrica Inteligente in México.⁸⁴ En conjunto, estos mecanismos de prácticas e incentivos contendrán un “Mapa de Ruta de Regulación” para la implementación de la Red Eléctrica Inteligente en México.

ESTA proporcione recomendaciones regulatorias para la CRE diseñadas para hacer posible e incrementar el crecimiento de la inversión en la Red Eléctrica Inteligente en México. Estas recomendaciones abordan acciones que la SENER y la CRE pueden realizar que requerirían o alentarían la acción por parte de CFE, proveedores externos, clientes (usuarios finales) y por la misma CRE.

Primero, un breve antecedente explica la Red Eléctrica Inteligente y sus complejidades. Después, se identifican las recomendaciones con respecto a la operación de CFE, terceros y los usuarios finales, así como el mecanismo apropiado de asignación de costos entre los interesados. Seguirán las recomendaciones para abordar el tema de la privacidad de la información de los clientes. Al final, se discuten los mecanismos de incentivos que alentarán la participación de CFE, terceros y usuarios finales en las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente.

Nuestro enfoque será desarrollar primero una versión “idealizada” del Mapa de Ruta de Regulación, no restringida por los límites de autoridad propuestos en la CRE. Después de presentar el mapa de ruta idealizado, volvemos al asunto de la verdadera autoridad de la CRE (antes de la Reforma Energética) y lo que la dependencia podría lograr dentro de su autoridad existente. Después de esa discusión, discutiremos recomendaciones de cambios a la autoridad de la CRE y desarrollaremos sugerencias para la cooperación entre dependencias que faciliten el avance de la inversión en la Red Eléctrica Inteligente.

4.4.1 ANTECEDENTES

El término “Red Eléctrica Inteligente” se refiere a muchas cosas y significa cosas diferentes para los distintos interesados. En su sentido más básico, “Red Eléctrica Inteligente” significa el conjunto de las aplicaciones de tecnología de la información (IT) para la generación, transmisión, distribución y uso final de la electricidad. Una descripción concisa usada con frecuencia es la “red inteligente” o la “internet de la energía”. Una red eléctrica habilitada por la Red Eléctrica Inteligente incrementará en gran medida la eficiencia de la red, aumentará su flexibilidad y confiabilidad, permitirá la integración de nuevas tecnologías de oferta y demanda y por último, proporcionará a los consumidores productos y servicios nuevos. Conviene mencionar que *“Aun cuando... el despliegue de la Red Eléctrica Inteligente puede ocurrir en un escenario monopólico, no está claro que se logrará el conjunto completo de beneficios a menos que los clientes estén permitidos a tomar decisiones totalmente informadas con respecto a la adquisición y el uso de la energía.”*⁸⁵

Es útil pensar en la Red Eléctrica Inteligente como existente en dos esferas separadas pero conectadas. Podríamos hablar de Red Eléctrica Inteligente “al mayoreo” versus “al menudeo” o quizás de aplicaciones para “empresas de servicio público” versus “consumidores”. El punto principal de esta distinción es que algunas mejoras de la red que comprenden la Red Eléctrica Inteligente son visibles y significativas para el cliente, otras no lo son.

⁸⁴ Discutimos las políticas de privacidad por separado debido a su prioridad y características especiales.

⁸⁵ Brown, Ashley (2010). Smart Grid Issues in State Law and Regulation. Galvin Electricity Initiatives, septiembre, página 7.

Considere dos ejemplos de tecnologías “al mayoreo” de la Red Eléctrica Inteligente: La utilización de interruptores “inteligentes” en subestaciones de distribución o sincrofasores en la red de transmisión podría mejorar mucho las operaciones de la red eléctrica, pero no serán vistas o entendidas por los clientes como la “Red Eléctrica Inteligente.” Del mismo modo, la telemetría perfeccionada de la red eléctrica puede ayudar al operador de la red a detectar o incluso a prevenir interrupciones en el suministro de energía eléctrica, pero por otro lado el servicio será igual desde el punto de vista del cliente.

Las aplicaciones de la Red Eléctrica Inteligente “al menudeo” incluyen información accesible para los clientes acerca de la demanda instantánea, la integración de la operación de electrodomésticos a la operación en tiempo real de la red eléctrica, carga inteligente para vehículos eléctricos, facturación más detallada, sistemas de monitoreo y control de la energía en casa. A largo plazo, podríamos agregar a esta lista “precios inteligentes” – tarifas del servicio público que reflejen los precios de la electricidad en tiempo real o casi en tiempo real. El resultado es un cliente informado tomando decisiones informadas que pueden incluir un cambio de conducta en la forma en que el cliente usa la electricidad.

Esperamos que la Red Eléctrica Inteligente “al menudeo” sea dividida en segmentos entre los consumidores comerciales e industriales (C&I) versus los consumidores residenciales. Por último, esperamos ver una distinción cualitativa en el enfoque de la Red Eléctrica Inteligente al menudeo de los consumidores residenciales grandes en comparación con los consumidores pequeños. Juntando estos segmentos de mercado, convendrá pensar en la siguiente segmentación de las aplicaciones de la Red Eléctrica Inteligente como se muestra a continuación en la Figura 4-5:

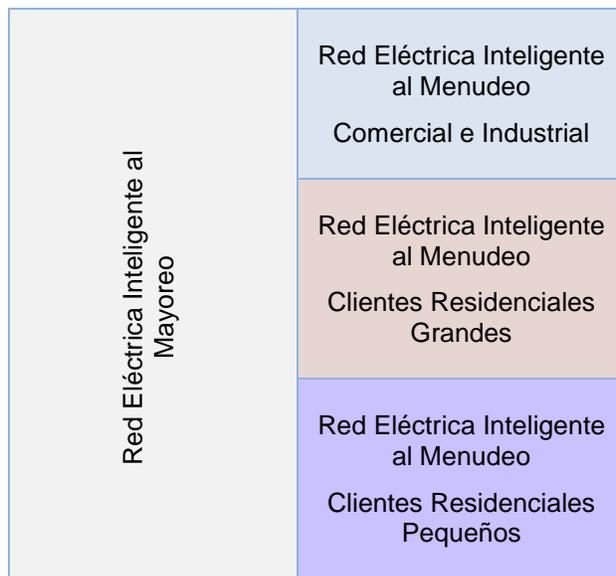


Figura 4-5: Segmentos de Mercado de la Red Eléctrica Inteligente

La implementación de la Red Eléctrica Inteligente afectará significativamente tanto a las operaciones de CFE, como a su interacción con los consumidores. Además, la implementación de tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente cambiará la forma en que los generadores independientes de energía interactúan con CFE y, más importante aún, con los clientes de CFE. Aquí están algunos de los impactos más generales de la Red Eléctrica Inteligente que requerirán la revisión de las políticas regulatorias de México:

- **Impactos operativos en las compañías de servicio público de energía** - Las compañías de servicio público de energía verán cambios significativos en la forma en que operan; las mejoras de la eficiencia en las operaciones darán como resultado costos más bajos.
- **Compromiso de los clientes** - Compromiso sin precedentes de los clientes con su uso de productos y servicios de energía, sus patrones de demanda y uso de energía y su interacción en tiempo real con las operaciones de las compañías de servicios públicos de energía a través de recursos distribuidos.
- **Integración de nuevos recursos de generación** - Aborda los desafíos operativos resultantes de integrar una cantidad significativa de recursos no convencionales e intermitentes a la red eléctrica; gestionando los compromisos en aumento de los clientes que pueden ocasionar consecuencias accidentales si no se gestionan adecuadamente; y garantizando que el equipo tanto nuevo, como viejo está funcionando de manera eficaz y confiable e interactúa instantáneamente bajo el sistema de la Red Eléctrica Inteligente.
- **Complejidades del sistema** - Un sistema habilitado por la Red Eléctrica Inteligente manejará eficientemente la complejidad cada vez mayor de las interacciones sin precedentes de los clientes a través de sus diversos recursos distribuidos.
- **Creación de nuevos mercados** - Tanto la oferta, como la demanda de los mercados existentes cambiarán significativamente. Los consumidores suministrarán una parte más grande de sus necesidades de electricidad a través de la generación distribuida. Además, los clientes desempeñarán un papel proactivo a través de las actividades de gestión de la energía y respuesta a la demanda que están integradas a las operaciones de la empresa de servicio público.

4.4.2 ESTRATEGIAS DE REGULACIÓN

Como se explicó antes en este reporte, el sector de energía eléctrica era operado por CFE con la supervisión de tres Secretarías mexicanas con autoridad sobre varios aspectos de la operación y vigilancia de la CRE en la regulación económica de la Energía Renovable. Este reporte no asume una postura en la forma en que estas autoridades deberían organizarse. Sin embargo, debe lograrse la coordinación en las diversas entidades con el fin de que la transición a la Red Eléctrica Inteligente sea exitosa. Más adelante en este reporte, discutiremos dos posibles planteamientos para garantizar una coordinación más estrecha:

- Un grupo de trabajo de la Red Eléctrica Inteligente, formado por múltiples secretarías y múltiples dependencias; o
- La transferencia de autoridades seleccionadas a una sola dependencia.

Debemos ser realistas acerca del ritmo en el cual la Red Eléctrica Inteligente pueda ser comprendida y adoptada por los consumidores. Las empresas de servicios públicos de energía y los organismos reguladores tienen que ser “inteligentes” para acercarse a los consumidores e involucrarlos en la Red Eléctrica Inteligente al menudeo. La CRE deberá dirigirse primero a los clientes comerciales e industriales⁸⁶, seguidos por los clientes residenciales más grandes y las pequeñas empresas, aquellos que ofrecen los ahorros potenciales más grandes para la red eléctrica y los ahorros potenciales más grandes para los consumidores. Desde luego, las tecnologías de la Red

⁸⁶ Los usuarios comerciales e industriales generalmente serán usuarios más sofisticados, con más familiaridad con sus usos de la energía, acostumbrados a tomar medidas para reducir costos en su operación y muchas veces con mejor acceso al capital que los clientes más pequeños. Además, con frecuencia son usuarios mucho más grandes, permitiendo que CFE justifique más fácilmente las inversiones fijas en la Red Eléctrica Inteligente. En breve, el cliente comercial e industrial proporcionará a CFE un rendimiento más rápido sobre la inversión.

Eléctrica Inteligente deberán de estar disponibles en todo momento para todos los consumidores, sin embargo, la “propuesta de valor” será más grande para los clientes más grandes en cada clase de consumidor.

Las estrategias para mejorar la eficiencia en la operación por parte de varios participantes y los incentivos apropiados para comprometer a estos participantes en las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente se abordan en las siguientes subsecciones.

4.4.2.1 ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR CFE

Resumen de Recomendaciones

- La CRE deberá de respaldar la creación y realización de un proceso de planeación de múltiples partes para la planeación e implementación de la Red Eléctrica Inteligente
- La CRE deberá de requerir que todos los actores del sector energético, en colaboración con la industria y con organismos de normalización existentes, adopten y publiquen normas para la Red Eléctrica Inteligente, basándose en las experiencias de éxito en otros países
- La CRE deberá de respaldar a CFE en sus esfuerzos por identificar, evaluar y planificar para la implementación de todas las medidas rentables de la Red Eléctrica Inteligente “al mayoreo” disponibles para la compañía
- La CRE deberá de respaldar a CFE en el desarrollo y la publicación de un calendario para la instalación de medidores inteligentes para los consumidores , de acuerdo con un plan de transición aprobado
- En conjunto con la CRE y otros interesados, CFE deberá de desarrollar y publicar un plan de transición detallado para cambiar a los clientes con medidores inteligentes a tarifas que emplean precios dinámicos
- La CRE deberá de respaldar a CFE para que desarrolle un plan que integre los medidores inteligentes de calidad para instalación mayorista en el proceso de instalación mayorista para compensar con precisión la generación de los recursos en el sitio de los clientes durante periodos con altos costos de producción
- La CRE deberá de identificar barreras de mercado remanentes y recomendar una legislación a la SENER

Todas las recomendaciones para respaldar la eficiencia de operación de CFE están precedidas por “CFE” en las siguientes discusiones.

4.4.2.1.1 Recomendación CFE- 1: La CRE deberá de respaldar la creación y realización de un proceso de planeación de múltiples partes para la planeación e implementación de la Red Eléctrica Inteligente.

El desarrollo exitoso de la Red Eléctrica Inteligente requerirá la actividad coordinada de múltiples entidades. Deberá de desarrollarse un plan estratégico para la Red Eléctrica Inteligente en un proceso participativo, abierto para garantizar que todas las mejores ideas sean consideradas y que México asegure el interés y la participación de inversionistas.

Como un punto de partida, es razonable que CFE proponga un plan estratégico en borrador de acuerdo con la Estrategia Nacional de Energía, con la supervisión y participación de la SENER, CRE, SHCP y SE⁸⁷. Después, de manera importante, el plan deberá de ser revisado en un proceso público, con los comentarios, la discusión y las

⁸⁷ La Secretaría de Economía es responsable de las Normas Oficiales Mexicanas.

críticas que se soliciten de muchas partes. El proceso deberá de involucrar no sólo a dependencias gubernamentales, sino también a interesados como proveedores de Red Eléctrica Inteligente, suministradores de energía renovable, defensores de la privacidad, fabricantes de electrodomésticos, institutos de investigación, academias, etc. El objeto del proceso público será desarrollar un plan estratégico que sea transparente para la comunidad de la Red Eléctrica Inteligente y refleje, en la medida de lo posible, las consideraciones ofrecidas por las partes. Sin ceder autoridad a estas otras partes, CFE, SENER, CRE, SHCP y SE pueden adoptar modificaciones y mejoras al plan propuesto que generen un producto mejorado. Además, el proceso público señalará a terceros el compromiso de México con el desarrollo de la Red Eléctrica Inteligente y alentará la participación de participantes e inversionistas nacionales e internacionales.

El objeto del proceso público será desarrollar un plan estratégico que sea transparente para la comunidad de la red eléctrica inteligente y refleje, en la medida de lo posible, las consideraciones ofrecidas por las partes.

El plan deberá de incluir las normas de la Red Eléctrica Inteligente propuestas, desarrolladas con la asistencia de organismos de normalización, para cubrir tecnologías, sus características mínimas esperadas y capacidades de comunicación.

Entre otros puntos, el plan deberá abordar estos temas:

- Una visión integral para la implementación de la Red Eléctrica Inteligente en México
- Un calendario propuesto para el despliegue de la Red Eléctrica Inteligente
- Delineación de la relación de CFE con los proveedores de la Red Eléctrica Inteligente
 - Normas
 - Prácticas de adquisición
- Acceso de consumidores y proveedores designados por los consumidores⁸⁸ a datos de la Red Eléctrica Inteligente
- Un trayecto para cambiar a las tarifas “inteligentes” para los clientes que harán posible el mercado de la Red Eléctrica Inteligente “al menudeo”
- Políticas de privacidad de datos de la Red Eléctrica Inteligente

4.4.2.1.2 Recomendación CFE- 2: La CRE deberá de requerir que todos los actores del sector energético, en colaboración con la industria y con organismos de normalización existentes, adopten y publiquen normas para la Red Eléctrica Inteligente, basándose en las experiencias de éxito en otros países.

A través de los años, se han desarrollado normas en la industria eléctrica para asegurar la interconexión eléctrica exitosa de los muchos elementos y dispositivos que componen la red eléctrica y su operación. Y ahora, la implementación de la Red Eléctrica Inteligente trae a la industria eléctrica una serie completamente nueva de desafíos relacionados con la interconexión de los elementos. La aplicación de la tecnología IT a la red eléctrica introduce muchos de los mismos desafíos que han sido exitosamente abordados en las industrias de las telecomunicaciones e informática.

⁸⁸ A través de una variedad de canales (en electrodomésticos, en la Internet, a través de compañías de servicio eléctrico, etc.), los clientes tomarán las medidas necesarias con proveedores de red eléctrica inteligente para ayudarles a gestionar el uso de la energía. (Habrán muchas variaciones que no podemos predecir. Considere cuánta música y entretenimiento es entregado hoy a través de muchos modos.) Una característica esencial de todos estos canales será que el cliente tendrá que dar permiso para que el proveedor de red eléctrica inteligente tenga acceso a los datos de consumo. Algunas veces serán datos en tiempo real; algunas veces serán datos históricos con muchos menos datos granulares. Con el fin de que todo esto funcione, la compañía de servicio público debe tener implementado un sistema que facilite el acceso a los datos, pero sólo para aquellos proveedores que hayan sido designados (aprobados) por el cliente.

Por ejemplo, damos por hecho la capacidad de un consumidor de comprar una computadora o teléfono inalámbrico y hacer que ese dispositivo se integre exitosamente a la Internet o la red pública de telecomunicaciones. Las normas y los protocolos convenidos dan a los fabricantes de dispositivos informáticos la garantía de que sus dispositivos se comunicarán con otras computadoras.

Si la Red Eléctrica Inteligente debe convertirse similarmente en “plug and play” (“enchufar y usar”), todos los actores del sector energético deben convenir, publicar y adoptar normas. La CRE deberá de encabezar el esfuerzo en México por requerir a todas las piezas clave de la industria que participen en un proceso de normalización.⁸⁹ Los participantes de la industria en México no necesitan inventar el proceso de normalización, desde luego; pueden basarse en lo que ha ocurrido antes. Existen muchos ejemplos de esfuerzos de normalización de la Red Eléctrica Inteligente en la industria eléctrica, incluyendo el proceso liderado por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología en los Estados Unidos y organismos de normalización en Europa, Canadá, Japón, China y otros países.

4.4.2.1.3 Recomendación CFE- 3: La CRE deberá de respaldar a CFE en sus esfuerzos por identificar, evaluar y planificar para la implementación de todas las medidas rentables disponibles de la Red Eléctrica Inteligente “al mayoreo” a disposición de la compañía

Alrededor del mundo, los medios informativos se han enfocado en los aspectos “más ostentosos” de la próxima Red Eléctrica Inteligente: casas inteligentes, refrigeradores sensibles, consumidores teniendo acceso remoto para controlar su casa, etc. En la práctica, estas aplicaciones de la Red Eléctrica Inteligente “al menudeo” se desarrollarán sólo en respuesta a la demanda de los consumidores y no más rápido que tal respuesta. Esto significa que cada decisión de inversión en la Red Eléctrica Inteligente, especialmente en esta primera etapa, debe tomarse con vistas a la participación futura de los clientes, aun si no se afirma la inversión instantánea en la participación de los consumidores. En otras palabras, la empresa de servicio público de energía prudente y el organismo regulador prudente preverán estos futuros desarrollos del mercado y tratarán de orientar hacia el futuro las inversiones de hoy.

Los medidores que se instalaron en 2013 para lograr ciertos objetivos (por ejemplo, conexión y desconexión remota) deberán de ser capaces de las funciones administrativas y estar diseñados de modo que puedan expandirse para alojar niveles más grandes de datos de los consumidores, para ser accesibles para los consumidores, aun si hoy en día hay poco interés de parte de los consumidores.

Los medidores que se instalaron en 2013 para lograr ciertos objetivos (por ejemplo, conexión y desconexión remota) deberán de ser capaces de las funciones administrativas y estar diseñados de modo que puedan expandirse para alojar niveles más grandes de datos de clientes, para ser accesibles para los clientes, aun si hoy en día hay poco interés de parte de los clientes

Las inversiones en la Red Eléctrica Inteligente que atraen menos atención de los medios son aquellas que hemos denominado inversiones “al mayoreo”. Estas incluyen la instalación de sensores para mejorar la telemetría, dando “visibilidad” a la empresa eléctrica de servicio público en todos los aspectos de operación de la red eléctrica. Estas inversiones pueden hacerse solas o en sintonía con los dispositivos de la Infraestructura de Medición Avanzada (AMI). Los principales beneficios incluyen⁹⁰:

⁸⁹ México tiene un Comité Nacional para emitir normas sobre la infraestructura eléctrica (para servicio público). Este Comité es presidido por la SENER y vicepresidido por la Asociación Nacional de Certificación (ANCE). Este Comité incluye representantes del gobierno federal, organizaciones de la industria, proveedores de servicios, institutos nacionales de investigación y academias. Además, existe también otro Comité Nacional dedicado a emitir normas sobre la eficiencia energética (estas pueden incluir electrodomésticos, infraestructura eléctrica para edificios). La CRE podría dar inicio a una discusión a través de ambos Comités.

⁹⁰ Aun cuando los beneficios del Medidor Inteligente son muchos, pueden ser de distinta importancia para entidades y departamentos de servicios públicos diferentes como operaciones, recaudación de impuestos, etc. -

- Detección de Interrupciones en el Suministro de Energía Eléctrica
- Gestión del Voltaje
- Restauración
- Monitoreo de la Calidad de la Energía
- Mantenimiento Preventivo de Transformadores
- Lectura precisa y con fecha y hora indicadas de los medidores
- Información precisa y con fecha y hora indicadas del consumo
- Información operacional y localización en tiempo real

Esta lista de beneficios esperados podría pulirse tras consultar a CFE (CENACE, subdirecciones de Transmisión, Distribución y Modernización, así como otras partes), SENER y comités de trabajo para determinar las características mínimas esperadas de varios dispositivos de la Red Eléctrica Inteligente.

4.4.2.1.4 Recomendación CFE- 4: La CRE con la aprobación de la SENER deberá de respaldar a CFE en el desarrollo y la publicación de un calendario para la instalación de medidores inteligentes para los clientes, de acuerdo con un plan de transición aprobado

Los medidores electrónicos digitales son la inversión clave en las tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente para captar consumidores finales. Muchas de las características de la Red Eléctrica Inteligente dependerán de la presencia de una puerta inteligente a la casa o el negocio. La Red Eléctrica Inteligente es identificada algunas veces con los medidores inteligentes. En realidad, los medidores sólo son una parte, pero una parte esencial, de la Red Eléctrica Inteligente.

En todo el mundo, las compañías de servicios públicos han comenzado a instalar medidores electrónicos nuevos que pertenecen a una clase de dispositivos conocidos como AMI. Estos medidores se distinguen de otras clases de medidores por tres características: 1) miden el consumo eléctrico en base a intervalos menores que una hora; 2) tienen un canal de comunicaciones de doble vía; y 3) pueden proporcionar datos en tiempo real o casi en tiempo real a la compañía eléctrica de servicios públicos, así como información sobre el consumo a los consumidores. Más allá de este conjunto de propiedades definitorias, los medidores AMI pueden ofrecer otras numerosas características incluyendo las capacidades de conexión/desconexión remota, reporte de alta o baja tensión inusual, capacidades sofisticadas de almacenamiento de datos, múltiples plataformas de comunicaciones, detección de manipulación, etc.

Cuando las compañías eléctricas de servicios públicos dependían exclusivamente de medidores electromecánicos, no había ninguna controversia política real planteada por la selección de medidores excepto por la precisión y la resistencia a la manipulación. Con la proliferación de características de medidores y la conectividad requerida por la Red Eléctrica Inteligente, esto ha cambiado.

Las funciones adicionales de los medidores vienen con un costo y hay muchas opciones para canales de comunicaciones. Esto significa que la selección de medidores tiene implicaciones para

Los medidores AMI se distinguen de otras clases de medidores por tres características:

- 1) miden el consumo eléctrico en base a intervalos menores que una hora;*
- 2) tienen un canal de comunicaciones de doble vía; y*
- 3) pueden proporcionar datos en tiempo real o casi en tiempo real a la compañía de servicios públicos, así como información sobre el consumo a los clientes*

Al cambiar a una Red Eléctrica Más Inteligente, México estará invitando a muchos nuevos participantes del mercado cuya entrada será impulsada por el plan de negocio de CFE. Estas consideraciones nos llevan a darnos cuenta que es prudente que CFE haga públicos sus planes de instalación de medidores AMI.

la arquitectura de toda la red eléctrica. Aquí están algunas consideraciones que deben hacerse ahora en las decisiones acerca de la infraestructura de medición:

- Costo de los medidores
- Funcionalidad de los medidores
- Mecanismo de comunicación
- Vida tecnológica de los medidores
- Capacidad de actualización
- Interconexión de proveedores de servicios
- Compatibilidad con versiones posteriores del diseño en evolución de la Red Eléctrica Inteligente
- Compatibilidad con versiones anteriores de otros sistemas de servicios públicos
- Compatibilidad con la red de comunicaciones

La elección de la tecnología y el calendario de despliegue de los medidores AMI afectarán de muchas maneras el despliegue de la Red Eléctrica Inteligente más grande, desde la infraestructura de comunicaciones hasta las aplicaciones a nivel de los consumidores. Al cambiar a una Red Eléctrica Más Inteligente, México estará invitando a muchos nuevos participantes del mercado cuya entrada será impulsada por el plan de negocio de CFE. Estas consideraciones nos llevan a darnos cuenta que es prudente que CFE haga públicos sus planes de instalación de medidores AMI. Por último, los medidores son un ejemplo específico del asunto de mayor importancia (discutido más adelante) de la necesidad de desarrollar y publicar normas para la Red Eléctrica Inteligente en México⁹¹.

La importancia de este concepto es recalcada mientras revisamos un programa de instalación de medidores emprendido recientemente por CFE. CFE ha comenzado a instalar medidores electrónicos como parte de su estrategia para reducir las pérdidas no técnicas en la red eléctrica de distribución. No hay nada malo en sí con el seguimiento de esta meta. Sin embargo, los medidores que son instalados no son medidores AMI; simplemente registran los datos de los clientes y los hacen disponibles para los lectores de medidores para que los descarguen en un dispositivo manual llevado por estos lectores. A menos que puedan actualizarse estos medidores en el futuro, es posible que CFE y sus clientes no se den cuenta de los muchos beneficios esperados en el futuro de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente.⁹²

El desafío es cómo motivar a CFE para que desarrolle y actúe de acuerdo con un plan para la instalación de medidores que atienda las necesidades de corto plazo siendo consistente al mismo tiempo con una visión de largo plazo de la Red Eléctrica Inteligente.

El desafío es cómo motivar a CFE para que desarrolle y actúe de acuerdo con un plan para la instalación de medidores que atienda las necesidades de corto plazo siendo consistente al mismo tiempo con una visión de largo plazo de la Red Eléctrica Inteligente. Es necesario desarrollar tanto incentivos positivos, como incentivos negativos. Pero sin autoridad, es difícil ver cómo se desarrollan esos incentivos.

Un planteamiento más directo sería aprobar una legislación que creara una simple directiva como la siguiente:

CFE debe desarrollar y llevar a cabo, tras consultar a la SENER, CRE y otros interesados, un plan para implementar todas las tecnologías rentables de la Red Eléctrica Inteligente. La rentabilidad será determinada por la CRE, basándose en el análisis de los datos proporcionados por CFE y otros interesados.

⁹¹ AMI podría ser un buen punto de partida para la emisión de normas de la Red Eléctrica Inteligente.

⁹² Con el tiempo será necesaria una estimación sofisticada de los costos y beneficios de la inversión en la Red Eléctrica Inteligente. Los costos son directos; los beneficios incluirán operación del sistema, confiabilidad, respuesta en caso de interrupciones en el suministro de la energía, eficiencia energética, etc.

4.4.2.1.5 Recomendación CFE- 5: En conjunto con la CRE y otros interesados, CFE deberá de desarrollar y publicar un plan de transición detallado para cambiar a los clientes con medidores inteligentes a tarifas que emplean la fijación dinámica de precios

Se ha demostrado que la fijación dinámica de precios para uso residencial de la electricidad puede traer ventajas significativas a las compañías eléctricas de servicios públicos y sus clientes. La respuesta de los consumidores producida por las tarifas según la hora de consumo reducirá el costo general del sistema, para el beneficio de todos los consumidores. Bien implementadas, las tarifas según la hora de consumo son más justas y motivarán a los consumidores a usar la electricidad de una manera más eficiente.

Sin embargo, las empresas eléctricas de servicios públicos y sus organismos reguladores se han cambiado muy lentamente a la fijación dinámica de precios para consumidores residenciales, incluso en casos donde hay medidores AMI instalados. Los motivos de este lento avance incluyen la falta de información y el temor a la resistencia de los consumidores. Los proyectos de instrucción y demostración para los consumidores pueden abordar estas preocupaciones y mejorar la aceptación de la nueva tecnología por parte de los consumidores y dar como resultado un cambio de su conducta para lograr la eficiencia energética. Pero las presiones por cambiarse a la fijación dinámica de precios están en aumento y los beneficios que se pierden están acumulándose. Existen varias formas en las que los organismos reguladores podrían introducir tarifas sensibles al tiempo de un modo que sean aceptables para los consumidores.

Existen varias maneras de hacer las tarifas sensibles al tiempo de uso. Algunas son simples, otras son complejas. La aceptación de los consumidores de una estructura de tarifas distinta a la estructura conocida de tarifas 'fija' dependerá de la capacidad del consumidor de entender la estructura y de responder a ella.

Una tarifa según el tiempo de uso de tasa fija y periodo fijo es lo más simple y es donde recomendamos a los organismos reguladores que comiencen. Por ejemplo, los niveles de tarifa son x/kWh de 11 AM hasta 8 PM y después y/kWh todas las demás horas del día. Una estructura más sofisticada (pero más difícil de recordar y por lo tanto más difícil de adaptarse a ella) tendría tres periodos de tarifa: hora punta, hora valle y fuera de la hora punta. Otra complicación sería cambiar los precios o los periodos para diferentes temporadas del año (asumiendo cambios de costo), agregando más complejidad.

Otra opción es cambiarse a la 'fijación de precios en tiempo real' en donde el precio varía con los costos del sistema en cada hora. Aun cuando esto podría ser aceptable para usuarios sofisticados, seguramente será difícil de aceptar para los consumidores pequeños.

En nuestra opinión, el cambio más grande es de las tarifas fijas a algo más. Las tarifas según la hora de consumo de dos periodos reflejan mejor los costos marginales y mejoran la eficiencia económica, aunque no de una manera tan completa como los precios en tiempo real. Pero de manera importante, es mucho más probable que una simple tarifa según la hora de consumo sea aceptada por los consumidores pequeños. La sofisticación en la estructura de las tarifas puede agregarse después.

4.4.2.1.6 Recomendación CFE- 6: La CRE deberá de respaldar a CFE para que desarrolle un plan que integre la instalación de medidores inteligentes de calidad para el proceso de instalación mayorista para compensar con precisión la generación de los recursos en el sitio de los clientes y las respuestas de demanda durante periodos con altos costos de producción

Es crucial tomar medidas necesarias para informar a los consumidores del costo real de la generación de electricidad. En particular, es importante que los consumidores se enteren más de la variabilidad de los costos de producción cuando el sistema de oferta y demanda crea una condición de escasez, lo cual ocurre durante los periodos de máxima demanda. Del mismo modo, las acciones realizadas por los consumidores, como disminuir

su demanda o usar sus recursos distribuidos durante la máxima demanda, deberán de ser compensadas en consecuencia usando los precios al mayoreo en tiempo real.

Varios países en Europa y Sudamérica, así como algunos estados en los Estados Unidos han reestructurado su sector de energía eléctrica para tener mercados mayoristas competitivos donde las fluctuaciones en el costo de generación están directamente reflejadas en los precios de la electricidad durante las operaciones cotidianas.⁹³ Aun cuando no existe un mercado mayorista competitivo de electricidad en México, CFE tiene información completa sobre sus costos marginales de generación y debería de comunicar esta información a los consumidores finales. Como parte de este proceso, CFE deberá de garantizar que la información recopilada por los medidores inteligentes es incorporada a su proceso facilitando la medición precisa de la generación y el consumo de electricidad.

CFE tiene información completa sobre sus costos marginales de generación y debería de comunicar esta información a los consumidores finales. Como parte de este proceso, CFE deberá de garantizar que la información recopilada por los medidores inteligentes es incorporada a su proceso facilitando la medición precisa de la generación y el consumo de electricidad.

4.4.2.1.7 Recomendación CFE- 7: La CRE deberá de identificar barreras de mercado pendientes y recomendar una legislación a la SENER

En respuesta a la presentación de un plan estratégico de la Red Eléctrica Inteligente y su exitosa revisión, la SENER y la SHCP podrían ofrecer los siguientes incentivos a CFE:

- Permitir vidas de depreciación más cortas para la inversión en la Red Eléctrica Inteligente por CFE
- Dar garantía de recuperación de costos para inversiones aprobadas en la Red Eléctrica Inteligente⁹⁴
- Establecer un proceso público para desarrollar una visión de la Red Eléctrica Inteligente y valorar el progreso⁹⁵

Además, la implementación de la Red Eléctrica Inteligente ofrecerá muchas oportunidades de mejoras en los servicios para el beneficio de los consumidores. Algunas de estas mejoras podrían lograrse a través de la instalación de medidores inteligentes, uso de electrodomésticos eficientes, dependencia cada vez mayor de vehículos eléctricos, mejoras en los servicios a los consumidores (incluyendo conexión/ desconexión y restauración del servicio), mejoras en el trámite de solicitudes de alta y baja, respuestas de demanda (opciones de fijación de precios, control de carga directa, etc.), reducciones en el uso y demanda de energía en hora punta, ofreciendo servicios

Trabajando con la SENER, la CRE podría tomar medidas complementarias para crear igualdad de condiciones estableciendo reglas.

prepagados y ofreciendo asistencia a los consumidores para análisis y servicios de gestión de la energía. Para permitir la ventaja de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente, la CRE podría tomar medidas complementarias para crear igualdad de condiciones estableciendo reglas para:

- respaldar la inversión por CFE para implementar las tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente
- respaldar las peticiones de reducción de pérdidas de CFE, tanto técnicas, como no técnicas, considerándose como la principal prioridad
- requerir un plan detallado de la implementación abarcando varias ubicaciones con calendario definido para lograr los acontecimientos cruciales

⁹³ Por ejemplo, los precios al mayoreo en los mercados mayoristas de electricidad más reestructurados en los EE.UU. pueden aumentar a \$1,000 por MWh. Estos precios al mayoreo en el Electric Reliability Council of Texas (ERCOT) pueden incluso llegar a \$5,000 por MWh. El mercado de electricidad de Australia es una excepción donde los precios al mayoreo pueden llegar a más de \$12,000 por MWh.

⁹⁴ Por la SCHP.

⁹⁵ Se recomienda que sea emprendido por la SENER.

- alentar los programas piloto en varios distritos para identificar áreas con las necesidades más grandes⁹⁶
- alentar a CFE para que desarrolle medidas de desempeño para las eficiencias y reducciones de costos obtenidas en la operación y reportar sobre estas eficiencias y reducciones con regularidad
- Con el apoyo de la SHCP, permitir una recuperación más rápida de los costos de capital por varias inversiones

⁹⁶ La CRE, basándose en los resultados finales de los programas, podría dar retroalimentación importante a la SENER y la SHCP a fin de desarrollar políticas y justificar las propuestas presupuestarias.

4.4.2.2 ESTRATEGIAS DE REGULACIÓN PARA MEJORAR LA OPERACIÓN DE LOS PARTICIPANTES EXTERNOS INDEPENDIENTES DE LA INDUSTRIA

Resumen de Recomendaciones

- **La CRE deberá de desarrollar y expresar su visión sobre la participación de terceros en la Red Eléctrica Inteligente al menudeo**
- **La CRE deberá de desarrollar una regulación y establecer reglas que reconozcan la dependencia cada vez mayor de la planeación y operación de la Red Eléctrica Mexicana en los recursos renovables de terceros como hidroeléctrica, eólica, solar, biomasa, etc., con características diversas**
- **La CRE deberá de desarrollar una regulación y establecer reglas que requieran más dependencia de los recursos complementarios de terceros como la respuesta a la demanda, instalaciones de almacenamiento de energía y recursos de generación de gas natural de reserva**
- **La CRE deberá de establecer opciones de precios y un mecanismo de incentivo de pago para atraer recursos no convencionales (pago de capacidad y energía vs. pago de energía solamente)**
- **Bajo la dirección de la SENER, la CRE deberá de desarrollar y expresar una regulación con respecto al acceso de terceros a los datos de los consumidores**
- **La CRE deberá de hacer recomendaciones legislativas para alentar la inversión en la Red Eléctrica Inteligente a través de una política informada sobre impuestos e inversión**
- **La CRE deberá de respaldar a la SENER en el desarrollo de propuestas a la legislación a fin de eliminar cualquier barrera a la interconexión de los proveedores de la Red Eléctrica Inteligente**

Todas las recomendaciones para respaldar la eficiencia de operación de los Proveedores Externos están precedidas por “TPP” en las siguientes discusiones.

4.4.2.2.1 Recomendación TPP- 1: La CRE deberá de desarrollar y expresar su visión sobre la participación de terceros en la Red Eléctrica Inteligente al menudeo

En los últimos años, el sector de energía eléctrica de México ha evolucionado para hacer posible que los generadores independientes de energía abastezcan a consumidores a través de Acuerdos de Adquisición de Energía (AAE) con CFE a nivel mayorista. Todavía no se han materializado actividades similares a nivel minorista. Sin embargo, a medida que la Red Eléctrica Inteligente se desarrolla, habrá oportunidades para que terceros proporcionen servicios a los clientes en el otro extremo del sistema de entrega – en el establecimiento de los consumidores.

En cuanto a la oferta, esperamos que los proveedores externos suministren generación distribuida y almacenamiento, principalmente energía solar fotovoltaica y solar térmica a consumidores residenciales y comerciales pequeños. Se ofrecerá a los consumidores comerciales e industriales más grandes la generación distribuida, pero también instalaciones combinadas de calor y energía (CHP).

En cuanto a la demanda, pronosticamos la provisión externa de medidas tradicionales de eficiencia energética, pero también servicios de gestión de la energía doméstica. Más adelante, muchos dispositivos eléctricos domésticos serán capaces de proporcionar servicios auxiliares a CFE. Todo esto requerirá el desarrollo de un mercado de terceros, donde los inversionistas reconozcan una oportunidad de ganar en sus inversiones. Esto da lugar al modo primario en el cual la CRE puede estimular el desarrollo de la Red Eléctrica Inteligente: garantizando que haya pocas barreras regulatorias para la participación de terceros.

Trabajando con la SENER, es razonable que la CRE establezca reglas para crear una igualdad de condiciones para que los terceros se involucren en algunos aspectos de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente.

Trabajando con la SENER, es razonable que la CRE establezca reglas para crear una igualdad de condiciones para que los terceros se involucren en algunos aspectos de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente.

Las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente y la modernización del sistema llevan muchos años y requieren una inversión significativa. Históricamente, muchos gobiernos han mantenido y expandido su industria eléctrica a través de la financiación pública. Sin embargo, más y más gobiernos están dependiendo de sociedades públicas/privadas y el sector privado, tanto locales, como internacionales, para participar en nuevas inversiones. México ha seguido esta tendencia por muchos años y terceras partes están involucradas en la inversión para expandir la industria eléctrica. Esta es una política que trae nuevas inversiones y puede incluso alentar un enfoque más específico hacia ciertos tipos de tecnología como opciones de recursos no convencionales y generación distribuida.

Aun cuando la dependencia en tales recursos no convencionales puede complementar la operación de los recursos de generación existentes, podrían esperarse otros desafíos. En particular, los recursos renovables, particularmente la generación eólica, pueden crear desafíos únicos de planeación y operación de la transmisión; el viento suele soplar más durante los periodos de baja demanda de electricidad, la generación eólica introduce variabilidad e incertidumbre y el viento normalmente es más abundante en lugares remotos lejos de los centros poblacionales. Por lo tanto, como se discutió en el Capítulo 3, los operadores deben encontrar nuevas formas de abordar los asuntos operativos con respecto a entrega, pronóstico y requerimiento de servicios auxiliares, correcto modelado y normas de interconexión.

Se recomienda que la CRE, en colaboración con CFE, identifique las diferencias en los requisitos de integración entre los recursos no convencionales y los recursos de generación existentes de México. Después, deberá de establecerse un reglamento apropiado para enriquecer la integración de los nuevos recursos a la red eléctrica sin imponer ningún impedimento a esta integración. En particular, bajo ciertas condiciones, podrían establecerse exenciones operativas para los nuevos recursos por un periodo de tiempo limitado para reducir los impactos financieros para los desarrolladores de los nuevos recursos de energía renovable.

Se recomienda que la CRE, en colaboración con CFE, identifique las diferencias en los requisitos de integración entre los recursos no convencionales y los recursos de generación existentes de México.

Además, la CRE deberá de desarrollar reglas para:

- alentar al sector privado, tanto local, como internacional, para que participe en la nueva inversión en las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente y los recursos de generación no convencionales
- alentar un enfoque más centrado hacia ciertos tipos de tecnología, como las opciones de generación distribuida, y en varios distritos con las necesidades más grandes de servicios eléctricos
- recomendar que la SENER y la SHCP permitan la recuperación más rápida del gasto de capital por varias inversiones por inversionistas externos⁹⁷
- trabajar con CFE para enriquecer la integración de los nuevos recursos a la red eléctrica eliminando impedimentos para la integración total
- trabajar con CFE para identificar las diferencias operativas que existen entre los recursos nuevos y sus recursos de generación existentes y requerir la exención de los recursos no convencionales de ciertos requisitos de planeación y operación sin comprometer la confiabilidad y seguridad del sistema

⁹⁷ Existe una competencia legal similar en la legislación con respecto a la energía renovable; esta podría extenderse a la Red Eléctrica Inteligente.

- esperar que CFE, bajo ciertas condiciones⁹⁸, exenten a los nuevos recursos de los requisitos operacionales importantes al menos durante los primeros años de su operación

4.4.2.2 Recomendación TPP-2: La CRE deberá de desarrollar una regulación y establecer reglas que reconozcan la dependencia cada vez mayor de la planeación y operación de la Red Eléctrica Mexicana en los recursos renovables de terceros como hidroeléctrica, eólica, solar, biomasa, etc., con características diversas

Los recientes avances tecnológicos han mejorado las características de operación y han reducido los requisitos de inversión de los recursos renovables. Como resultado de ello, los recursos renovables ahora son vistos como un componente integral de la cartera de fuentes de suministro abordando al mismo tiempo los objetivos ambientales nacionales. Por lo tanto, deberá establecerse un reglamento apropiado que reconozca las características y la limitación de estos recursos sin imponer ningún impedimento de operación e inversión a la integración de estos recursos⁹⁹. En particular, bajo ciertas condiciones, podrían establecerse exenciones de operación para los recursos nuevos por un periodo de tiempo limitado para reducir las cargas financieras para los desarrolladores de los nuevos recursos.

4.4.2.3 Recomendación TPP-3: La CRE deberá de desarrollar una regulación y establecer reglas que reconozcan la dependencia de los recursos complementarios de terceros como la respuesta a la demanda, instalaciones de almacenamiento de energía y recursos de generación de gas natural de reserva

Los avances en las tecnologías de comunicación y automatización han dado oportunidades únicas a terceros para que incrementen la eficiencia en el uso de la electricidad a través de la capacidad de respuesta de los consumidores a varios incentivos monetarios. Deberá establecerse un reglamento apropiado para eliminar todas las barreras que desalienten a los proveedores externos de ofrecer soluciones basadas en el mercado a los consumidores.

4.4.2.4 Recomendación TPP-4: La CRE deberá de establecer opciones de precios y un mecanismo de incentivo para atraer recursos no convencionales (pago de capacidad y energía vs. pago de energía)

Es posible que no sean necesarios incentivos adicionales para atraer algunos de los recursos alternativos, como plantas grandes de recursos renovables, para expansión en México. Sin embargo, los recursos renovables más pequeños, particularmente aquellos que tienen que estar ubicados en centros poblacionales dentro del sistema de distribución, pueden requerir incentivos monetarios, como tasa fijas por un largo periodo de tiempo. Para estos recursos, incluso puede ser posible establecer cierta compensación por la capacidad disponible¹⁰⁰ acompañada con un flujo de pagos por la energía mientras la electricidad es generada durante un largo periodo de tiempo. Estas políticas podrían pulirse con el tiempo para cumplir con las metas nacionales de corto plazo, así como de largo plazo establecidas por los legisladores.

4.4.2.5 Recomendación TPP-5: Bajo la dirección de la SENER, la CRE deberá de desarrollar y expresar una regulación con respecto al acceso de terceros a los datos de los consumidores

⁹⁸ Estas condiciones se explican en la sección 4.2.4.6.

⁹⁹ La CRE está trabajando actualmente en un nuevo reglamento para reconocer el crédito de las energías renovables con respecto a la confiabilidad del sistema.

¹⁰⁰ La CRE está desarrollando un nuevo reglamento que reconoce el crédito de capacidad de las plantas de energía solar fotovoltaica. Este reconocimiento tiene un impacto económico positivo para proyectos privados.

Las terceras partes requerirán tener acceso a los datos de los consumidores. El desarrollo exitoso de la Red Eléctrica Inteligente significa que debe haber un equilibrio entre el acceso y la protección de esos datos, los cuales podrían ser considerados muy confidenciales por los consumidores. Si es demasiado difícil tener acceso a los datos y usarlos, se suprimirá el crecimiento de la participación de terceros en la Red Eléctrica Inteligente¹⁰¹. Si las protecciones de los consumidores son inadecuadas, el abuso en el acceso de terceros o las violaciones de la seguridad de los datos desanimarán la aceptación de los consumidores y su participación en la Red Eléctrica Inteligente al menudeo.

En resumen, en tanto que la privacidad de la información de los consumidores es esencial, deberán tomarse medidas necesarias para permitir el acceso oportuno a la información si se obtiene con anticipación la autorización de los consumidores. En particular, la CRE deberá garantizar que el proceso para obtener la autorización de los consumidores no sea fastidioso y que CFE proporcione la información dentro de un periodo de tiempo razonable.

4.4.2.2.6 Recomendación TPP-6: La CRE deberá de hacer recomendaciones legislativas para alentar la inversión en la Red Eléctrica Inteligente a través de una política informada sobre impuestos e inversión

México tiene la meta ambiciosa de implementar las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente y lograr más de 16,000 MW de recursos renovables para el año 2026. Aun cuando los recursos renovables estarán proporcionando una cantidad significativa de diversidad a la combinación de combustibles del país y mejorarán la calidad del medio ambiente, algunos recursos renovables tienen dificultades económicas para competir con los principales recursos basados en combustibles fósiles bien establecidos. Los recursos renovables en pequeña escala, particularmente aquellos que se adaptan mejor a las necesidades de la población en áreas urbanas, pueden requerir más asistencia financiera durante varios años antes de llegar a ser autosuficientes. La SENER y la SHCP deben establecer incentivos monetarios a través de mandatos de ley para fomentar la implementación de la Red Eléctrica Inteligente e incrementar la capacidad por los recursos renovables. Como se hace en los EE.UU. y algunos países europeos, podrían darse estos incentivos por un número limitado de años para garantizar el éxito en la implementación de los programas.

Los recursos renovables en pequeña escala, particularmente aquellos que se adaptan mejor a las necesidades de la población en áreas urbanas, pueden requerir más asistencia financiera durante varios años antes de llegar a ser autosuficientes.

4.4.2.2.7 Recomendación TPP-7: La CRE deberá de respaldar a la SENER en el desarrollo de una legislación a fin de eliminar cualquier barrera a la interconexión de los proveedores de la Red Eléctrica Inteligente

Existen varias barreras al desarrollo de la Red Eléctrica Inteligente que deberían de ser identificadas y eliminadas. Por ejemplo, los cuellos de botella en la transmisión son la principal barrera para las plantas de recursos renovables de gran escala que se encuentran lejos de los centros poblacionales.

¹⁰¹ Una de las grandes piezas clave del rápido crecimiento de los teléfonos celulares y la comercialización de dispositivos móviles es la capacidad de los proveedores de telecomunicaciones de prestar inmediatamente a los clientes un servicio nuevo, cambios de número en el lugar, cambios de servicio y plan, etc. Compare eso con la instalación y reparación de los teléfonos fijos. El crecimiento en la Red Eléctrica Inteligente 'al menudeo' dependerá de la similitud en la facilidad de uso. Si la interfaz entre CFE y los proveedores externos se parece al negocio de telefonía fija, se desalentarán la aceptación y el aumento de los clientes. Si, más bien, CFE proporciona una plataforma en donde la integración de los proveedores de servicios externos esté libre de irregularidades, el crecimiento será acelerado.

Además, esperar que los proveedores de la Red Eléctrica Inteligente—muchos de ellos representando recursos intermitentes—reúnan los mismos requisitos de operación que los esperados de los recursos de generación convencionales pueden desalentar a estos recursos de la interconexión en la red eléctrica mexicana.

Hay también barreras que desalientan la ubicación de recursos de generación renovable distribuida en las áreas urbanas. Del mismo modo, la falta de opciones apropiadas de fijación de precios o una compensación adecuada de las respuestas de los consumidores son elementos que disuaden el fomento de un programa efectivo de respuesta a la demanda en cualquier territorio de servicio de la empresa eléctrica. Deben tomarse medidas para estudiar estos recursos de la Red Eléctrica Inteligente, identificar las barreras para su interconexión e implementar políticas que alienten más interconexión de estos recursos a la red eléctrica mexicana.

Deben tomarse medidas para estudiar estos recursos de la Red Eléctrica Inteligente, identificar las barreras para su interconexión e implementar políticas que alienten más interconexión de estos recursos a la red eléctrica mexicana

4.4.2.3 ESTRATEGIAS DE REGULACIÓN PARA BENEFICIAR EL DESARROLLO DE LOS RECURSOS RENOVABLES

Resumen de Recomendaciones

- **Desarrollar una referencia de precios para la energía y varios servicios auxiliares y poner esta información a disposición del público**
- **Desarrollar el Índice de Costos de Expansión de la transmisión por Área, Zona, etc. y poner esta información a disposición del público**
- **Definir las Zonas Competitivas de Energía Renovable por tecnología (es decir, viento y solar) y poner esta información a disposición del público**
- **Definir la responsabilidad de costos para actualizaciones de la red que sean motivadas como resultado de la interconexión de los recursos renovables**
- **Crear una lista pública (Lista de espera) de los recursos renovables actualmente en operación y planeados, su ubicación, punto de interconexión, fecha comercial esperada de la operación, etc. y el estado más reciente de cada proyecto planeado**
- **Requerir la revisión del Manual de Interconexión existente de CFE para abordar varias tecnologías renovables**
- **Requerir la revisión del Acuerdo de Interconexión de CFE el cual aborda y/o exenta a los recursos renovables de ciertas obligaciones por el tipo de tecnología**
- **Desarrollar una nueva metodología y una justificación de las nuevas instalaciones de transmisión basándose en la coordinación del proceso de planeación de la transmisión y la interconexión de los recursos renovables**

Todas las recomendaciones para respaldar el Desarrollo de los Recursos Renovables están precedidas por “DRR” en las siguientes discusiones.

4.4.2.3.1 Recomendación DRR-1: Desarrollar una referencia de precios para la energía y varios servicios auxiliares y poner esta información a disposición del público

Para enriquecer el desarrollo de los recursos renovables por terceras partes en México, son cruciales la transparencia del mercado y el acceso fácil a la información relacionada con el mercado. En particular, deberán fijarse precios representativos por localidad que reflejen los servicios de electricidad y los servicios auxiliares en varias ubicaciones dentro del sistema de CFE¹⁰². Estos precios deberán de estar públicamente disponibles y ser de fácil acceso para los interesados. Con respecto a los servicios auxiliares, no existe un mercado donde los desarrolladores privados podrían participar y la única referencia de precios es la tarifa básica de CFE. Esta falta de mercado de servicios auxiliares es una gran oportunidad para crear nuevas opciones de participación privada.

4.4.2.3.2 Recomendación DRR-2: Desarrollar el Índice de Costos de Expansión de la transmisión por Área, Zona, etc. y poner esta información a disposición del público

Con el fin de construir los recursos renovables más económicos, los nuevos desarrolladores de plantas de generación tendrán que saber las diferencias de costo y la necesidad de transmisión que puede surgir basándose en sus ubicaciones seleccionadas. Esta información deberá de ser calculada por CFE y estar fácilmente disponible para los desarrolladores¹⁰³.

¹⁰² La referencia de precios para la energía se ha discutido en el Reporte de la Tarea 1. Tenemos ahora el cálculo de CTCP y entendemos la ventaja de tener el Proxy LMP propuesto.

¹⁰³ CFE (Departamento de Planeación) deberá de estar equipado con la información y herramientas necesarias para hacerlo.

4.4.2.3.3 Recomendación DRR-3: Definir las Zonas Competitivas de Energía Renovable por tecnología (es decir, viento y solar) y poner esta información a disposición del público

Se establecen Zonas Competitivas de Energía Renovable en varios lugares para facilitar proactivamente el desarrollo de los recursos renovables. En particular, Texas es el pionero en esta área de los Estados Unidos donde la terminación del primer conjunto de líneas de transmisión para finales del 2013 incrementará la capacidad de transferencia a casi 10,000 MW desde el oeste de Texas hasta varios centros poblacionales. Del mismo modo, podrían definirse Zonas Competitivas de Energía Renovable en México reflejando el potencial más alto por tipo específico de tecnología como viento o solar. En colaboración con CFE, deberá de producirse esta información y estar disponible para los desarrolladores de recursos, reflejando las prioridades establecidas por la CRE en el tipo de tecnología y ubicaciones apropiadas para expandir estos recursos de la manera más económica.

En colaboración con CFE, deberá de producirse información sobre las Zonas Competitivas de Energía Renovable y estar disponible para los desarrolladores de recursos, reflejando las prioridades establecidas por la CRE en el tipo de tecnología y ubicaciones apropiadas para expandir estos recursos de la manera más económica.

4.4.2.3.4 Recomendación DRR-4: Definir la responsabilidad de costos para actualizaciones de la red que sean motivadas como resultado de la interconexión de los recursos renovables

Los nuevos desarrolladores de plantas de generación deberán de contar con información de calidad para inversiones acerca de la necesidad de actualizaciones de transmisión que varían basándose en sus ubicaciones seleccionadas para construir los nuevos recursos renovables más económicos. Esta información deberá ser recopilada por CFE y estar fácilmente disponible para los desarrolladores.

4.4.2.3.5 Recomendación DRR-5: Crear una lista pública (Lista de espera) de los recursos renovables actualmente en operación y planeados, su ubicación, punto de interconexión, fecha comercial esperada de la operación, etc. y el estado más reciente de cada proyecto planeado

Para ayudar a los nuevos desarrolladores de plantas de generación en la selección de la ubicación más económica para su proyecto, deberá de crearse una lista pública que refleje todos los recursos renovables existentes, recursos en construcción y recursos planeados para el futuro cercano con información útil que refleje cada proyecto. Esta información deberá ser recopilada por CFE y estar fácilmente disponible para los desarrolladores.

La lista pública deberá ser recopilada por CFE y estar fácilmente disponible para los desarrolladores

4.4.2.3.6 Recomendación DRR-6: Requerir la revisión del Manual de Interconexión existente de CFE para abordar varias tecnologías renovables

CFE deberá perfeccionar su Manual de Interconexión existente para reflejar las diferencias que existen entre varios tipos de tecnologías renovables. Es importante establecer los requisitos de límites contra la capacidad del proyecto. Esta perfección deberá de proporcionar claridad en varios requisitos técnicos y operativos esperados por CFE y mejorar la toma de

Establecer los requisitos de límites contra la capacidad del proyecto.

decisiones de los nuevos desarrolladores en la selección de los recursos más económicos de instalar¹⁰⁴.

4.4.2.3.7 Recomendación DRR-7: Requerir la revisión del Acuerdo de Interconexión de CFE el cual aborda y/o exenta a los recursos renovables de ciertas obligaciones por el tipo de tecnología

Los organismos reguladores, en colaboración con el operador del sistema eléctrico, deberán identificar las diferencias entre los recursos no convencionales y los recursos de generación existentes. Deberá establecerse un reglamento apropiado para enriquecer la integración de los nuevos recursos a la red eléctrica sin imponer ningún impedimento para la integración total. En particular, bajo ciertas condiciones, podrían establecerse exenciones operativas para los nuevos recursos por un periodo de tiempo limitado para reducir los impactos financieros para los desarrolladores de los nuevos recursos.

CFE ha tomado en consideración algunas de las diferencias operacionales en los recursos renovables para desarrollar sus Acuerdos de Interconexión. Sin embargo, no ha identificado claramente varias diferencias entre los diversos recursos renovables y en consecuencia no ha establecido los requisitos correspondientes. El Acuerdo de Interconexión y el Manual de Interconexión existentes deberán ser revisados para identificar claramente los requisitos por tecnología. Debe hacerse un intento por exentar a algunos de estos recursos de ciertas obligaciones si esta acción no compromete la operación y confiabilidad del sistema.

4.4.2.3.8 Recomendación DRR-8: Desarrollar una nueva metodología y una justificación de las nuevas instalaciones de transmisión basándose en la coordinación del proceso de planeación de la transmisión y la interconexión de los recursos renovables

Las áreas potenciales para los recursos de viento más económicos normalmente se encuentran lejos de los centros poblacionales. En contraste, las áreas urbanas tienen un gran potencial para el desarrollo de paneles solares en el techo. En ambos casos, la red de transmisión y distribución existente debe ser incrementada para abordar el desarrollo de las metas selectivas de alcance nacional para los recursos renovables. Esto podría lograrse desarrollando una nueva metodología y una justificación de las nuevas instalaciones de transmisión basándose en la coordinación del proceso de planeación de la transmisión y la interconexión de los recursos renovables.

4.4.2.4 ESTRATEGIAS DE REGULACIÓN PARA BENEFICIAR A LOS USUARIOS FINALES Y MEJORAR LA SATISFACCIÓN

Resumen de Recomendaciones

- **La CRE deberá de requerir que CFE haga inversiones “útiles en todo caso” en la Red Eléctrica Inteligente que enfatizan la detección de interrupciones en el suministro de energía eléctrica, la mala calidad de la energía, las condiciones del transformador de distribución antes de la falla, etc.**
- **La CRE deberá de supervisar el desarrollo por parte de CFE de las normas técnicas “plug and play” para que los dispositivos de la Red Eléctrica Inteligente permitan el involucramiento de los clientes**
- **Proporcionar información adicional sobre la facturación de los consumidores , así como proporcionar a consumidores seleccionados información innovadora y ampliada sobre la facturación como la que es ofrecida por varios proveedores que prestan servicios públicos**

¹⁰⁴ Se discute en el Capítulo 3.

- Bajo la dirección de la CRE, CFE deberá considerar la contratación de un proveedor de plataforma de la Red Eléctrica Inteligente para una prueba de gran escala
- La CRE deberá de considerar la promoción de opciones de respuesta a la demanda para consumidores sensibles a los precios a fin de participar en los mercados de energía y servicios auxiliares
- La CRE deberá de considerar opciones de precios y un mecanismo de incentivos para los consumidores finales a fin de atraer recursos renovables de pequeña escala (pago de capacidad vs. pago de energía)
- La CRE deberá de desarrollar un reglamento que incentive los recursos distribuidos en los centros poblacionales (Generación Distribuida, Almacenamiento de Energía, Electrodomésticos y Vehículos Eléctricos)
- La CRE, en colaboración con otras autoridades, deberá de comenzar a introducir nuevas estructuras de tarifas: una Red Eléctrica Inteligente requiere “tarifas inteligentes”
- La CRE deberá de empezar a publicar los impactos de la Red Eléctrica Inteligente en las interrupciones en el suministro de energía eléctrica en áreas con penetración significativa de la Red Eléctrica Inteligente
- La CRE deberá de planear y llevar a cabo programas de instrucción para los consumidores a fin de presentar los beneficios de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente

Todas las recomendaciones para beneficiar a los usuarios finales están precedidas por “USER” en las siguientes discusiones.

4.4.2.4.1 Recomendación USER-1: La CRE deberá de requerir a CFE que haga inversiones “útiles en todo caso” en la Red Eléctrica Inteligente que enfatizen la detección de interrupciones en el suministro de energía eléctrica, la mala calidad de la energía, las condiciones del transformador de distribución antes de la falla, etc.

Suelen introducirse políticas nuevas para abordar las deficiencias identificadas después de evaluar los servicios de los primeros consumidores. Esto incluye políticas para mejorar el uso eficiente de la energía, mejorar la calidad del medio ambiente y lograr ahorros a largo plazo para los consumidores. Estas políticas van desde la dependencia sobre recursos renovables distribuidos hasta las opciones de fijación de precios para alentar el uso más eficiente de la electricidad, así como políticas para restaurar interrupciones en el suministro de energía eléctrica o abordar solicitudes del servicio de una manera oportuna.

La tecnología de la Red Eléctrica Inteligente da la oportunidad significativa de alentar a los consumidores mejorando al mismo tiempo su experiencia con el consumo de la electricidad. Deberá pulirse el reglamento para aprovechar al máximo estas oportunidades. Por ejemplo, podría alentarse a los consumidores a involucrarse en las actividades de respuesta a la demanda a través de su sensibilidad a los precios y respuestas pasivas en la participación en los mercados de energía y servicios auxiliares. Puede alentarse a algunos consumidores a que instalen recursos distribuidos (generación distribuida, almacenamiento de energía, etc.) en su sitio, usen electrodomésticos más eficientes, o adquieran vehículos eléctricos que dependen de la generación fuera de la hora punta para cargar su batería.

Para tener en cuenta mejores precios y una participación más proactiva de los consumidores en la gestión de la energía, los consumidores deberán estar enterados de las fluctuaciones en los precios en términos de mayoreo. Como se discutió antes, esto podría hacerse mediante la integración, incorporando la información recopilada por los medidores inteligentes en el proceso de instalación al mayoreo de CFE. La CRE deberá promover proactivamente las

Para tener en cuenta mejores precios y una participación más proactiva de los consumidores en la gestión de la energía, los consumidores deberán estar enterados de las fluctuaciones en los precios en términos de mayoreo.

siguientes políticas:

- proporcionar incentivos atractivos a los consumidores para que participen en las actividades de respuesta a la demanda, mercados de energía y servicios auxiliares;
- proporcionar incentivos atractivos a los consumidores para que instalen recursos distribuidos (generación distribuida, almacenamiento de energía, etc.) en su sitio, usen electrodomésticos más eficientes, o adquieran vehículos eléctricos que dependan de la generación fuera de la hora punta para cargar su batería;
- respaldar a CFE para que desarrolle medidas de desempeño de la calidad del servicio y reporte con frecuencia el tiempo que se lleva en restaurar interrupciones en el suministro de energía eléctrica y/o aborde las solicitudes de servicios de clientes de acuerdo con el entorno de la Red Eléctrica Inteligente; y
- requerir a CFE que incorpore la información recopilada por los medidores inteligentes en su proceso de instalación e informe a los clientes de las fluctuaciones en los precios.

4.4.2.4.2 Recomendación USER-2: La CRE deberá supervisar el desarrollo por parte de CFE de las normas técnicas “plug and play” para que los dispositivos de la Red Eléctrica Inteligente permitan el involucramiento de los consumidores

El éxito con la Red Eléctrica Inteligente dependerá, entre otras cosas, de la capacidad de numerosos actores de coordinar sus actividades en áreas técnicas: empresas de servicios públicos, fabricantes, proveedores, compañías de servicios de energía, establecimientos minoristas y, por último, consumidores. Este requisito naturalmente da lugar a la noción de las normas para la Red Eléctrica Inteligente.

La falta de normas técnicas claras para los Dispositivos de la Red Eléctrica Inteligente creará un cuello de botella para la inversión en la Red Eléctrica Inteligente mientras que gigantes como Siemens, IBM, Cisco, ABB, Alstom, General Electric y Schneider Electric, además de cientos de empresas más pequeñas, están desarrollando sus estrategias de inversión en torno a la Red Eléctrica Inteligente.

La necesidad de claridad en las especificaciones técnicas se aplica a toda la cadena de valor: desde el hardware de la Red Eléctrica Inteligente “al mayoreo” y “al menudeo”, hasta el equipo de comunicaciones y los protocolos, hasta los sistemas de control, electrodomésticos inteligentes y dispositivos de consumo. Considere el desafío que enfrentan los fabricantes si los protocolos de comunicaciones y las normas de interconexión varían de un área a otra.

La situación en la Red Eléctrica Inteligente es similar a los desafíos enfrentados por muchas otras industrias, incluyendo la industria informática, la industria de las telecomunicaciones, o incluso la Internet misma. Es un fenómeno bien comprendido que la adopción de los consumidores surge de pronto solamente si los dispositivos son fáciles de conectar. Estar de acuerdo con las especificaciones técnicas en las normas garantizará que la Red Eléctrica Inteligente se convierta en “plug and play” casi del mismo modo en que los sistemas informáticos se han convertido. Protegerá a los consumidores haciendo menos probable que un artículo que compren se convierta en una tecnología sin futuro o tengan que quitar otro equipo con el fin de que funcione. Las normas también alentarán la inversión dando a los participantes la garantía de que sus productos se adaptarán a un régimen predecible de hardware y software.

Desafortunadamente, ya hay ejemplos en la Red Eléctrica Inteligente que sirven como cuentos con moraleja en esta área. Un ejemplo es Smart Grid City en Boulder, Colorado. La empresa de servicio público se dedicó a una instalación en donde muchas de las características eran para uso exclusivo del proyecto. Después de un prometedor comienzo, el proyecto se debilitó a medida que se volvía menos y menos normalizado en

comparación con el resto de la industria, la cual había estado avanzando en una trayectoria basada en normas. El resultado es una instalación de la Red Eléctrica Inteligente que no cuenta con el apoyo necesario de la industria.

4.4.2.4.3 Recomendación USER-3: Proporcionar información adicional sobre la facturación de los consumidores , así como proporcionar a consumidores seleccionados información innovadora y ampliada sobre la facturación como la que es ofrecida por varios proveedores que prestan servicios públicos

La información sobre la conducta de consumo y su análisis puede compartirse con los consumidores para enriquecer su proceso de toma de decisiones y dar como resultado un uso más eficiente de la electricidad. Esta información puede proporcionarse a los consumidores a través de recibos mensuales o a través de la comunicación directa en tiempo real con los consumidores. Se ha demostrado que proporcionar los datos de consumo detallados y el análisis a los consumidores, particularmente en comparación con algunos usuarios promedio en un área de servicio específica, es un modo eficaz de alentarlos a usar la electricidad con sensatez.¹⁰⁵ De la misma manera, el envío instantáneo de mensajes y la comunicación por internet con los consumidores pueden proporcionar información útil con respecto al estado del sistema eléctrico, ocurrencias de precios altos y posibilidades de emergencias que puedan alentar a los consumidores a reducir su consumo o involucrarse en la gestión del uso de la energía.

4.4.2.4.4 Recomendación USER-4: Bajo la dirección de la CRE, CFE deberá considerar la contratación de un proveedor de plataforma de la Red Eléctrica Inteligente para una prueba de gran escala

Numerosas empresas internacionales han desarrollado plataformas de software para facilitar la participación de los consumidores en la Red Eléctrica Inteligente. Estas plataformas de software también proporcionan el servicio de un sistema de gestión de información, permitiendo que las empresas de servicios públicos realicen análisis útiles de las grandes cantidades de información típicamente recopilada de manera rutinaria por los medidores inteligentes.

CFE deberá revisar los costos y beneficios de emplear este software en relación con la instalación de los medidores inteligentes en un ensayo lo suficientemente grande. La plataforma de software dará una oportunidad para que los consumidores de CFE se involucren rápidamente en los aspectos de la Red Eléctrica Inteligente “al menudeo”. El ensayo también informará la eventual decisión de CFE en cuanto a expandir el uso de este software o desarrollarlo internamente.

4.4.2.4.5 Recomendación USER-5: La CRE deberá de considerar la promoción de opciones de respuesta a la demanda para consumidores sensibles a los precios a fin de que participen en los mercados de energía y servicios auxiliares

Un sector eléctrico sano requiere respuestas efectivas de los consumidores a través de programas bien pensados y eficaces. Este sistema da como resultado el uso más eficiente de la electricidad y evita la expansión innecesaria de la capacidad proporcionando al mismo tiempo a los operadores del sistema herramientas adecuadas para gestionar de manera confiable y segura su sistema eléctrico. La CRE puede seguir políticas actualmente implementadas en diferentes países para enriquecer las respuestas de los consumidores. Estas políticas incluyen introducir opciones de fijación de precios como el tiempo de uso o los precios dinámicos; permitir la respuesta a la demanda como un recurso disponible para que el operador atienda la necesidad de

¹⁰⁵ Las compañías de servicio de gestión de la energía han tenido mucho éxito en varias ciudades de los EE.UU. trabajando con empresas de servicios públicos reguladas para informar a sus clientes sobre su conducta de consumo y alentándolos a asumir un papel proactivo para usar la electricidad de una manera más eficiente.

energía y servicios auxiliares; y proporcionar incentivos para alentar a los consumidores a depender de los servicios distribuidos a fin de satisfacer sus necesidades de electricidad o vender energía a CFE.

A través de sus reglas, la CRE deberá de alentar la respuesta a la demanda de los usuarios finales a fin de satisfacer la demanda del sistema de electricidad y servicios auxiliares. Para incentivar a los consumidores, la CRE podrá requerir a CFE que compense las actividades de respuesta a la demanda a los precios de mercado máximos durante condiciones difíciles del mercado o emergencias del sistema. Estas políticas podrían pulirse con el tiempo para cumplir con las metas nacionales de corto y largo plazo.

4.4.2.4.6 Recomendación USER-6: La CRE deberá de considerar opciones de precios y un mecanismo de incentivos para los consumidores finales a fin de atraer recursos renovables de pequeña escala (pago de capacidad vs. pago de energía)

Los recursos renovables más pequeños, particularmente aquellos que tienen que ubicarse en centros poblacionales dentro del sistema de distribución, pueden requerir estímulos financieros para incentivar a los clientes para que instalen estos recursos de generación distribuida. Los paneles de energía solar fotovoltaica en los techos y algunos pequeños recursos de generación de respaldo son buenos ejemplos de estos recursos. Los incentivos como tasas fijas por un periodo de tiempo extendido pueden ser eficaces para los consumidores finales. Para estos recursos, incluso puede ser posible establecer cierta compensación por la capacidad disponible acompañada con el flujo de pagos por la energía mientras se genera la electricidad durante un periodo de tiempo largo¹⁰⁶. Estas políticas podrían pulirse con el tiempo para cumplir con las metas nacionales de corto y largo plazo.

4.4.2.4.7 Recomendación USER-7: La CRE deberá de desarrollar un reglamento que fomente los recursos distribuidos en los centros poblacionales (Generación Distribuida, Almacenamiento de Energía, Electrodomésticos y Vehículos Eléctricos)

Del mismo modo, los consumidores finales, quienes cumplen cierto nivel de demanda, podrían ser alentados por el reglamento establecido por la CRE para instalar/vender su generación excedente al operador del sistema a fin de cumplir con la demanda de electricidad y servicios auxiliares del sistema. Para incentivar a los consumidores, la CRE podrá requerir a CFE que establezca capacidades de medición e incluso compense estos recursos a los precios de mercado máximos durante condiciones difíciles de mercado o emergencias del sistema. Estas políticas podrían pulirse con el tiempo para cumplir con las metas nacionales de corto y largo plazo establecidas por los legisladores.

Para incentivar a los consumidores, la CRE podrá requerir a CFE que establezca capacidades de medición e incluso compense estos recursos a los precios de mercado máximos durante condiciones difíciles de mercado o emergencias del sistema

4.4.2.4.8 Recomendación USER-8: La CRE, en colaboración con otras autoridades, deberá de comenzar a introducir nuevas estructuras de tarifas: una Red Eléctrica Inteligente requiere “tarifas inteligentes”

¹⁰⁶ La CRE está desarrollando un reglamento nuevo para reconocer el crédito de capacidad de la energía solar fotovoltaica.

Durante muchas décadas, los consumidores de electricidad no tenían información real sobre los precios para gestionar su consumo de electricidad. En contraste, la tecnología de la Red Eléctrica Inteligente proporciona una oportunidad única de permitir a los consumidores responder a los precios de la electricidad y gestionar mejor su presupuesto de electricidad y mejorar su experiencia con el consumo de electricidad. De hecho, la inversión en la Red Eléctrica Inteligente al menudeo no será efectiva si las empresas de servicios públicos continúan con servicios basados en “tarifas no inteligentes”. Deberán introducirse opciones de precios o “tarifas inteligentes” y un mecanismo de incentivos para los consumidores interesados a fin de que mejoren su uso eficiente de la electricidad. Estas tarifas inteligentes pueden incluir opciones de precios como Tiempo de Uso (TOU), Precios en Hora Punta (PTP), Precios en Tiempo Real (RTP) y Precios Dinámicos. Estas opciones de precios se basan mejor en las condiciones del mercado y los costos de generación y pueden ofrecerse a los consumidores con medidores inteligentes. Es posible y preferible introducir estas opciones de precios de una manera que sea aceptable para los consumidores. La CRE deberá de promover proactivamente las siguientes políticas:

Las tarifas inteligentes pueden incluir opciones de precios como Tiempo de Uso (TOU), Precios en Hora Punta (PTP), Precios en Tiempo Real (RTP) y Precios Dinámicos.

- desarrollar precios al mayoreo por localidad cada cinco minutos más o menos y poner estos precios a disposición del público
- requerir el desarrollo de opciones de precios, que puedan basarse en los precios al mayoreo, en colaboración con la SHCP, para alentar a los consumidores a usar la electricidad de un modo más eficiente

4.4.2.4.9 Recomendación USER-9: La CRE deberá de empezar a publicar los impactos de la Red Eléctrica Inteligente en las interrupciones en el suministro de energía eléctrica en áreas con penetración significativa de la Red Eléctrica Inteligente

La aceptación y el compromiso de los consumidores de la Red Eléctrica Inteligente “al menudeo” requerirán esfuerzos significativos por educar a los clientes. Un componente eficaz de ese esfuerzo de educación será explicar las consecuencias favorables de la Red Eléctrica Inteligente observadas en los programas piloto de la Red Eléctrica Inteligente. Si la Red Eléctrica Inteligente está correctamente implementada, deberá haber muchas historias de “buenas noticias” acerca de la mejora en la calidad de la energía, reducción en el número de interrupciones en el suministro de energía eléctrica, etc. La CRE, SENER y CFE deberán de garantizar que esas historias sean contadas al público.

4.4.2.4.10 Recomendación USER-10: La CRE deberá planear y llevar a cabo programas de instrucción para los consumidores, a fin de presentar los beneficios de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente

Se ha demostrado que la información ayuda a los consumidores a tomar decisiones informadas con respecto a su uso de varios artículos y servicios. La electricidad no está exenta de esta regla y, en una era de Red Eléctrica Inteligente, la información jugará un papel crucial para enriquecer la toma de decisiones de los consumidores. Sin embargo, antes del uso generalizado de los medidores inteligentes por los consumidores, es crucial que la CRE se involucre en programas de instrucción de los consumidores para informarlos sobre los beneficios de la implementación de la Red Eléctrica Inteligente y las formas en que pueden aprovechar la tecnología de la Red Eléctrica Inteligente.

Es crucial que la CRE se involucre en programas de instrucción de los consumidores para informarlos sobre los beneficios de la implementación de la Red Eléctrica Inteligente y las formas en que pueden aprovechar la tecnología de la Red Eléctrica Inteligente

La CRE deberá de obtener retroalimentación de los consumidores y otros interesados para establecer un programa de instrucción de los consumidores con hechos clave específicos y medidas de desempeño para valorar su progreso.

4.4.2.5 ESTRATEGIAS DE REGULACIÓN PARA COMPARTIR LOS COSTOS Y BENEFICIOS DE LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE

Resumen de Recomendaciones

- **Desarrollar un valor de “costo evitado” para ahorros de las aplicaciones de la Red Eléctrica Inteligente al menudeo**
- **Considerar la planificación en etapas en un cambio de estructura de tarifas “top 20” a la tarifa ToU a medida que los medidores AMI son introducidos**
- **Dirigir la instalación inicial de los medidores AMI a consumidores con servicio TOU bajo mandato y poner el servicio TOU a disposición de cualquier consumidor que elija tener un dispositivo AMI**

Todas las recomendaciones de regulación para compartir los costos y beneficios de la Red Eléctrica Inteligente están precedidas por “CBSG” en las siguientes discusiones.

4.4.2.5.1 Recomendación CBSG-1: Desarrollar un valor de “costo evitado” para ahorros de las aplicaciones de la Red Eléctrica Inteligente al menudeo

Correctamente implementada, la Red Eléctrica Inteligente resultará ser un medio muy eficaz para mejorar el uso eficiente de la red eléctrica. Para aplicaciones de la Red Eléctrica Inteligente tanto “al mayoreo”, como “al menudeo”, conocer el costo evitado de un kilowatt-hora conservado o desplazado ayudará a motivar una conducta económica en los consumidores. El costo marginal o evitado variará por la ubicación en la red eléctrica. Tener la información de costos en tiempo real en varias ubicaciones en la red eléctrica producirá ventajas para las operaciones en el corto plazo y para la planeación y el valor de nuevos proyectos de recursos renovables en el largo plazo.

Para aplicaciones de la Red Eléctrica Inteligente tanto “al mayoreo”, como “al menudeo”, conocer el costo evitado de un kilowatt-hora conservado o desplazado ayudará a motivar una conducta económica en los consumidores.

4.4.2.5.2 Recomendación CBSG-2: Considerar la planificación en etapas en un cambio de estructura de tarifas “top 20” a la tarifa ToU a medida que los medidores AMI son introducidos

En discusiones con la CRE, CFE y SENER, ha sido evidente que la abundancia de tarifas eléctricas al menudeo en México necesita una reforma. Este es un proyecto de largo plazo que requerirá decisiones muy ágiles.

El desarrollo de la Red Eléctrica Inteligente motivará, y facilitará mejoras en la precisión y sofisticación de las estructuras de tarifas enfrentadas por los consumidores. Dentro del sector residencial, los medidores inteligentes permitirán que CFE registre la demanda y el uso de energía en tiempo real, en contraste con la situación donde un lector de medidores sólo registra el uso de energía una vez al mes. Dada la variación en los costos del sistema en un día y a lo largo de las estaciones, la Red Eléctrica Inteligente permitirá a CFE ofrecer (o requerir) el uso de una tarifa con tasa diferenciada según la hora. El cobro de tarifas que reflejen los diversos costos con el tiempo presentará a los consumidores los verdaderos costos de la energía en el momento en que se usó.

El veinte por ciento (20%) de los consumidores residenciales con el uso de electricidad más alto, consumirán, en total, una fracción desproporcionada de la electricidad usada por la clase completa de consumidores residenciales. La distribución de consumidores residenciales por uso es distorsionada y pronosticaríamos que el 20 por ciento más importante de los consumidores usará al menos 40% del total de kilowatt-horas de la clase residencial. Las tarifas sensibles al tiempo serán más relevantes para los usuarios más grandes de electricidad en la clase residencial, ya que en general (pero no exclusivamente) estos son los consumidores con las casas más grandes y los medios económicos para emplear técnicas de conservación de energía y desplazamiento de carga. Por ese motivo, es probable que CFE considere que la combinación de dispositivos AMI y “tarifas inteligentes” dirigidas a este grupo de usuarios más grandes será altamente rentable desde el punto de vista del sistema.

Aunque la Red Eléctrica Inteligente facilitará el uso de estructuras de tarifas muy sofisticadas, recomendamos que las tarifas iniciales de la fijación dinámica de precios sean relativamente simples y fáciles de comprender por los consumidores. Por ejemplo, una tarifa con precios de hora punta, hora valle y fuera de la hora punta durante periodos de tiempo fijos sería un primer paso razonable para una tarifa de la fijación dinámica de precios. Con el tiempo y después de que se haya logrado la comprensión y aceptación del público de las tarifas TOU, pueden considerarse estructuras de tarifas más sofisticadas.

El enfoque “top 20” será una manera efectiva de poner la primera piedra en la fijación dinámica de precios. Una investigación sugiere que la mayoría de los consumidores prefieren las tarifas según la hora de uso después de que tienen experiencia con ellas. Después de la introducción de las tarifas para los consumidores más grandes, que puede ocasionar alguna socialización, probablemente aumentará la suscripción voluntaria de los consumidores más pequeños.

4.4.2.5.3 Recomendación CBSG-3: Dirigir la instalación inicial de los medidores AMI a consumidores con servicio TOU bajo mandato y poner el servicio TOU a disposición de cualquier consumidor que elija tener un dispositivo AMI

Como se explicó antes, la aplicación más rentable de los medidores inteligentes será con los usuarios de electricidad más grandes en cualquier clase de consumidores. Alinear la instalación de los medidores inteligentes y una tarifa TOU con los consumidores más grandes en una clase es una manera razonable de dirigir la instalación de medidores AMI a su uso más rentable.

La instalación de medidores inteligentes para reducir pérdidas no técnicas deberá de seguir el mismo patrón: garantizar que los clientes más grandes tengan los medidores inteligentes. Las redes inalámbricas malladas permitirán “brincarse” la instalación de los medidores inteligentes.

Por otro lado, no hay ningún motivo para restringir la tarifa TOU a los consumidores más grandes en una clase de consumidores. Los clientes que no estén en el escalón de arriba de usuarios tendrán la posibilidad de elegir recibir un medidor inteligente y tener tarifas TOU.

4.4.2.6 ESTRATEGIAS DE REGULACIÓN PARA PROTEGER LA INFORMACIÓN Y PRIVACIDAD DE LOS USUARIOS FINALES

4.4.2.6.1 Visión General del Marco Legal Mexicano Antes de la Reforma Energética

Antes de la Reforma Energética de 2013, no había ninguna disposición que rigiera las actividades de la Red Eléctrica Inteligente en México y, por lo tanto, la protección de la privacidad y la información personal que se relaciona con la Red Eléctrica Inteligente no había sido regulada.

ESTA revisó la legislación general vigente en el momento del estudio con el fin de determinar primero la entidad competente para emitir el reglamento específico y después establecer un marco para las obligaciones generales y la trayectoria que debe seguirse para llevar a cabo el citado reglamento.

En términos generales, el Artículo 1 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)¹⁰⁷ incorporó dentro de su texto, el 10 de junio de 2011, el concepto de Derechos Humanos, con el propósito de proporcionar un alcance y relevancia que no había hasta esa fecha. Del mismo modo, el artículo 6, secciones II y III, de la CPEUM establece los principios y bases para el ejercicio de los derechos humanos en cuanto a la información y privacidad de la siguiente manera:

- II. *La información que se refiere a la vida privada y los datos personales será protegida en los términos y con las excepciones que fijen las leyes.*
- III. *Toda persona, sin necesidad de acreditar interés alguno o justificar su utilización, tendrá acceso gratuito a la información pública, a sus datos personales o a la rectificación de éstos.*

El Artículo 1 de la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de Particulares (LFPDPPP)¹⁰⁸ indica lo siguiente:

Artículo 1.- La presente Ley es de orden público y de observancia general en toda la República y tiene por objeto la protección de los datos personales en posesión de los particulares, con la finalidad de regular su tratamiento legítimo, controlado e informado, a efecto de garantizar la privacidad y el derecho a la autodeterminación informativa de las personas.

Puede deducirse de lo anterior que la LFPDPPP regula sólo la información personal en posesión de particulares; sin embargo, el artículo 40 de esta legislación indica lo siguiente:

Artículo 40.- La presente Ley constituirá el marco normativo que las dependencias deberán observar, en el ámbito de sus propias atribuciones, para la emisión de la regulación que corresponda, con la coadyuvancia del Instituto.

Con respecto a esto, los artículos 77 y 78 de la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de Particulares (LFPDPPP)¹⁰⁹ establecen lo siguiente:

Artículo 77. Cuando la dependencia competente, atendiendo a las necesidades que advierta sobre el sector que regule, determine la necesidad de normar el tratamiento de datos personales en posesión de los particulares, podrá, en el ámbito de sus competencias, emitir o modificar regulación específica, en coadyuvancia con el Instituto.

Del mismo modo, cuando el Instituto, como resultado del ejercicio de sus responsabilidades, advierte la necesidad de emitir o modificar el reglamento específico para regular el manejo de la información personal en una actividad o sector determinados, puede proponer un plan preliminar a la dependencia competente.

Artículo 78.- Para la elaboración, emisión y publicación de la regulación a que se refiere el artículo 40 de la Ley, la dependencia y el Instituto establecerán los mecanismos de coordinación correspondientes.

¹⁰⁷ Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)

¹⁰⁸ Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares (LFPDPPP).

¹⁰⁹ Reglamento de la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares (LFPDPPP).

En todos los casos, la dependencia y el Instituto, en el ámbito de sus atribuciones, determinarán las disposiciones que normen el tratamiento de datos personales en el sector o actividad que corresponda.

Es importante tomar en consideración que estas facultades que surgen de la LFPDPPP y el RLFPDPPP están limitadas a la emisión de la regulación relacionada con la información personal en posesión de los particulares en el ámbito de las responsabilidades específicas de las autoridades competentes.

No obstante, la CRE tiene también la autoridad de establecer lineamientos que concuerden con los mecanismos de autorregulación de la materia regulada en el área de protección de la información personal en posesión de los particulares de conformidad con el artículo 44 de la LFPDPPP el cual establece:

Artículo 44.- Las personas físicas o morales podrán convenir entre ellas o con organizaciones civiles o gubernamentales, nacionales o extranjeras, esquemas de autorregulación vinculante en la materia que complementen lo dispuesto por la presente Ley. Dichos esquemas deberán contener mecanismos para medir su eficacia en la protección de los datos, consecuencias y medidas correctivas eficaces en caso de incumplimiento.

Los esquemas de autorregulación podrán traducirse en códigos deontológicos o de buena práctica profesional, sellos de confianza u otros mecanismos y contendrán reglas o estándares específicos que permitan armonizar los tratamientos de datos efectuados por los participantes y facilitar el ejercicio de los derechos de los titulares. Dichos esquemas serán notificados de manera simultánea a las autoridades sectoriales correspondientes y al Instituto.

En otras palabras, existe un marco regulatorio general, que regula la protección de la información personal, así como la privacidad de cierta información. Sin embargo, debe emitirse una regulación específica.

Con el fin de hacerlo, es necesario definir el marco regulatorio que sea aplicable y determinar qué entidad tiene la autoridad específica para emitir dicha regulación.

Del mismo modo, el artículo 33 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (LOAPF¹¹⁰), secciones I, III, X y XII regula las diversas responsabilidades y facultades de la Secretaría de Energía con respecto al desarrollo y la implementación de la Red Eléctrica Inteligente. Estas secciones establecen lo siguiente:

Existe un marco regulatorio general, que regula la protección de la información personal, así como la privacidad de cierta información. Sin embargo, debe emitirse una regulación específica.

Es necesario definir el marco regulatorio que sea aplicable y determinar qué entidad tiene la autoridad específica.

- I. Establecer y conducir la política energética del país, así como supervisar su cumplimiento con prioridad en la seguridad y diversificación energéticas, el ahorro de energía y la protección del medio ambiente, para lo cual podrá, entre otras acciones y en términos de las disposiciones aplicables, coordinar, realizar y promover programas, proyectos, estudios e investigaciones sobre las materias de su competencia;*
- III. Conducir y supervisar la actividad de las entidades paraestatales sectorizadas en la Secretaría, así como la programación de la exploración, explotación y transformación de los hidrocarburos y la generación de energía eléctrica y nuclear, con apego a las disposiciones aplicables;*

¹¹⁰ Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (LOAPF).

- X. *Promover el ahorro de energía, regular y, en su caso, expedir normas oficiales mexicanas sobre eficiencia energética, así como realizar y apoyar estudios e investigaciones sobre ahorro de energía, estructuras, costos, proyectos, mercados, precios y tarifas, activos, procedimientos, reglas, normas y demás aspectos relacionados;*
- XII. *Regular y, en su caso, expedir normas oficiales mexicanas sobre producción, comercialización, compraventa, condiciones de calidad, suministro de energía y demás aspectos que promuevan la modernización, eficiencia y desarrollo del sector, así como controlar y vigilar su debido cumplimiento;*

La citada autoridad es ejercida por la SENER a través de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) la cual, de conformidad con el Artículo 1 de la Ley de la Comisión Reguladora de Energía (LCRE¹¹¹), es un organismo independiente de la SENER, que tiene autonomía en sus decisiones, administración, operación y aspectos técnicos. Por lo tanto, es necesario referirse a las facultades de la CRE en los asuntos de la Red Eléctrica Inteligente.

En relación a las secciones I a IV, así como el último párrafo del artículo 2 de la LCRE, se indica que la CRE mantendrá como su propósito, la promoción del desarrollo eficiente de las siguientes actividades:

- I. *El suministro y venta de energía eléctrica a los usuarios del servicio público;*
- II. *La generación, exportación e importación de energía eléctrica, que realicen los particulares;*
- III. *La adquisición de energía eléctrica que se destine al servicio público;*
- IV. *Los servicios de conducción, transformación y entrega de energía eléctrica, entre las entidades que tengan a su cargo la prestación del servicio público de energía eléctrica y entre éstas y los titulares de permisos para la generación, exportación e importación de energía eléctrica;*

En el cumplimiento de su objeto, la Comisión contribuirá a salvaguardar la prestación de los servicios públicos, fomentará una sana competencia, protegerá los intereses de los usuarios, propiciará una adecuada cobertura nacional y atenderá a la confiabilidad, estabilidad y seguridad en el suministro y la prestación de los servicios.

Asimismo, el artículo 3 de la LCRE establece que con el fin de cumplir con su propósito, la CRE tendrá varias responsabilidades, de las cuales se pone énfasis en lo que se establece en las secciones I a VI, XII a XVI y XXII, en relación con el desarrollo de regulaciones referentes a la Red Eléctrica Inteligente, incluyendo la relacionada con la protección de la información personal, así como la privacidad de la información.

- I. *Participar en la determinación de las tarifas para el suministro y venta de energía eléctrica¹¹²;*
- II. *Aprobar los criterios y las bases para determinar el monto de las aportaciones de los gobiernos de las entidades federativas, ayuntamientos y beneficiarios del servicio público de energía eléctrica, para la realización de obras específicas, ampliaciones o modificaciones de las existentes, solicitadas por aquellos para el suministro de energía eléctrica;*

¹¹¹ Ley de la Comisión Reguladora de Energía (LCRE).

¹¹² Aunque la CRE tiene el derecho de participar en el proceso para determinar las tarifas eléctricas, esto no es una obligación, por lo tanto la CRE no ha podido ejercer su derecho hasta ahora debido a que la obligación es de acuerdo con otras dependencias gubernamentales, como la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

- III. *Verificar que en la prestación del servicio público de energía eléctrica, se adquiriera aquella que resulte de menor costo para las entidades que tengan a su cargo la prestación del servicio público y ofrezca, además, óptima estabilidad, calidad y seguridad para el sistema eléctrico nacional;*
- IV. *Aprobar las metodologías para el cálculo de las contraprestaciones por la adquisición de energía eléctrica que se destine al servicio público;*
- V. *Aprobar las metodologías para el cálculo de las contraprestaciones por los servicios de conducción, transformación y entrega de energía eléctrica¹¹³;*
- VI. *Opinar, a solicitud de la Secretaría de Energía, sobre la formulación y seguimiento del programa sectorial en materia de energía; sobre las necesidades de crecimiento o sustitución de capacidad de generación del sistema eléctrico nacional; sobre la conveniencia de que la Comisión Federal de Electricidad ejecute los proyectos o que los particulares sean convocados para suministrar la energía eléctrica y, en su caso, sobre los términos y condiciones de las convocatorias y bases de licitación correspondientes;*
- XII. *Otorgar y revocar los permisos y autorizaciones que, conforme a las disposiciones legales aplicables, se requieran para la realización de actividades reguladas;*
- XIII. *Aprobar y expedir modelos de convenios y contratos de adhesión para la realización de actividades reguladas;*
- XIV. *Expedir y vigilar el cumplimiento de las disposiciones administrativas de carácter general, aplicables a las personas que realicen actividades reguladas;*
- XV. *Proponer a la Secretaría de Energía actualizaciones al marco jurídico en el ámbito de su competencia, así como los términos en los que la Comisión pueda participar con las dependencias competentes en la formulación de los proyectos de iniciativas de leyes, decretos, disposiciones reglamentarias y normas oficiales mexicanas relativas a las actividades reguladas;*
- XVI. *Llevar un registro declarativo y con fines de publicidad, sobre las actividades reguladas.*
- XXII. *Las demás que le confieran las leyes reglamentarias del Artículo 27 Constitucional y otras disposiciones jurídicas aplicables.*

Con el fin de emitir la regulación aplicable a la Red Eléctrica Inteligente, debe tomarse en consideración el artículo 8 de la LCRE, el cual establece lo siguiente:

ARTÍCULO 8.- Las disposiciones administrativas de carácter general que dicte la Comisión, tales como criterios de aplicación general, lineamientos generales y metodologías, que deban observar las personas que realicen actividades reguladas, podrán ser expedidos mediante el procedimiento de consulta pública que establezcan las disposiciones reglamentarias.

De acuerdo con la regulación establecida en los artículos 36 al 39 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, SENER, considerando los criterios y lineamientos de la política energética nacional y escuchando la opinión de CFE, expedirá los permisos de las actividades reguladas a través de la CRE para autoabastecimiento, cogeneración, producción independiente, producción pequeña, importación y / o exportación de electricidad.

¹¹³ Esto se aplica sólo para PIE.

Por lo tanto, la CRE puede emitir claramente disposiciones administrativas de carácter general que se relacionen con el desarrollo y la operación de la Red Eléctrica Inteligente, pero también que se relacionen con el tratamiento adecuado de la información personal que sea obtenida o intercambiada.

Lo siguiente es la causa justa, con el propósito de considerar a la CRE como una entidad que desarrolla el marco regulatorio que tiene previsto la regulación adecuada de las operaciones y los servicios de la Red Eléctrica Inteligente:

- a) El uso y la aplicación de la Red Eléctrica Inteligente en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) generarán un alto impacto en la determinación de las tarifas para el suministro y la compra de energía eléctrica. La CRE participa en la determinación de estas tarifas.
- b) El uso de la Red Eléctrica Inteligente en el SEN permitirá a la CRE verificar que en la prestación del servicio público de energía eléctrica, el servicio el cual da como resultado un costo más bajo para las entidades encargadas de la prestación del servicio público, sea eficazmente adquirido y garantice óptima estabilidad, calidad y seguridad para el SEN.
- c) A través de la Red Eléctrica Inteligente, la CRE puede aprobar el método para calcular compensaciones para la adquisición de energía eléctrica destinada para el servicio público.

Algunos mecanismos a través de los cuales la CRE podría regular indirectamente la Red Eléctrica Inteligente, son los siguientes: i) Acuerdo de Interconexión para Energías Renovables y el Sistema de Energía de Cogeneración de pequeña y mediana escala, ii) Métodos para determinar el soporte de capacidad de fuentes renovables para el SEN, y; iii) Acuerdo de Interconexión.

Si para ese asunto, la LFPDPPP se refiere específicamente a información en posesión de particulares, existe una disposición específica para la protección de la información personal que se aplica a entidades gubernamentales. Esta disposición específica es muy concisa y se encuentra en el Capítulo IV de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental (LFTAIPG¹¹⁴) referente a la Protección de la información personal. Los Artículos 20 a 26, del capítulo mencionado indican lo siguiente:

Artículo 20. Los sujetos obligados¹¹⁵ serán responsables de los datos personales y, en relación con éstos, deberán:

I. Adoptar los procedimientos adecuados para recibir y responder las solicitudes de acceso y corrección de datos, así como capacitar a los servidores públicos y dar a conocer información sobre sus políticas en relación con la protección de tales datos, de conformidad con los lineamientos que al respecto establezca el Instituto o las instancias equivalentes previstas en el Artículo 61;

¹¹⁴ Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información (LFTAIPG).

¹¹⁵ Artículo 3. Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:

...XIV. Sujetos obligados:

- a) El Poder Ejecutivo Federal, la Administración Pública Federal y la Procuraduría General de la República;
- b) El Poder Legislativo Federal, integrado por la Cámara de Diputados, la Cámara de Senadores, la Comisión Permanente y cualquiera de sus órganos;
- c) El Poder Judicial de la Federación y el Consejo de la Judicatura Federal;
- d) Los órganos constitucionales autónomos;
- e) Los tribunales administrativos federales y
- f) Cualquier otro órgano federal.

II. Tratar datos personales sólo cuando éstos sean adecuados, pertinentes y no excesivos en relación con los propósitos para los cuales se hayan obtenido;

III. Poner a disposición de los individuos, a partir del momento en el cual se recaben datos personales, el documento en el que se establezcan los propósitos para su tratamiento, en términos de los lineamientos que establezca el Instituto o la instancia equivalente a que se refiere el Artículo 61;

IV. Procurar que los datos personales sean exactos y actualizados;

V. Sustituir, rectificar o completar, de oficio (automáticamente), los datos personales que fueren inexactos, ya sea total o parcialmente, o incompletos, en el momento en que tengan conocimiento de esta situación y

VI. Adoptar las medidas necesarias que garanticen la seguridad de los datos personales y eviten su alteración, pérdida, transmisión y acceso no autorizado.

Artículo 21. Los sujetos obligados no podrán difundir, distribuir, o comercializar los datos personales contenidos en los sistemas de información, desarrollados en el ejercicio de sus funciones, salvo que haya mediado el consentimiento expreso, por escrito o por un medio de autenticación similar, de los individuos a que haga referencia la información.

Artículo 22. No se requerirá el consentimiento de los individuos para proporcionar los datos personales en los siguientes casos:

I. (Se deroga).

II. Los necesarios por razones estadísticas, científicas o de interés general previstas en ley, previo procedimiento por el cual no pueden asociarse los datos personales con el individuo a quien se refieran;

III. Cuando se transmitan entre sujetos obligados o entre dependencias y entidades, siempre y cuando los datos se utilicen para el ejercicio de facultades propias de los mismos;

IV. Cuando exista una orden judicial;

V. A terceros cuando se contrate la prestación de un servicio que requiera el tratamiento de datos personales. Dichos terceros no podrán utilizar los datos personales para propósitos distintos a aquellos para los cuales se les hubieren transmitido y

VI. En los demás casos que establezcan las leyes.

Artículo 23. Los sujetos obligados que posean, por cualquier título, sistemas de datos personales, deberán hacerlo del conocimiento del Instituto o de las instancias equivalentes previstas en el Artículo 61, quienes mantendrán un listado actualizado de los sistemas de datos personales.

Artículo 24. Sin perjuicio de lo que dispongan otras leyes, sólo los interesados o sus representantes podrán solicitar a una unidad de enlace o su equivalente, previa acreditación, que les proporcione los datos personales que obren en un sistema de datos personales. Aquella deberá entregarle, en un plazo de diez días hábiles contados desde la presentación de la solicitud, en formato comprensible para el

solicitante, la información correspondiente, o bien, le comunicará por escrito que ese sistema de datos personales no contiene los referidos al solicitante.

La entrega de los datos personales será gratuita, debiendo cubrir el individuo únicamente los gastos de envío de conformidad con las tarifas aplicables. No obstante, si la misma persona realiza una nueva solicitud respecto del mismo sistema de datos personales en un periodo menor a doce meses a partir de la última solicitud, los costos se determinarán de acuerdo con lo establecido en el Artículo 27.

Artículo 25. Las personas interesadas o sus representantes podrán solicitar, previa acreditación, ante la unidad de enlace o su equivalente, que modifiquen sus datos que obren en cualquier sistema de datos personales. Con tal propósito, el interesado deberá entregar una solicitud de modificaciones a la unidad de enlace o su equivalente, que señale el sistema de datos personales, indique las modificaciones por realizarse y aporte la documentación que motive su petición. Aquella deberá entregar al solicitante, en un plazo de 30 días hábiles desde la presentación de la solicitud, una comunicación que haga constar las modificaciones o bien, le informe de manera fundada y motivada las razones por las cuales no procedieron las modificaciones.

Artículo 26. Contra la negativa de entregar o corregir datos personales, procederá la interposición del recurso a que se refiere el Artículo 50. También procederá en el caso de falta de respuesta en los plazos a que se refieren los artículos 24 y 25.

Además de lo que se establece en la LFTAIPG, existe también una disposición adicional aplicable a las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal como la siguiente:

1. Reglamento de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.
2. Los lineamientos que deben ser cumplidos por las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, en la recepción, trámite, procedimiento, resolución y notificación de solicitudes para la corrección de información personal hechas por particulares (Diario Oficial de la Federación, fechado el martes 6 de abril de 2004).
3. Lineamientos para la Protección de Información Personal (Diario Oficial de la Federación, fechado el viernes 30 de septiembre de 2005).

Las disposiciones internacionales que podrían considerarse como prácticas adecuadas están mencionadas en el Resumen de las Iniciativas Internacionales de la Red Eléctrica Inteligente de este Reporte.

La Red Eléctrica Inteligente toma en cuenta la recopilación, transferencia, uso y disponibilidad de la información personal que fluye a través del SEN y que indudablemente requiere la emisión de disposiciones administrativas de carácter general en el área de protección de la información personal y privacidad a nombre de la CRE, con el apoyo del Instituto Federal de Acceso a la Información y Protección de Datos (IFAI¹¹⁶).

De conformidad con el artículo 40 de la LFPDPPP y el artículo 77 del RLFPDPPP, no sólo porque el sector regulado tenga necesidades específicas, sino porque el ejercicio de los derechos humanos a la privacidad y la protección de su información está garantizado, establecido en el artículo sexto de la Constitución.

¹¹⁶ Instituto Federal de Acceso a la Información (IFAI).

4.4.2.7 RECOMENDACIONES

La información de los clientes y la privacidad deberán ser una parte integral de cualquier política exitosa para alentar el desarrollo de la Red Eléctrica Inteligente. Esta sección identifica los requisitos mínimos para garantizar la privacidad de los clientes y la seguridad de la información permitiendo al mismo tiempo el acceso a la información de mercado que podría ser usada por terceros (proveedores) para valorar las necesidades de los consumidores e introducir productos y servicios innovadores.

Resumen de Recomendaciones

- **En conjunto con otras dependencias mexicanas de derechos del consumidor, la CRE deberá de desarrollar una Directiva de los Consumidores sobre los Derechos de la Red Eléctrica Inteligente que detalle la privacidad, el acceso a la información y el control de los consumidores sobre el uso de los datos de energía de los consumidores**
- **La CRE deberá de guiar a la CFE en la creación de una campaña de educación de los consumidores que trate temas de los clientes de la Red Eléctrica Inteligente, especialmente temas de privacidad**
- **La CRE deberá de desarrollar un Código de Conducta Voluntario de la industria, disponible para CFE y todos los proveedores de servicios de la Red Eléctrica Inteligente**
- **La CRE y CFE deberán de revisar la aplicabilidad en México de una iniciativa similar a la iniciativa “Green Button” en los Estados Unidos**
- **Garantizar que el historial de información de consumo de los consumidores sea fácilmente accesible por terceros y proveedores de gestión de la energía, si el cliente lo autoriza**

Discusión de Recomendaciones

4.4.2.7.1 Recomendación PRIV - 1: En conjunto con otras dependencias mexicanas de derechos del consumidor, la CRE deberá de desarrollar una Directiva de los Consumidores sobre los Derechos de la Red Eléctrica Inteligente que detalle la privacidad, el acceso a la información y el control de los consumidores sobre el uso de los datos de energía de los consumidores

Las preocupaciones sobre la privacidad han estado presentes durante largo tiempo en muchos países que desarrollan la Red Eléctrica Inteligente. Es muy importante abordar este tema al principio del desarrollo de la Red Eléctrica Inteligente, antes de que sea imposible dar marcha atrás.

Antes del desarrollo de las tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente, se han desarrollado leyes nacionales concernientes al uso de los derechos de privacidad de los clientes¹¹⁷. Como hemos recalado, el crecimiento de la Red Eléctrica Inteligente requerirá un equilibrio entre el acceso de los consumidores a los datos, el acceso autorizado de los proveedores a esos datos y la protección de esos datos. Dificultar mucho el acceso a los datos podría ocasionar que los datos no lleguen a las manos de los proveedores, incluso aquellos autorizados por los clientes para que usen los datos a su nombre.

La CRE tiene las facultades de emitir las directivas y en cualquier caso podría ser respaldada por el IFAI y la Secretaría de Economía. Esta acción deberá de ir acompañada de un código de conducta, más adelante discutido, que detalle exactamente la forma en que las piezas clave en la Red Eléctrica Inteligente implementarán

¹¹⁷ Como un ejemplo este año, el IFAI ha impuesto multas por \$2 millones de dólares a una persona física y cuatro entidades privadas, incluyendo un importante banco (Banamex) y un gimnasio (Sport City), entre otros.

el permiso, la protección y el uso de los datos. La CRE deberá de trabajar con la SENER y CFE en el logro de este objetivo.

4.4.2.7.2 Recomendación PRIV-2: La CRE deberá de guiar a la CFE en la creación de una campaña de educación de los consumidores que trate temas de los clientes de la Red Eléctrica Inteligente, especialmente temas de privacidad

Con el tiempo, la Red Eléctrica Inteligente cambiará significativamente el modo de pensar y actuar de los clientes con respecto a la energía. Los visionarios de la industria pronostican un sector eléctrico que es cambiado por la Red Eléctrica Inteligente casi de la misma manera en que la Internet ha cambiado la forma en que nos comunicamos, recibimos las noticias, hacemos compras, realizamos nuestras operaciones bancarias, compramos entretenimiento, escuchamos la radio, etc.

Los consumidores todavía no están muy familiarizados con los conceptos de la Red Eléctrica Inteligente: estamos en el comienzo de un largo periodo de desarrollo de la comprensión de los clientes. Sin tratar de transmitir el impacto eventual de la Red Eléctrica Inteligente, es importante comenzar a transmitir a los clientes la reseña básica de lo que viene. Es crucial dar forma a ese mensaje antes de que el control del mensaje pase a otros. Esto es especialmente cierto en el tema de la privacidad, el cual tendrá serias consecuencias no planeadas si no se aborda de manera adecuada.

Recomendamos que la CRE proporcione orientación y apoyo a la CFE en la creación de una campaña de educación de largo plazo a fin de instruir a los clientes sobre los aspectos de la Red Eléctrica Inteligente, especialmente los que tienen que ver con el tratamiento de los datos privados de los clientes.

4.4.2.7.3 Recomendación PRIV-3: La CRE deberá de ayudar en el desarrollo de un Código de Conducta Voluntario de la industria, disponible para todos los proveedores de servicios de la Red Eléctrica Inteligente

La CRE siempre debe equilibrar la facilidad de acceso a los datos de los clientes con las protecciones de privacidad y seguridad. Si no se logra este equilibrio, se impedirá el desarrollo de la Red Eléctrica Inteligente (más probablemente) o habrá abusos de la información de los clientes.

Recomendamos que la CRE encabece un esfuerzo por desarrollar un Código de Conducta Voluntario que pueda ser adoptado por una entidad pública o privada que participe en la Red Eléctrica Inteligente. A medida que comience a desarrollarse el interés y la conciencia de los consumidores en cuanto a la Red Eléctrica Inteligente “al menudeo”, será más útil tener un código de conducta impulsado por los interesados para dar confianza a los clientes sobre las prácticas de tratamiento de datos de los seguidores del código.

La información de los clientes y la privacidad están entre los temas principales cuando se trata de la implementación de los medidores inteligentes. Al mismo tiempo, el acceso a la información de consumo de los clientes, particularmente por terceros y proveedores, es clave para que los clientes se enteren de su consumo de electricidad e identifiquen formas para mejorar la eficiencia energética que den como resultado ahorros y beneficios ambientales. El desafío clave para los organismos reguladores es lograr el equilibrio correcto entre estos dos factores importantes.

De acuerdo con el artículo 44 de la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de Particulares (LFPDPPP¹¹⁸), la CRE no sólo tiene las facultades de emitir la disposición relacionada con la actividad de la Red Eléctrica Inteligente, sino que también tiene las facultades de ponerse de acuerdo con personas físicas o

¹¹⁸ Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares (LFPDPPP).

entidades privadas para emitir esquemas autovinculantes de las actividades reguladas con respecto a la información en posesión de particulares. Los esquemas autovinculantes deben incluir disposiciones que cumplan con la LFPDPPP y mecanismos que midan la efectividad de la protección de la privacidad y los datos y las acciones correctivas efectivas en caso de incumplimiento. En este caso, es importante que los esquemas autovinculantes sean desarrollados en conjunto con la industria de la Red Eléctrica Inteligente. Esperamos que una iniciativa como ésta atraiga mucho interés por parte de los participantes de la industria. Señalará la seriedad del gobierno mexicano acerca del desarrollo de la Red Eléctrica Inteligente protegiendo al mismo tiempo los derechos de los clientes.

El Departamento de Energía de los EE.UU. actualmente está patrocinando un proceso en donde participante de la industria, líderes de consumidores, empresas de servicios públicos y organismos reguladores están desarrollando un código de conducta voluntario. El código estará disponible para suscripción voluntaria por cualquier participante en la industria de la Red Eléctrica Inteligente: desde empresas de servicios públicos, hasta operadores de comunicaciones, hasta fabricantes de medidores, proveedores de software y compañías de servicio de energía. Usando la iniciativa del Departamento de Energía de los EE.UU. como una base, la siguiente lista de elementos será abordada en el Código de Conducta Voluntario para México.

1. **Derechos de los Consumidores** – Elementos que se refieren a los derechos que los consumidores tienen de acuerdo con el marco legal.
2. **Obligaciones de los terceros y proveedores** – Elementos que se refieren a los derechos que los consumidores tienen de acuerdo con el marco legal.
3. **Gestión y Responsabilidad** – Elementos que se refieren a la credibilidad de la función de privacidad de la empresa de servicio público y/o terceros.
4. **Avisos y Propósito** – Elementos que se refieren a la comunicación de las políticas aplicables y las elecciones relacionadas a los clientes.
5. **Elección y Consentimiento** – Elementos que se refieren al otorgamiento del cliente de la autorización para divulgar/compartir sus datos.
6. **Recopilación y Alcance** – Elementos que se refieren al alcance de los datos de los clientes que son recopilados y posiblemente compartidos.
7. **Uso y Retención** – Elementos que se refieren al tiempo en que deberán conservarse los datos de los clientes y el momento en que deberán destruirse.
8. **Acceso Individual** – Elementos que se refieren al acceso de los clientes a sus propios datos.
9. **Divulgación y Uso Limitativo** – Elementos que se refieren a la forma en que los datos de los clientes son compartidos con terceros.
10. **Seguridad y Salvaguardas** – Elementos que se refieren a la forma en que los datos de los clientes deberán de ser protegidos de una divulgación no autorizada.
11. **Precisión y Calidad** – Elementos que se refieren al mantenimiento de datos precisos y completos de los clientes.
12. **Apertura, Monitoreo y Cumplimiento Exigente** – Elementos que se refieren a la educación de los clientes y las quejas.

4.4.3 MECANISMOS DE INCENTIVOS REGULATORIOS E INDUSTRIALES

Se necesitan innovadores incentivos regulatorios y de mercado para facilitar el progreso hacia las metas nacionales de mediano y largo plazo del sector energético en México. Estos mecanismos pueden incluir recuperación más rápida de los costos de inversión, bonificaciones económicas o incentivos fiscales, como créditos fiscales para inversión y producción, resultantes de los logros mensurables de las metas nacionales de México.

El desarrollo de la Red Eléctrica Inteligente requerirá identificar varios mecanismos de incentivos para incrementar el progreso hacia las diferentes metas locales y nacionales. En particular, estos incentivos deben ajustarse para atraer piezas clave importantes con diversos intereses, las cuales pueden incluir empresas de servicios públicos, terceros y usuarios finales, a fin de dedicarse a actividades que faciliten el logro de esas metas locales y nacionales.

4.4.3.1 POSIBLES INCENTIVOS PARA LA CFE

Puede introducirse una disposición que aborde las deficiencias en el mecanismo de incentivos existente conforme al cual operan las empresas de servicios públicos. Esto puede incluir también aquellos para mejorar la planeación del sistema para el desarrollo de la infraestructura, la efectividad de los costos de operación, o la restauración oportuna de las interrupciones en el suministro de energía eléctrica. Los incentivos podrían incluir:

- Provisiones más altas para ciertas inversiones selectivas (instalaciones de la Red Eléctrica Inteligente, automatización de la transmisión y distribución e inversiones en tecnologías de respuesta a la demanda y almacenamiento).
- Ganancias en la eficiencia operativa que podrían reinvertirse para respaldar el proceso de implementación.
- Ahorros en la demanda máxima que podrían reinvertirse para respaldar el proceso de implementación.
- Mejoras en la eficiencia de generación y reducción de pérdidas.
- Bonos administrativos y para los empleados para seguir dando pasos importantes en la Red Eléctrica Inteligente.
- Decisiones basadas en el rendimiento para alentar las mejoras en la eficiencia y efectividad en la operación. Estas decisiones basadas en el rendimiento pueden incluir políticas para mejorar la planeación del sistema para el desarrollo de la infraestructura, la efectividad de los costos de operación, o la restauración oportuna de las interrupciones en el suministro de energía eléctrica.
- Financiar programas de Investigación y Desarrollo y requerir la prueba de opciones de diseño de programas clave con programas piloto implementados particularmente en ubicaciones deseadas con mayor necesidad de mejoras.
- Explorar programas de incentivos para vehículos eléctricos y la implementación de estaciones de carga inteligentes.

4.4.3.2 POSIBLES INCENTIVOS PARA PARTICIPANTES EXTERNOS EN LA INDUSTRIA

La participación de terceros en varios aspectos del sector eléctrico se ha estado expandiendo en muchos países y regiones; los innovadores mecanismos de incentivos han jugado un papel crucial en atraer esta participación. Como se estableció anteriormente, México tiene la participación de generadores independientes de energía en su sector eléctrico; esto ha sucedido con casi ningún incentivo financiero serio. Estos generadores independientes de energía han dependido de acuerdos de adquisición de energía de largo plazo y algunas exenciones técnicas de requisitos operacionales. La participación de terceros más allá de la expansión de la capacidad y en la implementación de la Red Eléctrica Inteligente puede requerir incentivos financieros para lograr las metas nacionales.

La participación de terceros más allá de la expansión de la capacidad y en la implementación de la Red Eléctrica Inteligente puede requerir incentivos financieros para lograr las metas nacionales.

Con el fin de establecer estos incentivos, se recomiendan dos categorías de mecanismos. Estas categorías incluyen:

1. Desarrollar innovadores incentivos regulatorios y de mercado para facilitar el progreso hacia las metas nacionales de mediano y largo plazo establecidas por las partes responsables de tomar decisiones en México¹¹⁹; y
2. Establecer políticas para mejorar la planeación del sistema para el desarrollo de la infraestructura y crear igualdad de condiciones para todos los desarrolladores de energía renovable.

La primera categoría podría incluir:

- Bonificaciones económicas o incentivos fiscales resultantes de los logros mensurables de las metas nacionales.
- Exenciones del impuesto sobre la renta y sobre bienes por un número limitado de años
- Normalización de acuerdos de adquisición de energía de mediano a largo plazo
- Bonificaciones por dedicarse a cierto tipo de proyectos o en ubicaciones desfavorecidas con necesidades eléctricas mayores
- Costos compartidos para los proyectos piloto de investigación y desarrollo que aborden los recursos de generación no convencionales

La segunda categoría, la cual deberá de enfocarse en mejorar el desarrollo de la infraestructura y la igualdad de condiciones, puede incluir:

- Mejorar proactivamente la infraestructura, particularmente con respecto a la red de transmisión a fin de crear la capacidad de transmisión para la interconexión de los recursos renovables
- Establecer los requisitos y las normas de interconexión
- Fijar los costos de interconexión en un nivel justo y equitativo
- Determinar los cargos predecibles del acceso y uso de las líneas de transmisión basándose en los principios de causalidad de costos
- Exentar a los proyectos más pequeños de los extensos requisitos de interconexión
- Exentar a los proyectos pequeños de los requisitos operacionales que sean pertinentes para grandes plantas de generación

¹¹⁹ El fundamento actual de fomentar la energía renovable en México es crear una regulación que iguale las condiciones con respecto a la generación convencional en lugar de crear bonificaciones económicas.

- Alentar los recursos renovables distribuidos instalados en el sitio de los clientes para reducir los requisitos de expansión

Nuestras recomendaciones de posibles exenciones de los requisitos de interconexión u operación sólo se aplican a situaciones que no comprometan la seguridad, confiabilidad y seguridad del sistema. Esta práctica puede alentar el desarrollo de más recursos renovables debido al hecho de que estas exenciones liberan a los desarrolladores de la necesidad de gastar una cantidad significativa de capital y tiempo para reunir estos requisitos. Es normal permitir estas exenciones durante los primeros años de operación e identificar algunas fechas futuras para las cuales podría esperar un cumplimiento total¹²⁰. Esto postergará algunos gastos y además alentará a los desarrolladores a participar en inversiones asociadas con los recursos renovables. Algunas de las áreas con potencial para exenciones incluyen:

- Exenciones Generales: como la precisión en la calendarización y medidas estrictas de rendimiento contra las desviaciones sin instrucción
- Pronóstico: La CFE puede proporcionar un pronóstico de generación relacionado con los recursos renovables especialmente los recursos eólicos
- Velocidad de Aumento: Permitiendo velocidades de aumento más rápidas para mejorar las operaciones económicas de los recursos renovables
- Respuesta Frecuencia y Seguimiento de la Carga: podrían estar exentos durante los primeros años
- Requisitos de Soporte de Voltaje y Potencia Reactiva que serán modificados para satisfacer las capacidades establecidas por los fabricantes de recursos renovables

Del mismo modo, la CRE y la CFE podrían tomar medidas para mejorar el proceso de planeación identificando los cuellos de botella y las congestiones de la red y participando proactivamente en acciones concretas para abordarlos de una manera oportuna. Como parte de este proceso, deberá de buscarse la retroalimentación de los desarrolladores independientes de recursos y otros participantes interesados en mejorar la efectividad del proceso de planeación. Por último, es posible que las autoridades mexicanas quieran explorar las posibilidades de que el sector privado participe en el desarrollo de la infraestructura. Si se desea esta política, la CRE debe establecer reglas y expectativas claras con respecto a los siguientes asuntos:

- Establecimiento de normas
- Claridad en las reglas para el acceso de terceros a los datos del cliente
- Dar garantía razonable de recuperación de inversión, posiblemente a través de una legislación
- Atraer la fabricación de equipo y electrodomésticos

Para mejorar esta regulación, deben tomarse acciones para abordar las siguientes áreas:

- Permitir que el sector privado se involucre en cierto desarrollo de la infraestructura
- Definir las áreas donde sea fomentada esta participación
- Permitir que la CFE entre a una empresa colectiva con terceros para implementar programas pilotos en áreas con una mayor necesidad de mejoras a la infraestructura
- Confiar en subastas competitivas para seleccionar desarrolladores para proyectos específicos¹²¹
- Proporcionar incentivos económicos para una categoría específica de proyectos y/o en ciertas regiones

¹²⁰ CFE tendría que determinar el límite en la capacidad antes de que fuera requerido el refuerzo de la red eléctrica.

¹²¹ Como el organismo regulador, la CRE debe promover mecanismos transparentes y justos en los cuales es posible que los desarrolladores privados quieran participar.

4.4.3.3 POSIBLES INCENTIVOS PARA USUARIOS FINALES

En esta sección, identificamos varios mecanismos de incentivos para alentar la participación de más consumidores en el logro de las metas nacionales de mediano y largo plazo. Estos mecanismos de incentivos pueden variar desde la dependencia de recursos renovables distribuidos hasta las opciones de precios para alentar el uso más eficiente de la electricidad. El análisis minucioso de los costos y beneficios de varias iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente al menudeo puede justificar ciertas acciones que serán realizadas por la CRE para incentivar a los clientes para que se involucren en las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente:

El mecanismo de incentivos puede variar desde la dependencia de recursos renovables distribuidos hasta las opciones de precios para alentar el uso más eficiente de la electricidad

- Rebajas e incentivos a consumidores residenciales para que instalen recursos renovables, como paneles solares en el techo, en su sitio
- Rebajas e incentivos a consumidores comerciales e industriales para que instalen recursos renovables de generación distribuida, como generación de respaldo, en sus instalaciones
- En colaboración con la CONUEE, permitir bonificaciones y pagos por programas de eficiencia energética implementados por los clientes en su sitio e instalaciones
- Bonificar a los consumidores por las actividades de respuesta a la demanda que ayuden a CFE a manejar mejor las condiciones de escasez o emergencias del sistema¹²²

La implementación de la Red Eléctrica Inteligente abre las posibilidades de ofrecer una variedad de servicios a los consumidores e incrementar su satisfacción. En particular, las siguientes áreas importantes se enfocan en proporcionar nuevos productos y servicios a los consumidores:

- Actividades de respuesta a la demanda (opciones de precios, control de carga directa, etc.)
- Tiempo de Uso y otras opciones de precios
- Uso de energía en la hora punta y reducción de demanda
- Servicios prepagados
- Análisis y servicios de gestión de energía

Aun cuando puede llevarse muchos años abordar completamente todas estas áreas, podrían realizarse ciertas acciones como un punto de partida para enriquecer estas estrategias. En particular, se recomienda lo siguiente como los puntos de partida:

- Desarrollar una tarifa voluntaria según los Precios en Periodos de Punta Críticos
- Desarrollar una tarifa TOU voluntaria
- Enfocarse en el 20% de los clientes que estén más interesados en lo que ofrece la Red Eléctrica Inteligente.
 - Considerar la tarifa TOU obligatoria con la instalación de medidores AMI para el 20% más importante
 - Considerar la facturación no abonable informativa¹²³ por un año
- Establecer servicios prepagados para consumidores de bajos ingresos o consumidores que estén dispuestos a gestionar su presupuesto de electricidad

¹²² Estas Bonificaciones podrían incluir Precios en Periodos de Punta Críticos, Rebajas en Periodos de Punta Críticos y otros posibles incentivos.

¹²³ La facturación no abonable es el concepto de mostrar a los clientes cuánto están pagando según su tarifa actual y cuánto estarían pagando si se cambian a una tarifa alternativa.

Si un grupo de consumidores son cambiados de la facturación con tarifa fija a la tarifa TOU sin cambiar el requisito de ingreso del grupo, la mitad de los consumidores sale ganando y la otra mitad sale perdiendo. Con una implementación correcta, ni las ganancias ni las pérdidas serán muy grandes.

Podría establecerse la “facturación no abonable” un año antes de que un grupo de consumidores se cambie de las tarifas fijas a las tarifas TOU. La facturación no abonable mostrará a los “ganadores que estarán mejor el próximo año, creando en realidad cierto respaldo para las tarifas TOU. Los “perdedores” verán que las “pérdidas” están en el futuro (y no son grandes) y podrían motivarlos a encontrar formas de emplear mejores prácticas de gestión de la energía.

4.4.4 BARRERAS REGULATORIAS Y BARRERAS DEL MERCADO

Esta sección describe varias barreras, especialmente las barreras regulatorias, que deberán de ser superadas con el fin de maximizar los beneficios de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente. La discusión se basa en la revisión preliminar del marco legal de la CRE y de la estructura del Sector energético mexicano antes de la Reforma Energética. Además de las barreras regulatorias, esta sección también enlista algunas de las barreras del mercado que deberán de abordarse. Estas barreras pueden obstaculizar el despliegue de la tecnología de la Red Eléctrica Inteligente en los sistemas de transmisión y distribución, o pueden causar que los incentivos para la implementación de la Red Eléctrica Inteligente se vuelvan ineficaces. Se proporcionan recomendaciones para posibles mejoras al marco legal existente a fin de facilitar el éxito del mapa de ruta de regulación propuesto.

4.4.4.1 BARRERAS REGULATORIAS

A pesar de las buenas intenciones por atender a los clientes y mejorar las eficiencias operativas, el reglamento puede imponer barreras para lograr el mejor resultado económico. Eurelectric, una asociación de la industria eléctrica en Europa, realizó una encuesta sobre barreras regulatorias en dieciséis países europeos donde la suficiencia de la tasa de rendimiento de la inversión y la estabilidad del entorno regulatorio se incluyeron entre las barreras más importantes que abordar con el fin de enriquecer el comienzo de la Red Eléctrica Inteligente.¹²⁴

La barrera regulatoria más importante es la incertidumbre sobre la reglamentación. Esta incertidumbre puede reflejarse en varias formas, incluyendo la recuperación de costos asociada con la inversión en innovación o el mecanismo oportuno para introducir incentivos apropiados para enriquecer la innovación y tecnologías nuevas. A continuación se enlistan algunas barreras regulatorias típicas adicionales:

La barrera regulatoria más importante es la incertidumbre sobre la reglamentación

- Falta de expansión oportuna de la transmisión para admitir recursos no convencionales
 - Proceso costoso
 - Proceso largo
- Falta de recuperación oportuna de costos de inversión, particularmente para proyectos de la Red Eléctrica Inteligente
- Incertidumbre en las disposiciones ambientales y límites de emisiones
- Falta de una voz unificada por parte de las dependencias gubernamentales para mantener el impulso de la Red Eléctrica Inteligente y ayudar a estimular su desarrollo
- Falta de claridad en los roles y responsabilidades de varias dependencias gubernamentales versus las empresas de servicios públicos
- Falta de financiación para proyectos piloto y de Investigación y Desarrollo
- Certeza y transparencia inadecuadas en los procesos de licitación competitiva
- Incertidumbre asociada con los términos y condiciones del acuerdo de adquisición de energía y una necesidad de contratos de más largo plazo
- Falta de incentivos basados en el rendimiento para mejorar la eficiencia

Estas y otras barreras regulatorias deberán de ser abordadas para enriquecer el progreso en la implementación de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente dentro del sector eléctrico mexicano. En particular, deberán de explicarse los roles y las responsabilidades de varias dependencias gubernamentales y deberá de desarrollarse una posición unificada para cada tema.

¹²⁴ Eurelectric (2011). Reglamento para Redes Eléctricas Inteligentes, febrero, Bruselas, Bélgica.

4.4.4.2 BARRERAS DEL MERCADO

Las barreras del mercado pueden afectar todos los aspectos de la operación de la industria eléctrica, especialmente para los recursos no convencionales como los recursos renovables. Investigación y desarrollo es un buen ejemplo de un componente que debe ser considerado seriamente por las partes responsables de tomar decisiones y no dejado a las fuerzas del mercado, al menos durante la primera fase de desarrollo de estos recursos. Mejorar la infraestructura, particularmente las instalaciones de transmisión y distribución, es otra área que no podría dejarse a las fuerzas convencionales del mercado. Las barreras del mercado típicas adicionales incluyen:

- Alto costo de implementación de la Red Eléctrica Inteligente
- Incertidumbre con respecto al futuro de la tecnología de la Red Eléctrica Inteligente
- Falta de normas de interoperabilidad adecuadas
- Los recursos no convencionales usualmente se encuentran lejos de los centros poblacionales
- Falta de información adecuada acerca de los beneficios de los recursos no convencionales
- Incentivos mixtos en el mercado de alquiler (apartamentos) para invertir en tecnologías nuevas
- Percepción pública y falta de entendimiento adecuado de los beneficios de la Red Eléctrica Inteligente (aceptación de los clientes)
- Mecanismo de precios que no se basa en el costo en tiempo real de entregar los servicios de energía eléctrica
- Brechas tecnológicas y falta de medidores inteligentes adecuados para permitir ofrecer varias opciones de precios a los clientes
- Integración de proveedores competitivos al mercado monopolístico tradicional
- Privacidad de los datos de consumo y falta de disponibilidad de los datos del sistema

Estas y otras barreras del mercado deberán de abordarse para enriquecer el progreso en la implementación de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente dentro del sector eléctrico mexicano. Deben tomarse medidas legislativas y regulatorias afirmativas para abordar completamente estas barreras del mercado; deberán de realizarse acciones para crear igualdad de condiciones a fin de fomentar la implementación de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente.

4.5 MEDIDAS LEGISLATIVAS

4.5.1 RECOMENDACIONES DE FACULTADES LEGISLATIVAS

Antes de la Reforma Energética y la Ley de la Industria Eléctrica, las facultades de la CRE con respecto a la Red Eléctrica Inteligente eran indirectas y estaban un poco limitadas. La principal conexión regulatoria oficial de la CRE con la Red Eléctrica Inteligente tenía que ver con cuánta energía renovable obtuvo la CFE y los términos bajo los cuales los clientes pueden ejercer opciones de autoabastecimiento. La conexión entre la generación distribuida de recursos renovables y la Red Eléctrica Inteligente es una vía de dos sentidos: la tecnología de la Red Eléctrica Inteligente hará posible una mayor penetración de la generación distribuida de recursos renovables; y las concentraciones de generación distribuida de recursos renovables afectarán las operaciones de la red eléctrica de una manera que requerirá una red eléctrica inteligente. Esta conexión significa que la CRE debe tener un “asiento en la mesa” mientras la Red Eléctrica Inteligente es desarrollada de modo que la dependencia pueda cumplir con sus obligaciones legales con respecto a la energía renovable.

Como hemos enfatizado en este reporte, la implementación exitosa de la Red Eléctrica Inteligente en México requerirá varios cambios de políticas y regulación. Sin embargo, sólo algunas de las políticas afectadas estaban dentro de la autoridad de la misma CRE. Los aspectos de regulación de servicios públicos en México se extendieron a través de varios departamentos y secretarías. Como un ejemplo, no menos de tres secretarías (más la CRE y CFE) tenían cierta autoridad o interés en la selección y el despliegue de los medidores de servicios públicos: SENER, SHCP y SE tenían distintas autoridades y roles que desempeñar.

Debido a que los “medidores inteligentes” son un componente integral de la Red Eléctrica Inteligente, será necesario que estas autoridades colaboren estrechamente en el desarrollo de la Red Eléctrica Inteligente. De manera ideal, estas secretarías y dependencias compartirán una visión común de la Red Eléctrica Inteligente, entenderán las nuevas responsabilidades de cada entidad y respaldarán una estrategia común para el desarrollo de la Red Eléctrica Inteligente.

Sin embargo, era difícil esperar la operación bajo tal situación ideal. Por lo tanto, fue necesario cambiar las facultades de la CRE para garantizar que el plan de una implementación eficaz en México de la Red Eléctrica Inteligente no sea arruinado. Se proporcionan recomendaciones específicas en este Reporte para abordar la autoridad limitada de la CRE con respecto a las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente. Estas recomendaciones se desarrollaron en el contexto de la estructura anterior del Sector Energético; sin embargo, prevalecen adecuadas ahora que la CRE tiene una idea más clara acerca de cómo considerarlas dentro del nuevo escenario energético proporcionado por la Reforma Energética.

Dada su breve historia, no es sorprendente ver que la CRE enfrentó desafíos significativos para operar eficazmente bajo la autoridad actual por mandato. Había pocas leyes mexicanas con mandatos específicos definiendo varias responsabilidades que pudieran asignarse a la CRE. Estas responsabilidades no incluyeron funciones importantes como el establecimiento de tarifas o la supervisión de la expansión de la capacidad. La ausencia de estas facultades frenó a la CRE la necesidad de recursos para establecer un entorno regulatorio efectivo que garantice confiabilidad y continúe con avances tecnológicos satisfaciendo al mismo tiempo la demanda cada vez mayor de electricidad por consumidores finales residenciales y comerciales a fin de buscar prosperidad económica.

El marco legal de México define varias responsabilidades que podrían asignarse a la CRE. Sin embargo, estas responsabilidades no incluyeron funciones importantes como el establecimiento de tarifas o la expansión de la capacidad.

Para establecer un entorno regulatorio efectivo con capacidad de enriquecer la implementación de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente, deberán realizarse acciones legislativas para abordar las deficiencias identificadas

en este reporte. Antes de la Reforma Energética, estaban disponibles las siguientes opciones para lograr las metas esperadas:

1. Se requieren nuevas leyes y reformas adicionales en las leyes existentes para abordar las deficiencias identificadas en este reporte con el objetivo de enriquecer la autoridad de la CRE de lograr las metas nacionales a través de la implementación completa de la Red Eléctrica Inteligente.
2. Deben definirse claramente las responsabilidades de cada parte y deberá de identificarse una dependencia (o grupo de trabajo entre dependencias) con un mandato claro para encabezar y coordinar los trabajos requeridos para lograr las metas nacionales a través de la implementación total de la Red Eléctrica Inteligente.

Deberán tomarse varias medidas para aclarar las facultades de la CRE relacionadas con la Red Eléctrica Inteligente y proporcionar recursos financieros y humanos adecuados para obtener la experiencia y aptitudes requeridas para implementar eficazmente las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente. En particular, se proporcionan las siguientes cuatro recomendaciones:

Deberán tomarse varias medidas para aclarar las facultades de la CRE relacionadas con la Red Eléctrica Inteligente.

- Además de la autoridad actual con respecto a las energías renovables y proyectos de generación privada, la CRE necesita que se le asignen facultades específicas relacionadas con la Red Eléctrica Inteligente
- La SENER y la CRE necesitan facultades específicas para colaborar en las decisiones de políticas y regulación relacionadas con los temas de transmisión, distribución y usuarios finales.
- Deben tomarse medidas presupuestarias para garantizar que la CRE cuente con los recursos financieros y humanos adecuados para obtener la experiencia y aptitudes requeridas para abordar la complejidad de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente
- La CRE necesita un mandato específico para coordinar las acciones regulatorias relacionadas con la electricidad entre todos los interesados como la SENER, la SHCP, la CONUEE, la CFE y la industria

Recomendamos firmemente la primera opción para autorizar a la CRE para que regule la Red Eléctrica Inteligente con el fin de lograr las metas nacionales a través de la implementación total de la Red Eléctrica Inteligente. Sin embargo, si se selecciona la segunda opción, se requieren otras reformas a la ley que permitan a la SENER:

- Establecer la cooperación entre varios participantes (CRE, CFE, etc.), particularmente en las primeras etapas de la planeación para facilitar la trayectoria hacia la implementación total de la Red Eléctrica Inteligente.
- Empoderar a la CRE y los interesados correspondientes para que implementen proyectos y políticas que beneficien a la sociedad.
- Aclarar y expandir los mandatos para enriquecer la regulación efectiva por la CRE.

Resumen de Recomendaciones

- **Además de la autoridad actual con respecto a las energías renovables y proyectos de generación privada, la SENER y la CRE necesitan facultades específicas relacionadas con la Red Eléctrica Inteligente**
- **La SENER y la CRE necesitan facultades específicas para participar en las respectivas decisiones de políticas y regulación relacionadas con los temas de transmisión, distribución y planeación de los usuarios finales**

- **Deben tomarse medidas presupuestarias para garantizar que la CRE cuente con los recursos financieros adecuados para obtener la experiencia y aptitudes requeridas para abordar la complejidad de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente**
- **La CRE necesita un mandato específico para encabezar y coordinar las acciones regulatorias relacionadas con la electricidad entre todos los interesados como la SENER, la SHCP, la CONUEE, la CFE y la industria**

4.5.1.1 RECOMENDACIÓN LEG-1: ADEMÁS DE LA AUTORIDAD ACTUAL CON RESPECTO A LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y PROYECTOS DE GENERACIÓN PRIVADA, LA CRE NECESITA FACULTADES ESPECÍFICAS RELACIONADAS CON LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE¹²⁵

Como se mencionó antes, es posible que la CRE necesite depender de varios temas amplios como un punto de entrada al asunto de implementar una amplia gama de iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente. Incluso esta autoridad indirecta está muy limitada. Recomendamos acciones legislativas para aclarar las facultades de la CRE relacionadas con la Red Eléctrica Inteligente y habilitar a la dependencia con un mandato claro para fomentar efectivamente las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente.

4.5.1.2 RECOMENDACIÓN LEG-2: LA SENER Y LA CRE NECESITAN FACULTADES ESPECÍFICAS PARA PARTICIPAR EN LAS DECISIONES DE POLÍTICAS RELACIONADAS CON LOS TEMAS DE TRANSMISIÓN, DISTRIBUCIÓN Y PLANEACIÓN DE LOS USUARIOS FINALES

Los temas pueden incluir, pero no están limitados a tratar con los programas de desarrollo para el sector energético, las necesidades de capacidad adicional para satisfacer el crecimiento y reemplazo de la capacidad de generación, el detalle completo de la expansión de la capacidad por CFE o desarrolladores del sector privado y los términos y condiciones para las licitaciones públicas para esos proyectos. Los recursos renovables de gran escala se encuentran remotamente de los centros poblacionales y las experiencias a nivel mundial han demostrado que los cuellos de botella en la transmisión son el factor disuasivo más importante en la implementación de proyectos de recursos renovables. La CRE y la SENER necesitan facultades específicas para participar en las decisiones de políticas y regulación relacionadas con los temas de transmisión, distribución y planeación de los usuarios finales. En particular, la CRE deberá de colaborar con la SENER para determinar Zonas Competitivas de Energía Renovable y tener la facultad de requerir a la CFE que inicie estos proyectos¹²⁶.

4.5.1.3 RECOMENDACIÓN LEG-3: DEBEN TOMARSE MEDIDAS PRESUPUESTARIAS PARA GARANTIZAR QUE LA CRE CUENTE CON LOS RECURSOS FINANCIEROS ADECUADOS PARA OBTENER LA EXPERIENCIA Y APTITUDES REQUERIDAS PARA ABORDAR LA COMPLEJIDAD DE LAS INICIATIVAS DE LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE

Se espera que la CRE tenga la responsabilidad de los aspectos regulatorios del sector eléctrico en México el cual genera aproximadamente \$15 mil millones de ingresos al año. La implementación de iniciativas inteligentes tiene el potencial de dar como resultado una inversión de \$1.0 a \$4.0 mil millones en los próximos trece años. La vigilancia regulatoria de este importante proyecto y los rápidos avances tecnológicos en la Red Eléctrica Inteligente requiere recursos financieros adecuados, así como personal especializado y con experiencia para cumplir eficazmente con sus responsabilidades. Deberá proveerse a la CRE de recursos para capacitar al personal existente y contratar a otros expertos, los cuales tienen mucha demanda a nivel mundial, para garantizar que sus iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente sean implementadas según lo visualizado por las metas nacionales existentes.

¹²⁵ Se ha provisto a la CRE de facultades específicas en la Ley de la Industria Eléctrica

¹²⁶ Las Zonas Competitivas de Energía Renovable deberán de tomar en cuenta la información en el Inventario Nacional de Energías Renovables

4.5.1.4 RECOMENDACIÓN LEG-4: LA CRE NECESITA UN MANDATO ESPECÍFICO PARA ENCABEZAR Y COORDINAR LAS ACCIONES REGULATORIAS RELACIONADAS CON LA ELECTRICIDAD ENTRE TODOS LOS INTERESADOS COMO LA SENER, LA SHCP, LA CONUEE, LA CFE Y LA INDUSTRIA

Actualmente, la CRE no tiene un mandato claro y comparte la supervisión de diversos aspectos del sistema eléctrico con varias Secretarías y organizaciones mexicanas. Para lograr más eficiencia y una regulación efectiva, puede ser necesario aclarar más la autoridad y responsabilidad de la CRE, permitiéndole convertirse en el único organismo regulador de ciertos aspectos importantes del sector eléctrico incluyendo la implementación de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente en México y la determinación de estructuras de tarifas de electricidad.

4.6 RECOMENDACIONES DE PERFECCIONAMIENTO INSTITUCIONAL

La forma más eficiente y efectiva para que la CRE lleve a cabo completamente sus responsabilidades regulatorias es que tenga completa autoridad de vigilancia sobre varios aspectos regulatorios del sector eléctrico, incluyendo la implementación de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente. Sin embargo, como se estableció anteriormente, varios aspectos del sector eléctrico están ahora bajo la jurisdicción de varias Secretarías y organizaciones mexicanas (CFE, SENER, la Secretaría de Finanzas, etc.). El entorno regulatorio deseado podría lograrse identificando los principales aspectos de la regulación eléctrica que actualmente están bajo la jurisdicción de otras Secretarías y organizaciones y transferir estas funciones, según se requiera, a la CRE para incrementar y mejorar su efectividad en la implementación exitosa de la Red Eléctrica Inteligente. De manera alternativa, recomendamos que la CRE sea empoderada para que haga sus aportaciones a las demás organizaciones.

Por lo tanto, puede ser necesario cambiar la autoridad y responsabilidad de la CRE para garantizar la implementación consistente y efectiva de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente en México. En particular, la CRE como un organismo regulador encargado del sector eléctrico podría respaldar las siguientes actividades adicionales:

- Determinación de tarifas, incluyendo el diseño de tarifas
- Aprobación de la oferta de servicios
- Autorización del presupuesto y aprobación de costos de la CFE
- Supervisión de las actividades de operación y planeación de la CFE abarcando
 - Plan de generación, transmisión y distribución
 - Plan de implementación de tecnología nueva (incluyendo las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente)
- Programas de eficiencia y conservación de la energía
- Programas de reducción de demanda máxima y respuesta a la demanda que se ofrecerán tanto a nivel mayorista, como a nivel minorista
- Protección a los consumidores en relación con la electricidad, incluyendo quejas

El entorno regulatorio deseado podría lograrse identificando los principales aspectos de la regulación eléctrica que actualmente están bajo la jurisdicción de otras Secretarías y organizaciones y transferir estas funciones, según se requiera, a la CRE para incrementar y mejorar su efectividad en la implementación exitosa de la Red Eléctrica Inteligente.

En la ausencia de este perfeccionamiento en los roles y responsabilidades de la CRE, podría darse a la CRE la autoridad (tras consultar a la SENER) de pedir a otras dependencias que realicen ciertas acciones que sean consistentes con el plan que será implementado por la CRE. Esta alternativa requiere la cooperación significativa con varias dependencias¹²⁷.

¹²⁷ La Reforma Energética y la Ley de la Industria Eléctrica han dado autoridad específica a la CRE.

4.7 INTEROPERABILIDAD Y SEGURIDAD CIBERNÉTICA (TECNOLOGÍA) DE LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE

4.7.1 REQUERIMIENTO DE NORMAS

La Red Eléctrica Inteligente ha tenido un impacto en todo el espectro de la industria de suministro de electricidad y ha desencadenado inversiones significativas en la industria desde la generación hasta los dispositivos dentro de los hogares de los consumidores.

Una clave para el éxito de la inversión en la Red Eléctrica Inteligente es la disponibilidad de normas de interoperabilidad de la Red Eléctrica Inteligente que reduzcan la necesidad de una integración personalizada del equipo nuevo y sus costos asociados y garanticen que los dispositivos utilizados hoy en día funcionarán fácilmente con los dispositivos y sistemas en la red eléctrica existente, así como aquellos que se utilicen en el futuro¹²⁸.

En los Estados Unidos, la Ley de Independencia y Seguridad Energética (EISA) de 2007 (sección 1305 del Título XIII) asigna al Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST, por sus siglas en inglés) la tarea de desarrollar el marco de las normas de interoperabilidad para respaldar la Red Eléctrica Inteligente. A través de sus Planes de Acciones Prioritarias de la Red Eléctrica Inteligente, el NIST está abordando brechas y traslajos entre las normas existentes y respaldando la aceleración del desarrollo de normas. En los documentos de estructura desarrollados por el NIST (versión 1.0 y versión 2.0), se han enlistado diversas normas y se han revisado para posible consideración por parte del NIST. El NIST ha desarrollado un Catálogo de Normas que actualmente tiene más de 56 normas aprobadas enlistadas¹²⁹ y varias más están bajo consideración.

La Comisión Europea a través de su Mandato M/490 de la Red Eléctrica Inteligente asignó a organismos europeos de normalización (CEN/CENELEC/ETSI)¹³⁰ la tarea de trabajar en las Normas de la Red Eléctrica Inteligente. En noviembre de 2012, publicaron su primera serie de guía de normas¹³¹. La guía incluye alrededor de 24 tipos de sistemas de Red Eléctrica Inteligente, más de 400 referencias de normas, provenientes de más de 50 organismos diferentes.

China, Japón, Canadá y otros países se han embarcado en programas para desarrollar normas de la Red Eléctrica Inteligente a fin de satisfacer sus necesidades locales. China tiene 92 planeados para el 2015.

Un estudio reciente por la DKE¹³² de Alemania muestra las diversas actividades de normas como se muestra en la Tabla 4-1 y Tabla 4-2¹³³.

En marzo de 2013, la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA por sus siglas en inglés) publicó su reporte sobre “Normalización Internacional en el Campo de las Energías Renovables”¹³⁴. El estudio de la IRENA identifica más de 570 normas en las tecnologías de energías renovables actuales. La Figura 4-6 de este reporte es un excelente resumen de los requisitos de los interesados para las normas.

¹²⁸ La interoperabilidad ya está considerada en el marco legal mexicano para las telecomunicaciones. La CRE podría sacar provecho de esto y hacer más fácil la propuesta de desarrollar normas de interoperabilidad durante sus conversaciones con SENER, SE y CFE.

¹²⁹ <http://collaborate.nist.gov/wiki-sggrid/bin/view/SmartGrid/SGIPCoSStandardsInformationLibrary>

¹³⁰ CEN = Comité Europeo de Normalización; CENELEC = Comité Europeo de Normalización Electrotécnica; ETSI = Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones

¹³¹ <ftp://ftp.cen.eu/EN/EuropeanStandardization/HotTopics/SmartGrids/First%20Set%20of%20Standards.pdf>

¹³² DKE es la organización nacional responsable de la creación y el mantenimiento de normas y especificaciones de seguridad abarcando las áreas de ingeniería eléctrica, electrónica y tecnología de la información en Alemania.

¹³³ Fuente: Reporte de VDE y DKE <http://www.vde.com/en/dke/std/KoEn/Pages/tgres20.aspx>

¹³⁴ <http://www.irena.org/menu/index.aspx?mnu=Subcat&PriMenuID=36&CatID=141&SubcatID=318>

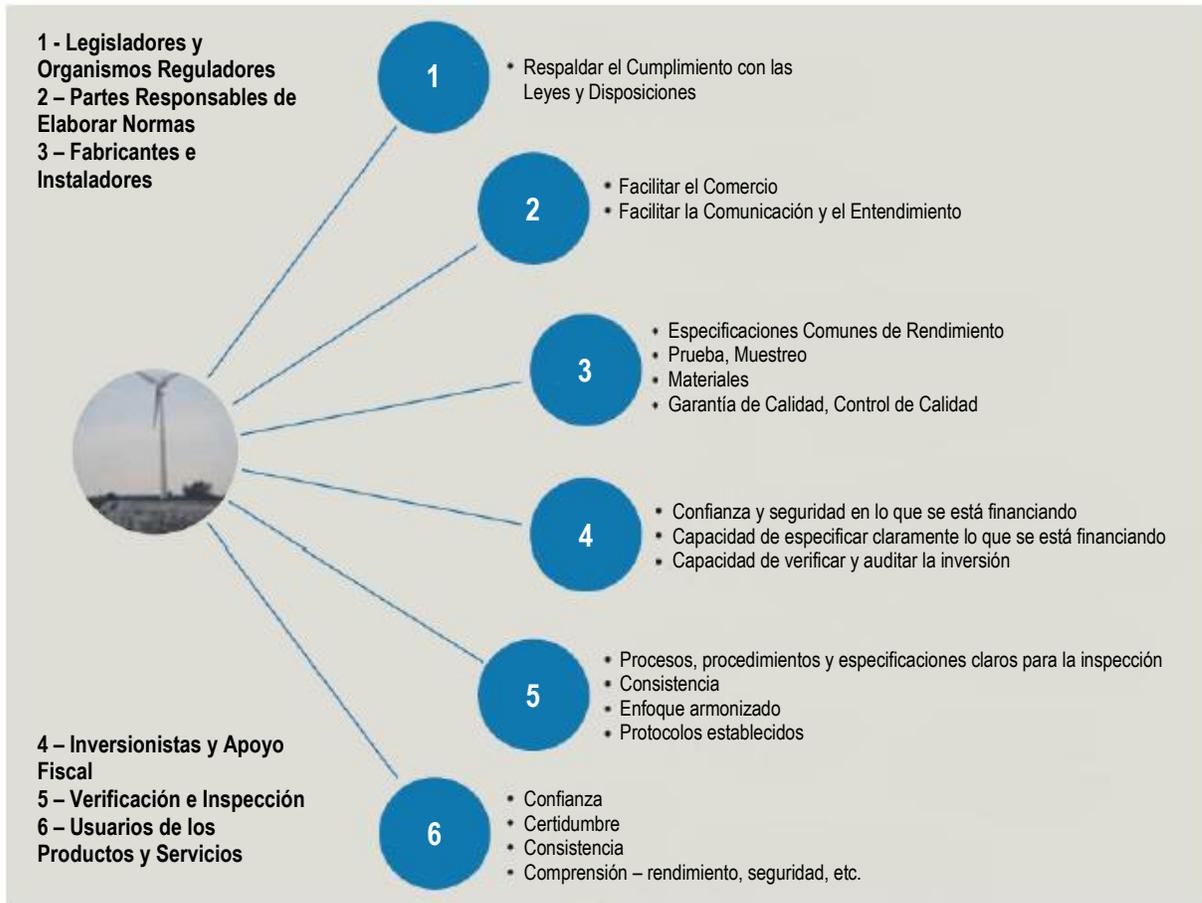


Figura 4-6: Requisitos de los interesados para las normas

Tabla 4-1: Comparación de varios esfuerzos de Normalización de la Red Eléctrica Inteligente - 1 de 2

Enfoques													Norma	Descripción
ElectriNet	SGAM: Procesos Sustentables y FSS M/490	Desarrollo de Arquitectura IT y Recomendaciones	NIST 2.0 High = Add (ok)	Red Eléctrica Futura	SIA	Normalización DKE Mapa de Ruta de Red Eléctrica Inteligente 1.0	NIST / IOP / Mapa de Ruta	SMB SG 3 / IEC	BMW / E-Energy	BDI – Internet de Energía	Microsoft / SERA	CIGRE / D2.24	Norma	Descripción
													AMI-SEC System Security Requirements	Infraestructura de Medición Avanzada (AMI) y seguridad SG de extremo a extremo
													ANSI C12 Suite: (C12.1, C12-18, C12-19/MC 1219, C12-20, C12-21/IEEE P1702, MC 1221, C12-23, C12-24)	Modelo de Información de Medidor de Ingresos
													BACnet ANSI ASHRAE 135-2008/ISO 16484-5	Automatización de construcción
													Medidores digitales / Puertas de casa	Se señalan aquí las soluciones competitivas y el Mandato M/441 de la Unión Europea
													DNP3	Automatización de subestación y dispositivo alimentador
													EDIX ML	Comunicación de mercado con una transición lenta de EDIFACT a tecnologías modernas capaces de CIM
													IEC 60870	Comunicaciones establecidas
													IEC 60870-5	Telecontrol, EMS, DMS, DA, SA
													IEC 60870-6 / TASE.2	"Inter-control center communications TASE.2 Inter-control Center Communication EMS, DMS"
													IEC 61334	DLMS
													IEC 61400-25	"Wind Power Communication EMS, DMS, DER"
													IEC 61499	PLC y perfiles de automatización para IEC 61850
													IEC 61850 Suite	Automatización y protección de subestación, generación distribuida, granjas eólicas, plantas hidroeléctricas, e-mobility
													IEC 61850-7-410	"Hydro Energy Communication EMS, DMS, DA, SA, DER"
													IEC 61850-7-420	"Distributed Energy Communication DMS, DA, SA, DER, EMS"
													IEC 61851	"EV-Communication Smart Home, e-Mobility"
													IEC 61968	Gestión de la Distribución, Interfaces para Sistemas de Gestión de la Distribución, DCIM (CIM para Distribución)
													IEC 61968/6 1970	Interfaces para sistemas de gestión de la energía a nivel de las aplicaciones, CIM (Modelo de Información Común), Domänenontologie, Schnittstellen, Austausch datenformate, Profile, Prozessblueprints, CIM (Modelo de Información Común), EMS, DMS, DA, SA, DER, AMI, DR, E-Storage
													IEC 61970	Gestión de la energía, Interfaces para sistemas de gestión de la energía a nivel de las aplicaciones, Core CIM
													IEC 62051-54/58-59	"Metering Standards – DMS, DER, AMI, DR, Smart Home, E-Storage, E-Mobility"
													IEC 62056	"COSEM – DMS, DER, AMI, DR, Smart Home, E-Storage, E-Mobility"
													IEC 62325	Comunicación de mercado usando CIM
													IEC 62351	Seguridad de información para operaciones de control del sistema eléctrico, perfiles de seguridad
													IEC 62357	IEC 62357 Reference Architecture – Service-orientierte Architektur, EMS, DMS, Medición, Seguridad, Sistemas de Gestión de la Energía, Sistemas de Gestión de la Distribución
													IEC 62443 (ISA 99)	Modelo de procedimiento para establecimiento de seguridad IT para sistemas de automatización y control industriales
													IEC 62541	OPC UA (Arquitectura de automatización)
													IEC PAS 62559	El método de desarrollo de requisitos abarca todas las aplicaciones
													IEEE 1547	Interconexiones físicas y eléctricas entre suministro y generación distribuida (DG)
													IEEE 1686-2007	Seguridad para dispositivos electrónicos inteligentes (IEDs)
													IEEE C37 118-2005	Esta norma define las especificaciones de rendimiento de la unidad de medición de fasor (PMU) y comunicaciones para datos de sincrofasor
													ISO / IEC 14543	KNX, BUS
													MultiSpeak	Una especificación para integración de software de aplicación dentro del dominio de operaciones de suministro; un candidato para usarse en un Bus de Servicios de Empresa
													NERC CIP 002-009	Normas de seguridad cibernética para el sistema eléctrico mayorista
													NIST Special Publication (SP) 800-53, NIST SP 800-82	Normas y lineamientos de seguridad cibernética para sistemas de información federales, incluyendo aquellos para el sistema eléctrico mayorista

Tabla 4-1: Comparación de varios esfuerzos de Normalización de la Red Eléctrica Inteligente - 1 de 2 (Continúa)

Enfoques												Norma	Descripción	
ElectricNet	SGAM, Procesos Sostenibles y FSS M/490	Desarrollo de Arquitectura IT y Recomendaciones	NIST 2.0 High - Add (ok)	Red Eléctrica Futura	SIA	Normalización DXE Mapa de Ruta de Red Eléctrica Inicialmente.1.0	NIST / IOP / Mapa de Ruta	SMB SG 3 / IEC	BMW / E-Energy	BDI – Internet de Energía	Microsoft / SERA	CIGRE / D2.24	Norma	Descripción
													Open Automated Demand Response (Open ADR)	Receptivo a los precios y control de carga directa
													OpenHAN	Comunicaciones, medición y control de dispositivos de Red Doméstica
													The Open Group Architecture Framework (TOGAF)	TOGAF es una infraestructura – un método detallado y un conjunto de herramientas de soporte – para desarrollar una arquitectura de empresas
													ZigBee/HomePlug Smart Energy Profile	Comunicaciones de dispositivos de Red Doméstica (HAN) y Modelo de Información
													Z-wave	Un protocolo de redes inalámbricas mallas para redes domésticas

4.7.1.1 NORMALIZACIÓN EN MÉXICO

El Artículo 63 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización¹³⁵ establece que las dependencias competentes, de conformidad con los lineamientos emitidos por la Comisión Nacional de Normas, son responsables de organizar los Comités Consultivos y establecer las reglas para su operación, es decir, la coordinación y el desarrollo de normas. En este caso, la dependencia competente es la SENER.

La Asociación de Normalización y Certificación (ANCE)¹³⁶ es responsable de las normas técnicas opcionales o no obligatorias.

Las normas emitidas por la ANCE (Normas Mexicanas, NMX) son opcionales. Las normas emitidas por la SENER (Normas Oficiales Mexicanas, NOM) son obligatorias y verificables por una unidad de verificación acreditada.

El Artículo 62 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece que los Comités Consultivos son responsables de desarrollar las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y de promover su cumplimiento. Estos Comités Consultivos estarán formados por personal técnico de las mismas dependencias competentes, organizaciones industriales, prestadores de servicios, comerciantes, centros de investigación o asociaciones tecnológicas, profesionales y de consumidores.

La CRE ha participado en el Panel de Interoperabilidad de la Red Eléctrica Inteligente (SGIP) como un miembro observador desde octubre de 2010. La CRE también desea considerar las Normas fundamentales de la IEC¹³⁷.

¹³⁵ Ley Federal de Metrología y Normalización. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/130.pdf>

¹³⁶ www.ance.org.mx

¹³⁷ <http://www.iec.ch/smartgrid/standards>

4.7.2 REQUISITOS DE SEGURIDAD CIBERNÉTICA

La Seguridad Cibernética está siendo abordada por CFE para sus sistemas de automatización. El punto de vista de la CRE sobre la Seguridad Cibernética está en los asuntos de privacidad. Esto podría incluir la vigilancia de las acciones de CFE en la recopilación de datos, y algunos lineamientos como:

- CFE tendría que explicar a los consumidores qué datos van a recopilarse
- El propósito de la recopilación de esos datos
- La responsabilidad de CFE en el manejo de estos datos
- Cuánto tiempo va a conservarlos
- Cómo van a ser borrados
- Etc.

La sección 4.4.2.6 contiene una extensa discusión sobre los asuntos de Privacidad y recomendaciones para la CRE.

En las siguientes secciones, proporcionamos un resumen de los asuntos de Seguridad Cibernética considerados en las diversas regiones.

Pueden usarse varias normas y otros documentos para diseñar la seguridad cibernética adecuada para operaciones de sistemas eléctricos. Algunas de estas fuentes incluyen¹³⁸:

- ISO/IEC 27001 y 27002, así como la ISO/IEC 27019 correspondiente a sectores específicos y que actualmente está siendo normalizada.
- NIST IR 7628 Lineamientos para la Seguridad Cibernética de la Red Eléctrica Inteligente (Agosto de 2010):
- Volumen 1: Estrategia de Seguridad Cibernética de la Red Eléctrica Inteligente, Arquitectura y Requisitos de Alto Nivel
- Volumen 2: Privacidad y la Red Eléctrica Inteligente
- Volumen 3: Análisis de Apoyo y Referencias
- Serie IEC 62351 de normas de seguridad cibernética para IEC 61850, IEC 60870-5, IEC 60870-6 y otras normas
- IETF RFCs para seguridad cibernética incluyendo TLS 1.2 e IPsec
- US NERC Critical Infrastructure Protection (CIP) [Protección de Infraestructura Crítica] 002-009
- IEEE 1686 Substation IED Cyber Security Capabilities (en actualización)
- ISA SP99 Mitigación de seguridad cibernética para estaciones de generación de energía industrial y al mayoreo
- IEC 62443-2-4 Seguridad para la medición y el control de procesos industriales – Seguridad de redes y sistemas: Certificación de políticas y prácticas de seguridad de proveedores IACS
- NIST SP 800-53 Controles de Seguridad Recomendados para Sistemas y Organizaciones de Información Federal
- NIST SP 800-82 Guía para Seguridad de Sistemas de Control Industrial (ICS)

¹³⁸ Fuente: Frances Cleveland, Xanthus Consulting International, Convocante de IEC TC57 WG15 (Seguridad de Información) - desarrollando las normas de seguridad cibernética IEC 62351.

El grupo de trabajo sobre Seguridad de la Información de la Red Eléctrica Inteligente (SGIS) de la Comisión Europea bajo el Mandato sobre la Red Eléctrica Inteligente de la Comisión Europea, M/490 Mandato de Normalización para Organizaciones Europeas de Normalización, para respaldar el despliegue en Europa de la Red Eléctrica Inteligente publicó el Reporte de Seguridad de la Red Eléctrica Inteligente en noviembre de 2012¹³⁹. Las siguientes figuras y tablas (Figura 4-7, Tabla 4-3 y Tabla 4-4), todas del reporte de Seguridad de la Red Eléctrica Inteligente, describen la perspectiva europea de los niveles de interoperabilidad comercial, dominios y zonas para el sistema eléctrico. Además, se establecen cinco niveles de seguridad con el nivel cinco para la seguridad de nivel altamente crítico y el nivel uno para la seguridad de bajo nivel. El reporte también proporciona orientación para la seguridad de datos personales y del sistema.

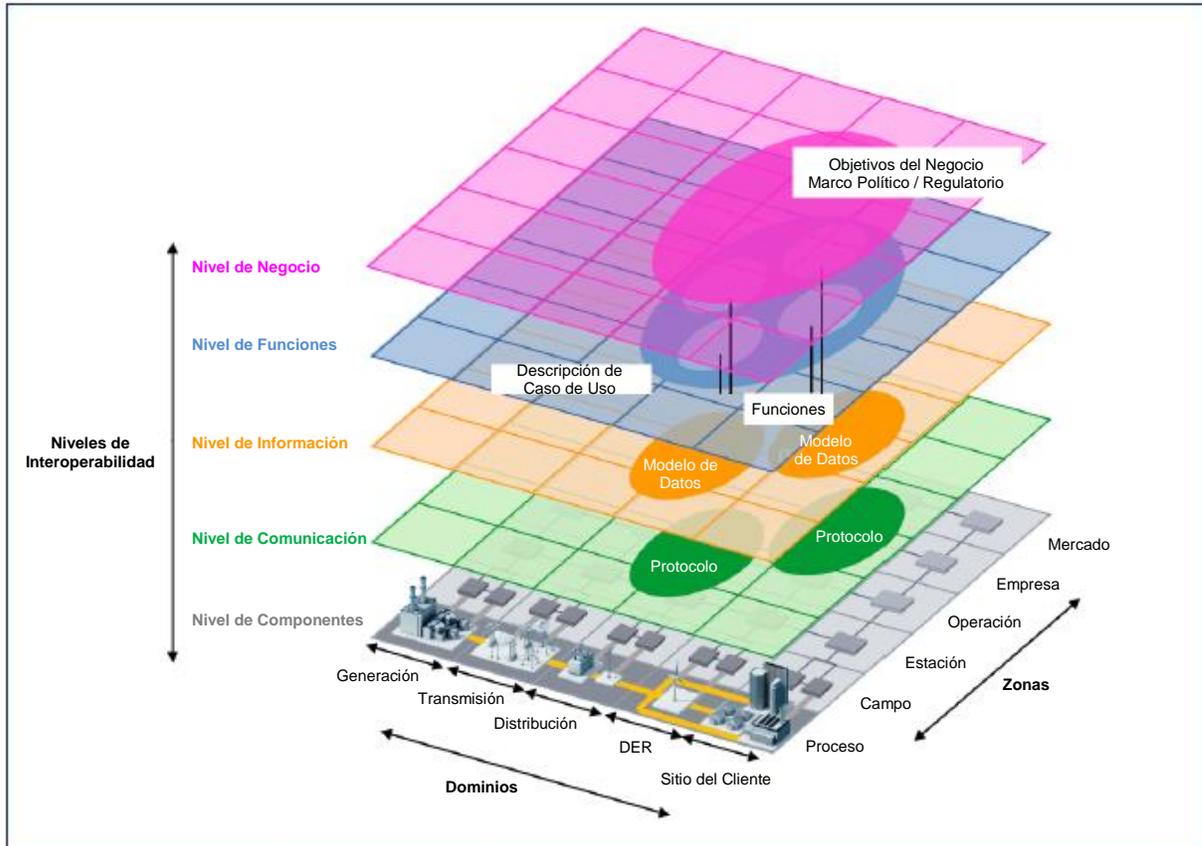


Figura 4-7: Perspectiva Europea del Modelo de Arquitectura de la Red Eléctrica Inteligente

¹³⁹ <ftp://ftp.cen.eu/EN/EuropeanStandardization/HotTopics/SmartGrids/Security.pdf>

Tabla 4-3: Seguridad de la Información de la Red Eléctrica Inteligente de la Comisión Europea - Niveles de Seguridad

Nivel de Seguridad	Nombre de Nivel de Seguridad	Escenario Europeo de la Red Eléctrica Inteligente Ejemplos de Nivel de Seguridad
5	Altamente Crítico	Activos cuya interrupción podría ocasionar una pérdida de energía arriba de 10 GW Incidente Paneuropeo
4	Crítico	Activos cuya interrupción podría ocasionar una pérdida de energía de más de 1 GW hasta 10 GW Incidente Europeo / País
3	Alto	Activos cuya interrupción podría ocasionar una pérdida de energía de más de 100 MW hasta 1 GW Incidente País / Regional
2	Medio	Activos cuya interrupción podría ocasionar una pérdida de energía de 1 MW hasta 100 MW Incidente Regional / Poblado
1	Bajo	Activos cuya interrupción podría ocasionar una pérdida de energía de menos de 1 MW Incidente Poblado / Barrio

Tabla 4-4: Guía de la Comisión Europea para los diversos dominios

		Ejemplo de Guía SGIS-SL según SG-DPC						Operación de Zonas / todos los Niveles
SG-DPC 1 Información Personal	Información personal confidencial	3-4	5	3-4	3	2-3	2-3	
	Información personal	3-4	5	3-4	3	2-3	2-3	
	Información personal despersonalizada	3-4	5	3-4	3	2-3	2-3	
	Información no personal	3-4	5	3-4	3	2-3	2-3	
SG-DPC 2 Información del Sistema	Datos del Sistema (es decir, Firmware) Datos de Configuración Credenciales de Clientes Claves Privadas y Públicas ID de Roles / Actores	3-4	5	3-4	3	2-3	2-3	
	Información de Gestión Pública y Reporte Información de Registro y Auditoría	3-4	5	3-4	3	2-3	2-3	
	Información requerida para Registro y Auditoría	3-4	5	3-4	3	2-3	2-3	
	Información para administrar remotamente	3-4	5	3-4	3	2-3	2-3	
	Información para operar remotamente (Señales de control)	3-4	5	3-4	3	2-3	2-3	
	Información comercial	3-4	5	3-4	3	2-3	2-3	
	Datos de medición	3-4	5	3-4	3	2-3	2-3	
Activos de información usados en el Caso de Uso que se clasificarán en clases de Protección de Datos de Red Eléctrica Inteligente arriba de 2 (ambos se aplican a un activo de información) – no todos se usarán en un Caso de Uso específico – por ejemplo, la información personal confidencial puede no estar disponible en la mayoría de los casos de uso.		Generación	Transmisión	Distribución	DER	Sitio del Cliente	Dominios Internos del Cliente	
DOMINIOS								

4.8 MEDIDAS DE DESEMPEÑO

El despliegue de la Red Eléctrica Inteligente promete generar beneficios significativos para la sociedad. Organizaciones de investigación, como el Instituto de Investigación de Potencia Eléctrica (EPRI por sus siglas en inglés) y el Centro Común de Investigación (JRC) en la Unión Europea, han desarrollado metodologías para estimar los beneficios y costos de los proyectos de la Red Eléctrica Inteligente.¹⁴⁰ Para garantizar el éxito en la implementación de cualquier mapa de ruta, deberán de identificarse las medidas de desempeño y las medidas de resultados, junto con hechos cruciales correspondientes e índices que ayuden a evaluar el progreso hacia las metas predeterminadas.

Para garantizar el éxito en la implementación de cualquier mapa de ruta, deberán de identificarse las medidas de desempeño y las medidas de resultados.

Se han desarrollado algunos Índices de Desempeño Clave (KPI) para medir los beneficios esperados de la implementación de la Red Eléctrica Inteligente dentro del sistema de energía eléctrica. La Comisión Europea, basándose en la metodología desarrollada por el EPRI (2010), adopta un enfoque amplio y recomienda que se desarrollen Índices de Desempeño Clave con respecto a los beneficios del comienzo de la Red Eléctrica Inteligente para cubrir las siguientes once áreas importantes:¹⁴¹

1. Mayor sustentabilidad
2. Capacidad adecuada de redes eléctricas de transmisión y distribución para “recolectar” y traer electricidad a los clientes
3. Conexión adecuada de la red eléctrica para acceso a todo tipo de usuarios
4. Niveles satisfactorios de seguridad y calidad de suministro
5. Eficiencia incrementada y mejor servicio en el suministro y operación de la electricidad
6. Soporte efectivo de los mercados transnacionales de electricidad por el control de flujo de carga para aliviar los flujos circulares y aumentar las capacidades de interconexión
7. Desarrollo coordinado de la red eléctrica a través de la planeación común de la red eléctrica europea, regional y local para optimizar la infraestructura de la red eléctrica de transmisión
8. Incrementar la conciencia de los consumidores y la colaboración en el mercado de nuevos participantes
9. Permitir que los consumidores tomen decisiones informadas en relación con su energía para cumplir con los objetivos de Eficiencia Energética de la Unión Europea
10. Crear un mecanismo de mercado para nuevos servicios de energía como eficiencia energética o asesoramiento sobre energía para los consumidores
11. El importe de las facturas de los consumidores es reducido o la presión a la alza en dicho importe es mitigada

El Departamento de Energía de los EE.UU. adopta un enfoque más general identificando las siguientes seis áreas importantes:¹⁴²

1. Permite la Participación Informada de los Consumidores
2. Toma en Cuenta Todas las Opciones de Generación y Almacenamiento
3. Permite Productos, Servicios y Mercados Nuevos
4. Proporciona la Calidad de la Energía para la Gama de Necesidades

¹⁴⁰ EPRI (2010). Enfoque Metodológico para Estimar los Beneficios y Costos de los Proyectos de Demostración de la Red Eléctrica Inteligente. Enero.

¹⁴¹ Centro Común de Investigación, Comisión Europea (2012). Lineamientos para llevar a cabo un análisis costo-beneficio de los proyectos de la Red Eléctrica Inteligente. Anexo IV – Indicadores de Rendimiento Clave y Beneficios [Grupo de Trabajo de la Comisión Europea para la Red Eléctrica Inteligente], páginas 58-60. El reporte identifica 54 Indicadores específicos para cubrir estas once áreas importantes.

¹⁴² Departamento de Energía de los Estados Unidos (2012). Reporte del Sistema de la Red Eléctrica Inteligente 2010: Reporte para el Congreso, Washington, D.C., (Febrero), páginas 19-69. El reporte identifica 21 métricas específicas, presentadas en la Tabla 2.1 en las páginas 14-15 para cubrir estas seis áreas importantes.

5. Optimiza la Utilización de Activos y la Eficiencia de Operación
6. Opera de Manera Flexible Frente a Disturbios, Ataques y Desastres Naturales

Independientemente del enfoque que sea seleccionado, las medidas de desempeño y las de resultados deberán enfocarse en varios aspectos de la Red Eléctrica Inteligente, cumplir ciertos criterios y ser lo suficientemente flexibles para perfeccionarse con el tiempo según se desee. En particular, estas medidas deberán desarrollarse con los siguientes factores en mente:

- Crear hechos cruciales, resultados y medidas que demuestren su exitosa implementación
- Deberá darse especial atención al éxito del plan en el cumplimiento de sus metas nacionales y locales predeterminadas
- Si es necesario, deberán tomarse acciones de corrección a mitad del periodo para garantizar los resultados finales esperados
- Las medidas deberán de ser claras y abarcar varios objetivos y segmentos de operación

Cada medida de desempeño o de resultado, dado su enfoque, puede clasificarse en una de las siguientes categorías:

- Medidas orientadas a metas
- Logros operacionales
- Medidas relacionadas con los usuarios finales

4.8.1 MEDIDAS ORIENTADAS A METAS

Las medidas orientadas a metas demuestran el grado de éxito hacia las metas nacionales y/o locales. Deberán establecerse con una finalidad en mente y deberán dar como resultado el progreso continuo con el tiempo en el logro de las metas deseadas. Estas medidas pueden incluir:

- Número y participación de medidores inteligentes implementados
- Número de proyectos de energía renovable implementados
- Número de permisos de generación expedidos (con la Red Eléctrica Inteligente involucrada)
- Número total de acuerdos de interconexión con el Sistema Eléctrico Nacional (SEN)
- La cantidad de capacidad adicional en MW agregada como generación distribuida
- Reducción total en gases de efecto invernadero
- Inversión total atraída al sector privado
- Número y participación de proyectos de energía renovable nuevos (MW) como parte de la capacidad total instalada
- Cantidad total y participación de energía (MWh) generada de recursos renovables
- Cantidad total de inversión privada en proyectos de energía renovable
- Porcentaje promedio de mejoras en pérdidas técnicas y no técnicas
- Número promedio de minutos para restaurar interrupciones en el suministro de energía eléctrica
- Número total de empleos creados por los proyectos de energía renovable

4.8.2 LOGROS OPERACIONALES

Las medidas de logro operacional demuestran el grado de éxito hacia el logro de la eficiencia y efectividad en varios aspectos de la operación. Deberán de establecerse con un enfoque en las áreas de operación en donde se han identificado ineficiencias y otras deficiencias. La meta es abordar las ineficiencias primero ocasionando una reducción en los costos y mejorando la calidad de los servicios ofrecidos a los clientes. Estos indicadores pueden incluir:

- Reducción en la congestión de la transmisión lograda mediante tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente
- Reducción en las pérdidas de línea (tanto técnicas, como no técnicas)
 - Índices mostrando mejoras de modo que las pérdidas se miden con más precisión
 - Índices mostrando el éxito de las medidas de mitigación para reducir las pérdidas
- Reducción en interrupciones en el suministro de energía eléctrica (transmisión y distribución)
 - Índices para medir la reducción en el número de interrupciones en el suministro de energía eléctrica
 - Índices para medir la cantidad de tiempo que se requiere para restaurar estas interrupciones en el suministro de energía eléctrica (por regiones)
 - Índices que pueden distinguir las formas en que las interrupciones en el suministro de energía eléctrica podrían ser abordadas en los niveles de generación, transmisión, o distribución
- Reducción en los costos de mantenimiento y operación
- Mejora en la eficiencia del sistema (incluyendo factores de carga)

4.8.3 MEDIDAS RELACIONADAS CON LOS USUARIOS FINALES

Las medidas relacionadas con los usuarios finales están enfocadas en mejorar las interacciones con los consumidores y su nivel de satisfacción con los servicios de electricidad. Estas medidas pueden incluir:

- Mejores interacciones con los consumidores a través de varios centros de atención a clientes
- Porcentaje de consumo total de electricidad de los usuarios finales atendidos con medidores avanzados
- Aumento en las opciones de compromiso con la Red Eléctrica Inteligente para los usuarios finales, como el número de opciones de precios y/o programas que alienten la respuesta a la demanda
- Incremento anual en el número de clientes residenciales, industriales y comerciales que usen los servicios de gestión de la energía para lograr más eficiencia
- Índices que midan la mejora en la satisfacción de los clientes con los servicios de electricidad
- Número y duración promedio de las interrupciones en el suministro de energía eléctrica para cada clase de clientes
- Tiempo promedio de restauración de las interrupciones en el suministro de energía eléctrica
- Tiempo promedio para tratar una solicitud de servicio
- Porcentaje anual de reducción en el número de quejas de los clientes
- Porcentaje anual de cambios en los precios

Las medidas relacionadas con los usuarios finales están enfocadas en mejorar las interacciones con los consumidores y su nivel de satisfacción con los servicios de electricidad.

Estas medidas podrían desarrollarse por varias zonas y/o por clases de clientes. Las variaciones zonales pueden ayudar a los organismos reguladores y empresas de servicios públicos a identificar áreas donde se requiere ayuda urgentemente y alentar más dependencia de las tecnologías para abordar estas necesidades urgentes de una manera oportuna.

4.9 GRUPO DE TRABAJO DE LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE

Se recomienda el establecimiento de un Grupo de Trabajo de la Red Eléctrica Inteligente en México (MX-SGTF)¹⁴³. Estos Grupos de Trabajo han sido usados en numerosos países (por ejemplo, EE.UU., India y otros) para centrar la atención en el programa de la Red Eléctrica Inteligente dentro de cada país y han resultado ser muy valiosos.

La estructura de gobierno de un Grupo de Trabajo de la Red Eléctrica Inteligente deberá de seguir e imitar los mecanismos de gobierno existentes para la industria energética y el sector eléctrico. En general, los roles de más alto nivel para la implementación de una Red Eléctrica Inteligente son como sigue:

Organismo Normativo (nivel Ministerial) – proporcionará recomendaciones sobre políticas, definirá y formalmente emitirá un Mapa de Ruta a nivel sectorial. Esto está endosando y emitiendo formalmente el Marco del Mapa de Ruta en este documento.

Organismo Regulador – emitirá regulaciones específicas cuando las aplicaciones específicas de la Red Eléctrica Inteligente lo requieran.

Empresa Pública de Electricidad – implementará las actividades de la Red Eléctrica Inteligente en coordinación con los clientes, participantes del sector privado, proveedores y otras entidades.

Entidades de Normas – emitirán normas según lo requerido para las aplicaciones específicas de la Red Eléctrica Inteligente y para garantizar la interoperabilidad. Estas normas podrían incluir normas para los requisitos de prueba, medición y precisión, o normas para la interoperabilidad de aparatos como electrodomésticos u otros dispositivos en la cadena de electricidad.

Proveedores y Fabricantes – proporcionarán información sobre el estado de la tecnología y la capacidad de la industria para implementar varias iniciativas y acciones dentro de los periodos de tiempo deseados.

Instituciones Académicas y de Investigación – respaldarán programas especiales de investigación y desarrollo que puedan requerirse para implementar la Red Eléctrica Inteligente en México

4.9.1 ROLES Y RESPONSABILIDADES DE ALTO NIVEL

La Figura 4-8 describe un ejemplo de una posible estructura del Grupo de Trabajo de la Red Eléctrica Inteligente para México. Las diversas responsabilidades son resaltadas brevemente en los siguientes párrafos.

El **Presidente del Grupo de Trabajo de la Red Eléctrica Inteligente** proporciona dirección global y liderazgo al Grupo de Trabajo de la Red Eléctrica Inteligente en México.

El **Comité de Dirección Ejecutiva de la Red Eléctrica Inteligente** está compuesto por ejecutivos de los actores gubernamentales. Este comité proporciona dirección al equipo técnico. Es la parte responsable frente al Presidente del Grupo de Trabajo de la Red Eléctrica Inteligente y el defensor de la Red Eléctrica Inteligente en

¹⁴³ En octubre de 2012, la SENER, CFE y CRE discutieron por primera vez en conjunto la Red Eléctrica Inteligente durante la reunión de lanzamiento del proyecto del Mapa de Ruta de Regulación de la Red Eléctrica Inteligente de la CRE.

México. Pulirá la visión y la estrategia para la Red Eléctrica Inteligente en México según se requiera. La posible lista de miembros incluye ejecutivos de las siguientes entidades:

- SENER (Secretaría de Energía)
- SHCP (Secretaría de Tesorería)
- SE (Secretaría de Economía)
- SFP (Secretaría de la Contraloría)
- CFE (Modernización, Distribución, Servicios al Cliente, Operaciones), CENACE, Planeación, Transmisión, Generación)
- CRE
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE)
- Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO)
- Organización de Normas, Metrología y Calidad



Figura 4-8: Posible Estructura del Grupo de Trabajo de la Red Eléctrica Inteligente

Secretaría Técnica y Comité Técnico de la Red Eléctrica Inteligente – Deberá de establecerse una secretaría técnica. La secretaría técnica tiene el papel de coordinar todas las actividades cotidianas en los niveles técnicos con respecto a la implementación y el monitoreo de las diversas aplicaciones de la Red Eléctrica Inteligente en apoyo y en dirección al Comité Técnico. Este Comité Técnico realiza el trabajo cotidiano de acuerdo con la visión y estrategia. El Comité Técnico busca la aportación de los Comités Consultivos (Industria e Investigación) y reporta al Comité Directivo del Grupo de Trabajo de la Red Eléctrica Inteligente. Además, el Comité Técnico podría tener un equipo de trabajo técnico para cada Pilar de la Red Eléctrica Inteligente para México. La posible lista de miembros incluye Expertos en la Materia de cada una de las entidades anteriores.

Grupos de Trabajo Técnico - Los Grupos de Trabajo encabezan la implementación de cada aplicación específica de la Red Eléctrica Inteligente. Se espera que algunos líderes de los grupos de trabajo sirvan como parte del Comité Técnico anterior.

En los Grupos de Trabajo, se abordarán aplicaciones específicas de la Red Eléctrica Inteligente o aspectos técnicos y regulatorios. Esto incluye la realización del diseño detallado del proyecto, cálculo de costos e implementación.

Como un ejemplo, el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST, por sus siglas en inglés) de los EE.UU. estableció varios grupos de trabajo respaldando su labor para las Normas de la red Eléctrica Inteligente. Este enfoque ha resultado ser muy efectivo para NIST y la industria estadounidense.

Dadas las características específicas de los desafíos y la visión para la Red Eléctrica Inteligente en México, se recomienda el establecimiento de los siguientes Grupos de Trabajo. Se espera que estos grupos sean requeridos para la Fase I y la Fase II del mapa de ruta de la Red Eléctrica Inteligente. A medida que la implementación avanza, pueden disolverse los Grupos de Trabajo o crearse nuevos. Los Grupos de Trabajo están enlistados por áreas de acción:

Dentro del trabajo de las normas emprendido por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST, por sus siglas en inglés), se realizaron varias acciones como sigue:

- *Creación de Grupos de Trabajo – incluyendo el Grupo de Trabajo para*
 - *Arquitectura de la Red Eléctrica Inteligente*
 - *Métodos de implementación de la Red Eléctrica Inteligente*
 - *Prueba y Certificación de la Red Eléctrica Inteligente*
 - *Seguridad Cibernética de la Red Eléctrica Inteligente*
 - *Grupos de Trabajo de Expertos en Dominios (DEWG) de la Red Eléctrica Inteligente*

- *Los Grupos de Trabajo de Expertos en Dominios (DEWG) de la Red Eléctrica Inteligente según NIST tenían además grupos de trabajo especializados como sigue:*
 - *De los Edificios a la Red /B2G*
 - *Negocios y políticas /BnP*
 - *Renovables Distribuidos, generación, y almacenamiento /DRGS*
 - *De la Casa a la Red /H2G*
 - *De la Industria a la Red /I2G*
 - *Transmisión y Distribución /TnD*
 - *Del Vehículo a la Red /V2G*

- **Grupo de Trabajo para Regulación y Política (R&P)** constando de representantes de la SENER y CRE
- **Grupo de Trabajo para Compromiso de los Clientes, Demanda y Eficiencia Energética**
 - Grupo de Trabajo para Soluciones de Tecnología de Demanda (DS)
 - Grupo de Trabajo para Eficiencia Energética (EE)
 - Grupo de Trabajo para Compromiso de los Clientes (CE)
- **Grupo de Trabajo para Integración de Energía Renovable**
 - Grupo de Trabajo para Integración de Energía Renovable de Gran Escala (LRE)¹⁴⁴
 - Grupo de Trabajo para Integración de Energía Renovable de Pequeña Escala (por ejemplo, paneles solares en el techo) (SRE)
- **Grupo de Trabajo para Transmisión y Distribución**
 - Grupo de Trabajo para el Desarrollo y la Automatización del Sistema de Transmisión (TX)
 - Grupo de Trabajo para la Automatización y Protección de la Distribución (DA)
- **Grupo de Trabajo de Comunicaciones y Normas**
 - Grupo de Trabajo para el Soporte y Desarrollo de las Comunicaciones (COM)
 - Grupo de Trabajo de Normas (STD)

El **Comité Consultivo de la Industria** está compuesto por participantes de la industria interesados y activos en la Red Eléctrica Inteligente en México. Proporciona recomendaciones y asesoría sobre los desarrollos relacionados

¹⁴⁴ Puede existir un grupo similar dentro de la CFE.

de la industria de la Red Eléctrica Inteligente al Comité Técnico según se requiera. El comité incluye a miembros de usuarios de energía al mayoreo, fabricantes, defensores de los consumidores, etc.

El **Comité Consultivo de Instituciones de Investigación y Académicas** respalda al Comité Técnico de la Red Eléctrica Inteligente y está compuesto por Expertos en la Materia de importantes instituciones de investigación y académicas – por ejemplo, el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE). Cuando se solicite, emprenderá una investigación especializada para el Comité Técnico.

4.9.2 INTEGRACIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO DE LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE DE MÉXICO

La Red Eléctrica Inteligente no es un tema nuevo en el contexto mexicano dado que la CFE ya había comenzado ciertas acciones específicas. Por ejemplo, en el 2010, la CFE hizo una valoración sobre la disponibilidad de las redes de distribución para desarrollar la Red Eléctrica Inteligente. Para este propósito, la CFE aplicó el Modelo de Madurez de la Red Eléctrica Inteligente desarrollado por el Carnegie Mellon Software Engineering Institute. Este fue el primer planteamiento formal de la Red Eléctrica Inteligente en México.

Con respecto a las acciones de la CRE, se realizaron algunos estudios con el fin de investigar las acciones regulatorias más relevantes en todo el mundo en relación con el desarrollo de la Red Eléctrica Inteligente. Como consecuencia de esta investigación, la CRE identificó la necesidad de tener una estrategia adecuada para implementar esta nueva filosofía en México. Este fue el comienzo del Mapa de Ruta desarrollado más tarde con la asistencia de la Agencia de Comercio y Desarrollo de los EE.UU. y el apoyo especializado de ESTA International.

Al principio, las acciones de la Red Eléctrica Inteligente se basaron un poco en esfuerzos aislados. Sin embargo, hubo más diálogo entre todos los interesados del gobierno, la SENER, CFE y la CRE. Como se establece en este Mapa de Ruta, en octubre de 2012 fue la primera vez que estas entidades gubernamentales discutieron formalmente la Red Eléctrica Inteligente. Desde entonces, existe interacción e intercambio de información permanentes entre ellas. A consecuencia de esto y siguiendo la recomendación elaborada por ESTA, en abril de 2014 se estableció un grupo formal. Este grupo se creó para coordinar todos los esfuerzos en la Red Eléctrica Inteligente en México y garantizar que se considere un proceso de planeación integral (abarcando políticas, regulación y despliegue de tecnología) para desarrollar la Red Eléctrica Inteligente en México.

4.10 OBSERVACIONES

Nuestra revisión del sector eléctrico mexicano antes de la Reforma Energética demuestra claramente la distribución de autoridades entre los múltiples participantes. Aun cuando esta división de autoridad puede ser un punto fuerte – alentando a varias partes a crear un consenso – también puede ocasionar posibles ineficiencias e ineficacia sin una cooperación sólida o cuando distintas partes se están esforzando por cumplir objetivos opuestos. En estas circunstancias, el problema podría agravarse si el organismo regulador carece de autoridad adecuada para tomar una decisión efectiva.

En todo este Reporte, hemos identificado áreas importantes donde las medidas reguladoras están ausentes o requieren más esclarecimiento para enriquecer las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente. En respuesta, se proporcionan varias recomendaciones abarcando la operación de las empresas de servicios públicos, la participación del sector privado y la protección de los consumidores. Se han proporcionado varias recomendaciones para abordar la necesidad de acciones regulatorias, legislativas e institucionales para aclarar la autoridad reguladora o modificar las responsabilidades por varias instituciones para incrementar la eficiencia y la operación del sector eléctrico.

De acuerdo con el marco legal mexicano anterior, la CRE estaba provista de autoridades limitadas. Por ejemplo, la Ley de Energía Renovable permitía a la CRE mejorar el uso de recursos renovables para reducir la contaminación. Del mismo modo, la CRE podía alentar la implementación de la Red Eléctrica Inteligente para reducir la contaminación. Sumado a esto, la CRE mantiene la autoridad de determinar la cantidad de pago a las entidades de autoabastecimiento, incluyendo clientes que instalen paneles solares fotovoltaicos en el techo. Además, la CRE puede abordar la Respuesta a la Demanda, sin embargo, no lo ha hecho. La CRE puede también tener cierto impacto indirecto requiriendo que la CFE realice ciertas acciones, a través de recomendaciones a la SENER. Aun cuando es importante, una autoridad limitada e indirecta reduce la capacidad de la CRE de regular efectivamente el sector eléctrico y tomar medidas sólidas para enriquecer las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente.

La experiencia internacional muestra que la dependencia reguladora encargada de la electricidad necesita cierta autoridad mínima si debe proporcionar un entorno regulatorio efectivo que garantice confiabilidad satisfaciendo al mismo tiempo la demanda cada vez mayor de electricidad por los usuarios finales residenciales y comerciales que buscan prosperidad económica. En particular, una dependencia reguladora encargada del sector eléctrico deberá de tener autoridad sobre las siguientes áreas:

- Determinación de tarifas, incluyendo el diseño de tarifas
- Protección de Consumidores
- Expansión de Generación, Transmisión y Distribución
- Normas de Eficiencia Energética y de la Cartera de Renovables
- Vigilancia del Mercado
- Conformidad y Cumplimiento
- Establecimiento de leyes y disposiciones incluyendo la Red Eléctrica Inteligente

La CRE, con el apoyo de la Secretaría de Energía, podría ser la dependencia que encabece la regulación del sector eléctrico y supervise la implementación total de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente para México. La CRE podría estar mejor posicionada para definir expectativas amplias y facilitar a la CFE las actividades de la Red Eléctrica Inteligente para el logro de las metas nacionales. Los planes de la CFE para la implementación deberán de reflejar completamente la retroalimentación de la CRE y la SENER y otras autoridades responsables. La CFE deberá de proporcionar reportes regulares que resuman el progreso.

En la ausencia de estas mejoras en los roles y responsabilidades de la CRE, es posible que la SENER necesite encabezar el esfuerzo con un amplio apoyo por parte de la CRE, para garantizar una orientación adecuada en materia de políticas y regulación que fomente las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente en México.

4.11 RESUMEN DE RECOMENDACIONES

Esta sección contiene el resumen de recomendaciones presentadas en este reporte. Los números en la siguiente Tabla 4-5 corresponden a los números de recomendación en todo el reporte.

Tabla 4-5: Estrategias de Regulación para Mejorar la Operación del Sistema de Energía Eléctrica por la CFE

NO.	RECOMENDACIÓN
CFE - 1	La CRE deberá respaldar la creación y realización de un proceso de planeación de múltiples partes para la planeación e implementación de la Red Eléctrica Inteligente.
CFE - 2	La CRE deberá de requerir que todos los actores del sector energético, en colaboración con la industria y con organismos de normalización existentes, adopten y publiquen normas para la Red Eléctrica Inteligente, basándose en el trabajo realizado en otros países.
CFE - 3	La CRE deberá respaldar a CFE en sus esfuerzos por identificar, evaluar y planificar para la implementación todas las medidas rentables de la Red Eléctrica Inteligente “al mayoreo” disponibles para la compañía.
CFE - 4	La CRE deberá respaldar a CFE en el desarrollo y la publicación de un calendario para la instalación de medidores inteligentes, de acuerdo con un plan de transición aprobado.
CFE - 5	En conjunto con la CRE y otros interesados, la CFE deberá desarrollar y publicar un plan de transición detallado para cambiar a los clientes con medidores inteligentes a tarifas que emplean los precios dinámicos.
CFE - 6	La CRE deberá respaldar a CFE para que desarrolle un plan que integre los medidores inteligentes de calidad para instalación mayorista en el proceso de instalación mayorista para compensar con precisión la generación de los recursos en el sitio de los clientes durante periodos con altos costos de producción.
CFE - 7	La CRE deberá identificar barreras de mercado remanentes y recomendar una legislación a la SENER.

Tabla 4-6: Estrategias de Regulación para Mejorar la Operación de Terceros Independientes

NO.	RECOMENDACIÓN
TPP - 1	La CRE deberá desarrollar y expresar su visión sobre la participación de terceros en la Red Eléctrica Inteligente al menudeo.
TPP - 2	La CRE deberá desarrollar una regulación y establecer reglas que reconozcan la dependencia cada vez mayor de la planeación y operación de la red eléctrica mexicana de los recursos renovables de terceros como hidroeléctrica, eólica, solar, biomasa, etc., con características diversas.
TPP - 3	La CRE deberá desarrollar una regulación y establecer reglas que reconozcan más dependencia de los recursos complementarios de terceros como la respuesta a la demanda, instalaciones de almacenamiento de energía y recursos de generación de gas natural de reserva.
TPP - 4	La CRE deberá establecer opciones de precios y un mecanismo de incentivo de pago para atraer recursos no convencionales (pago de capacidad y energía vs. pago de energía solamente).
TPP - 5	La CRE deberá desarrollar y expresar una regulación con respecto al acceso de terceros a los datos de los clientes.
TPP - 6	La CRE deberá hacer recomendaciones legislativas para alentar la inversión en la Red Eléctrica Inteligente a través de una política informada sobre impuestos e inversión.
TPP - 7	La CRE deberá respaldar a la SENER en el desarrollo de propuestas a la legislación a fin de eliminar cualquier barrera a la interconexión de los proveedores de la Red Eléctrica Inteligente.

Tabla 4-7: Estrategias de Regulación para Beneficiar el Desarrollo de Recursos Renovables

NO.	RECOMENDACIÓN
DRR - 1	Desarrollar una referencia de precios para la energía y varios servicios auxiliares y poner esta información a disposición del público.
DRR - 2	Desarrollar el Índice de Costos de Expansión de la transmisión por Área, Zona, etc. y poner esta información a disposición del público.
DRR - 3	Definir las Zonas Competitivas de Energía Renovable por tecnología (es decir, viento y solar) y poner esta información a disposición del público.
DRR - 4	Definir la responsabilidad de costos para actualizaciones de la red que sean motivadas como resultado de la interconexión de los recursos renovables.
DRR - 5	Crear una lista pública (Lista de espera) de los recursos renovables actualmente en operación y planeados, su ubicación, punto de interconexión, fecha comercial esperada de la operación, etc. y el estado más reciente de cada proyecto planeado.
DRR - 6	Requerir la revisión del Manual de Interconexión existente de CFE para abordar varias tecnologías renovables.
DRR - 7	Requerir la revisión del Acuerdo de Interconexión de CFE el cual aborda y/o exenta a los recursos renovables de ciertas obligaciones por el tipo de tecnología.
DRR - 8	Desarrollar una nueva metodología y una justificación de las nuevas instalaciones de transmisión basándose en la coordinación del proceso de planeación de la transmisión y la interconexión de los recursos renovables.

Tabla 4-8: Estrategias de Regulación para Beneficiar a los Usuarios Finales y Mejorar la Satisfacción

NO.	RECOMENDACIÓN
USER - 1	La CRE deberá requerir que CFE haga inversiones “útiles en todo caso” en la Red Eléctrica Inteligente que enfatizan la detección de interrupciones en el suministro de energía eléctrica, la mala calidad de la energía, las condiciones del transformador de distribución antes de la falla, etc.
USER - 2	La CRE deberá supervisar el desarrollo por parte de CFE de las normas técnicas “plug and play” para que los dispositivos de la Red Eléctrica Inteligente permitan el involucramiento de los clientes.
USER - 3	Proporcionar información adicional sobre la facturación de los clientes, así como proporcionar a clientes seleccionados información innovadora y ampliada sobre la facturación como la que es ofrecida por varios proveedores que prestan servicios públicos.
USER - 4	CFE deberá considerar la contratación de un proveedor de plataforma de la Red Eléctrica Inteligente para un ensayo de gran escala.
USER - 5	La CRE deberá considerar la promoción de opciones de respuesta a la demanda para clientes sensibles a los precios a fin de participar en los mercados de energía y servicios auxiliares.
USER - 6	La CRE deberá considerar opciones de precios y un mecanismo de incentivos para los clientes finales a fin de atraer recursos renovables de pequeña escala (pago de capacidad vs. pago de energía).
USER - 7	La CRE deberá desarrollar un reglamento que fomente los recursos distribuidos en los centros poblacionales (Generación Distribuida, Almacenamiento de Energía, Electrodomésticos y Vehículos Eléctricos).
USER - 8	La CRE, en colaboración con otras autoridades, deberá de comenzar a introducir nuevas estructuras de tarifas: una Red Eléctrica Inteligente requiere “tarifas inteligentes”.
USER - 9	La CRE deberá empezar a publicar los impactos de la Red Eléctrica Inteligente en las interrupciones en el suministro de energía eléctrica en áreas con penetración significativa de la Red Eléctrica Inteligente.
USER - 10	La CRE deberá planear y llevar a cabo programas de instrucción para los clientes a fin de presentar los beneficios de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente.

Tabla 4-9: Estrategias de Regulación para Compartir Costos y Beneficios de la Red Eléctrica Inteligente

NO.	RECOMENDACIÓN
CBSG - 1	Desarrollar un valor de “costo evitado” para ahorros de las aplicaciones de la Red Eléctrica Inteligente al menudeo
CBSG - 2	Considerar la planificación en etapas en un cambio de estructura de tarifas “top 20” a la tarifa ToU a medida que los medidores AMI son introducidos
CBSG - 3	Dirigir la instalación inicial de los medidores AMI a clientes con servicio TOU bajo mandato y poner el servicio TOU a disposición de cualquier cliente que elija tener un dispositivo AMI

Tabla 4-10: Estrategias de Regulación para Proteger la Información y Privacidad de los Usuarios Finales

NO.	RECOMENDACIÓN
PRIV - 1	En conjunto con otras dependencias mexicanas de derechos del consumidor, la CRE deberá desarrollar una Directiva de los Consumidores sobre los Derechos de la Red Eléctrica Inteligente que detalle la privacidad, el acceso a la información y el control de los clientes sobre el uso de sus datos de energía.
PRIV - 2	La CRE deberá guiar a la CFE en la creación de una campaña de educación de los clientes que trate temas de la Red Eléctrica Inteligente, especialmente temas de privacidad.
PRIV - 3	La CRE deberá ayudar en el desarrollo de un Código de Conducta Voluntario de la industria, disponible para todos los proveedores de servicios de la Red Eléctrica Inteligente.

Tabla 4-11: Recomendaciones de Autoridad Legislativa

NO.	RECOMENDACIÓN
LEG - 1	Además de la autoridad actual con respecto a las energías renovables y proyectos de generación privada, la CRE necesita facultades específicas relacionadas con la Red Eléctrica Inteligente.
LEG - 2	La SENER y la CRE necesitan facultades específicas para participar en las decisiones de políticas y regulación relacionadas con los temas de transmisión, distribución y planeación de los usuarios finales.
LEG - 3	Deben tomarse medidas presupuestarias para garantizar que la CRE cuente con los recursos financieros adecuados para obtener la experiencia y aptitudes requeridas para abordar la complejidad de las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente.
LEG - 4	La CRE necesita un mandato específico para encabezar y coordinar las acciones regulatorias relacionadas con la electricidad entre todos los interesados como la SENER, la SHCP, la CONUEE, la CFE y la industria.

5 TAREA 3 – EVALUACIÓN DE OPORTUNIDADES DE INVERSIÓN PRIVADA

Tarea 3

Evaluación de Oportunidades de Inversión Privada

- Posibles Mecanismos de Subasta
- Oportunidades de Implementación de Tecnología y Proveedores Estadounidenses

El principal objetivo de la Tarea 3 es identificar las oportunidades de inversiones privadas y las acciones necesarias para facilitar estas inversiones. Esta Tarea depende de las recomendaciones de las Tareas 1 y 2 y las consultas con la CRE. También, se entiende que México todavía no tiene un mercado de electricidad mayorista o minorista. Sin embargo, está moviéndose en dirección a establecer un ambiente más competitivo¹⁴⁵ dentro de su sector eléctrico. Por lo tanto, nuestra referencia a los mercados de electricidad al mayoreo pertenece a los mercados mayoristas que aún no se han desarrollado. En general, la Tarea 3 abarca varias subtareas:

- Subtarea 3.1 Identificación de Posibles Mecanismos de Subasta

El objetivo de esta subtarea es diseñar un posible mecanismo de subasta de adquisición que proporcione incentivos para el desarrollo de proyectos de energía renovable de menos de 30 MW.

- Subtarea 3.2 Identificación de Oportunidades de Despliegue de Tecnología y Fuentes de Abastecimiento de los EE.UU.

El objetivo de esta subtarea es identificar oportunidades para desplegar las siguientes tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente:

- Medidores inteligentes e infraestructura de medición avanzada (“AMI”);
- Flujo de datos, manejo de información, tecnologías de la información y SCADA;
- Equipo de seguridad cibernética; y
- Actualizaciones de software para mejorar el servicio a clientes, manejo de activos, operaciones de servicios públicos y operaciones de transmisión y distribución.

Esta subtarea también incluirá la identificación de fuentes estadounidenses potenciales de abastecimiento para estas tecnologías de conformidad con la Cláusula I del Anexo II del Acuerdo de Concesión. La lista de fuentes estadounidenses potenciales de abastecimiento será compartida con el Concesionario y CFE.

- Subtarea 3.3 Incentivos para Energía Renovable, Generación Distribuida y Compañías Independientes

El objetivo de esta subtarea es explorar e identificar posibles incentivos regulatorios para fomentar el desarrollo y la integración de proyectos de energía renovable de pequeña escala y la integración de la generación distribuida existente a la red eléctrica nacional de México. Esta subtarea incluirá la identificación de posibles incentivos regulatorios para fomentar la creación y administración de programas de respuesta a la demanda para generadores independientes.

¹⁴⁵ La Reforma Energética Constitucional aprobada a finales del 2013 permite que las entidades privadas sean contratadas por el Estado con el fin de prestar el servicio de distribución. El Congreso hará adaptaciones al marco legal con el fin de regular los modos de contratación, de manera que las entidades privadas, a nombre del Estado, puedan realizar, entre otras actividades, el financiamiento, instalación, mantenimiento, gestión, operaciones y expansión de la infraestructura necesaria para prestar el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica.

Este capítulo incluye lo siguiente:

- Identificación de Posibles Mecanismos de Subasta
- Identificación de Oportunidades de Despliegue de Tecnología y Fuentes Estadounidenses de Abastecimiento
- Incentivos para Energía Renovable, Generación Distribuida y actividades de Respuesta a la Demanda por Compañías Independientes
- Presentación tabulada de todas las Recomendaciones para incentivos

En la Tarea 3 no hablamos de las recomendaciones legislativas específicas y los posibles cambios institucionales. Más bien, las recomendaciones desarrolladas en la Tarea 2 con respecto a tales cambios se aplican al tema central bajo consideración en esta Tarea 3.

5.1 IDENTIFICACIÓN DE POSIBLES MECANISMOS DE SUBASTA

La importancia de los recursos renovables en la cartera de generación alrededor del mundo ha estado creciendo en los últimos diez años, principalmente debido a su efectividad en la reducción de los impactos negativos de recursos convencionales en el medio ambiente. En particular, los recursos renovables distribuidos de pequeña escala han visto una expansión significativa debido a que pueden situarse en los centros poblacionales donde se encuentran los usuarios finales y evitan la necesidad de una inversión significativa en la transmisión y distribución muchas veces requerida cuando la energía proviene de grandes plantas de generación lejanas. El mecanismo de subasta basado en los mercados competitivos ha sido la elección dominante para muchos países en la procuración de su nivel deseado de recursos renovables.

En México, el precio que se paga por la energía renovable eventualmente es pasado al usuario final o a la SHCP. Con el fin de controlar el aumento en los precios a los usuarios finales y la carga potencial en la SHCP, es importante que las adquisiciones se realicen de una manera competitiva con incentivos adecuados que no sólo promuevan el desarrollo de recursos renovables sino que también minimicen la inversión futura¹⁴⁶ en los sistemas de transmisión y distribución, así como los costos diarios de operación. Por lo tanto, la industria de la energía renovable en México puede beneficiarse de las mejoras en su mecanismo de subasta existente para lograr estos objetivos. Diferentes tipos de subasta proporcionan diferentes incentivos regulatorios que deberían de considerarse antes de la adopción de algún mecanismo de subasta específico.

En esta subtarea, identificamos varios elementos de los mecanismos de subasta comunes de adquisición que incentivan y fomentan el desarrollo de proyectos de energía renovable de menos de 30 MW. Estos proyectos son importantes porque pueden situarse cerca de los clientes, complementando el sistema de distribución, mejorando la confiabilidad del sistema, reduciendo la inversión en la red eléctrica de transmisión y mejorando al mismo tiempo la calidad ambiental.

El marco legal mexicano antes de la Reforma Energética establecía que la generación de electricidad para el servicio público tenía que ser realizada por la empresa de servicio público propiedad del Estado, CFE, y por inversionistas privados a través de los esquemas específicos de autoabastecimiento, cogeneración, producción independiente de energía, pequeña producción, exportación e importación. La Reforma Energética del Congreso

¹⁴⁶ Podría incluir el uso de recursos distribuidos para eliminar la necesidad de expansiones adicionales de transmisión y distribución. El sector de la generación ha sido completamente liberalizado y cualquier desarrollador privado puede participar en él. El impacto en los esquemas tradicionales (autoabastecimiento, IPP, etc.) no está claro pero se espera que todavía sean requeridos los permisos otorgados por la CRE.

aprobada en diciembre de 2013 requiere cambios importantes al sector energético incluyendo los roles y responsabilidades de los diversos interesados en el sector energético mexicano.¹⁴⁷

El gobierno mexicano ha adoptado una política de diversificación de recursos de generación basándose en la promoción del desarrollo de la energía renovable. En el 2008, la Ley de Energía Renovable delegó facultades específicas a la CRE con el fin de desarrollar varios incentivos para promover la inversión privada y la penetración de la energía renovable a la red eléctrica mexicana. Una de las metas de la CRE es perfeccionar las leyes y disposiciones para incrementar la producción de electricidad a través de la promoción de la generación de energía renovable hasta 30 MW.¹⁴⁸

5.1.1 EXPERIENCIA INTERNACIONAL CON MECANISMOS DE SUBASTA PARA ENERGÍA RENOVABLE

Para alentar una mayor dependencia de los recursos renovables distribuidos pequeños obteniendo al mismo tiempo las tecnologías más económicas y eficientes, las autoridades gubernamentales y empresas de servicios públicos reguladas suelen atenerse al mecanismo de subasta basado en el mercado para adquirir estos recursos. Se usan varios mecanismos de subasta diferentes para obtener las ofertas más competitivas de desarrolladores de recursos renovables.

El análisis de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA por sus siglas en inglés)¹⁴⁹ sobre las Subastas de Energía Renovable en los países en desarrollo¹⁵⁰ indica que en el 2013 al menos 44 países emplearon mecanismos de subasta para energía renovable; 30 de ellos son países en desarrollo. El reporte de la IRENA destaca mecanismos de subasta populares empleados en los países en desarrollo, incluyendo la “subasta de licitación cerrada” (donde las licitaciones se presentan en sobres cerrados) (más común), la “subasta de reloj descendente de múltiples rondas” y un híbrido de las dos. La Tabla 5-1 (adaptada del reporte de la IRENA con ajustes de ESTA) destaca los dos principales enfoques.

Tabla 5-1: Mecanismo de Subasta Común para Subastas de Energía Renovable

Subastas de Licitación Cerrada	Subastas de Reloj Descendente
Los licitadores presentan simultáneamente licitaciones confidenciales revelando la oferta de precio y la cantidad. Las licitaciones que reúnen todos los requisitos son clasificadas por precio. Las ofertas son después seleccionadas en orden ascendente hasta cumplir el volumen de adquisiciones de la subasta.	El subastador ofrece un precio alto público el cual se espera que genere abastecimiento excesivo. Los subastadores establecen las cantidades que abastecerían a ese precio. Aunque todavía haya abastecimiento excesivo, el subastador disminuye el precio hasta cumplir el volumen de abastecimiento objetivo.
Es posible clasificar los proyectos no sólo de acuerdo con el precio, sino incluyendo otros criterios como sumadores y restadores de licitación para dar razón de los atributos de la ubicación.	No se clasifican los proyectos. La subasta da como resultado cantidades ofrecidas por un precio determinado.
Volumen limitado subastado, selección de varias licitaciones que correspondan al volumen de adquisiciones.	Volumen limitado subastado, selección de varias licitaciones que correspondan al volumen objetivo.

¹⁴⁷ Por ejemplo, la generación ya no se considera como un servicio público.

¹⁴⁸ La Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE) citó la “producción pequeña” como aquella que no excede de 30 MW de capacidad instalada y cuya electricidad generada es ofrecida a CFE en su totalidad.

¹⁴⁹ “La Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) es una organización intergubernamental que apoya a los países en su transición a un futuro de energía sustentable y sirve como la plataforma principal para la cooperación internacional, un centro de excelencia y un depositario de políticas, tecnologías, recursos y conocimiento financiero sobre energía renovables. La IRENA promueve la adopción generalizada y el uso sustentable de todas las formas de energía renovable, incluyendo bioenergía, energía geotérmica, energía hidroeléctrica, energía oceánica, energía solar y energía eólica en busca del desarrollo sustentable, acceso a la energía, seguridad energética y crecimiento económico y prosperidad con bajas emisiones de carbono” - Fuente: sitio Web de la IRENA.

¹⁵⁰ Subastas de Energía Renovable en Países en Desarrollo, 2013,

http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Renewable_energy_auctions_in_developing_countries.pdf

Subastas de Licitación Cerrada	Subastas de Reloj Descendente
Precio máximo autorizado usado para el proceso de selección. Ningún proceso inherente para el descubrimiento de los precios.	Descubrimiento de los precios (máximos autorizados) al final del proceso.
Precio promedio no necesariamente revelado al final de la ronda de subastas.	Precio promedio revelado al final de la ronda de subastas.
Da como resultado una competencia limitada entre los licitadores.	Ocasiona que los licitadores compitan de manera activa.

La revisión del Banco Mundial¹⁵¹ del diseño y la implementación de políticas para promover el desarrollo de la Energía Renovable en seis países en desarrollo destaca varios enfoques, incluyendo: Política de Tarifas de Introducción de Energía Renovable a la Red Eléctrica (FIT), Normas de la Cartera de Renovables (RPS), Certificados de Energía Renovable y Adquisición Competitiva (Licitación y Mecanismos de Subasta)¹⁵². Cada uno tiene sus riesgos de inversión específicos, efectividad/eficiencia y complejidad. La Tabla 5-2 muestra el resumen del Banco Mundial de estas tres dimensiones para la Adquisición Competitiva (Licitación y Mecanismos de Subasta).

Tabla 5-2: Dimensiones de la Adquisición Competitiva

ADQUISICIÓN COMPETITIVA (SUBASTAS, LICITACIONES)		
Riesgos de Inversión	Efectividad/Eficiencia	Complejidad
<ul style="list-style-type: none"> Riesgo de precio moderado a alto (depende del diseño de contrato, reglas del mercado) La naturaleza pendular crea incertidumbre Los flujos de ingresos menos predecibles requieren IRRs más altos Los contratos adjudicados proporcionan flujos de ingresos predecibles La participación en licitaciones puede acarrear altos costos de transacción Más difícil asegurar la financiación 	<ul style="list-style-type: none"> Si se fomenta la competencia de una manera efectiva, se ofrecen precios bajos (cadena de suministro completa) Toma en cuenta el apoyo estratégico de los diferentes tipos de energía renovable Alto riesgo de despliegue (retrasos en el proyecto o falta de implementación en lo absoluto debido a dificultades en el cierre financiero, barreras administrativas o de concesión de licencias, debilidad del Estado de Derecho o cumplimiento débil de contratos o garantías de terminación de proyectos) 	<ul style="list-style-type: none"> El diseño del mecanismo de subasta puede ser complejo (depende del tipo de mercado y condiciones del mercado) Requiere alta capacidad institucional y administrativa Requiere Estado de Derecho contundente, cumplimiento de contratos La estabilidad regulatoria es crucial (reglas estables sobre las subastas) Requiere un diseño adecuado de las garantías de terminación de proyectos y sanciones por retrasos y bajo desempeño.

Los países en Latinoamérica como Perú¹⁵³ y Brasil han realizado varias subastas de energía renovable. Las lecciones aprendidas en estos países pueden ser una valiosa retroalimentación para los legisladores en México mientras la CRE perfecciona las subastas existentes en la adquisición de recursos renovables con la condición de que esas subastas abarquen varios tamaños de energía renovable y no estén limitadas a los programas de Energía Renovable de Pequeña Escala.¹⁵⁴ Las Tabla 5-3 y Tabla 5-4 destacan los programas en Perú y Brasil, respectivamente.¹⁵⁵

¹⁵¹ Diseño y Cumplimiento de Instrumentos de Política para Promover el Desarrollo de la Energía Renovable: Experiencia Naciente en Países en Desarrollo Seleccionados; Proposición No. 22, abril de 2011 del Consejo del Sector Energético y Minero.

¹⁵² México empleará las Normas de la Cartera de Renovables (se estableció 35% de energía limpia para el año 2024 dentro de la ENE) y el proceso de Adquisición Competitiva. No se prefiere el planteamiento de la Tarifa de Introducción de Energía Renovable a la Red Eléctrica.

¹⁵³ La CRE ha recibido asesoría de consultores peruanos en cuanto al diseño de un mecanismo de subasta adaptado para el Sector Eléctrico Mexicano.

¹⁵⁴ Los ejemplos de subasta, cubriendo Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Perú y Uruguay, se discuten en un Documento de Trabajo IIT 2013 por Paolo Mastropietro, Carlos Batlle, Luiz A. Barroso y Pablo Rodilla, titulado: "Electricity Auctions in South America: Towards Convergence of System Adequacy and Res-E Support." También disponible en: <http://www.iit.upcomillas.es/batlle/Publications/2013%20Electricity%20auctions%20in%20South%20America%20-%20Mastropietro%20et%20al.pdf>

¹⁵⁵ Reporte de la IRENA sobre Subastas de Energía Renovable en Países en Desarrollo, 2013.

Tabla 5-3: Características de las Subastas de Energía Renovable en Perú

CARACTERÍSTICAS DE LAS SUBASTAS DE ENERGÍA RENOVABLE EN PERÚ	
Base legal	Decreto Supremo No. 1002 adoptado en el 2008, modificado por el Decreto Supremo No. 012-2011-EM en el 2011
Autoridades encargadas	Ministerio de Energía y Minas (MEN) Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN)
Tecnologías elegibles	Subastas de tecnología específica que están dirigidas a la energía solar, de biomasa y desechos, eólica, hidroeléctrica pequeña y geotérmica
Proceso de selección	Selección en una ronda sin una fase de precalificación basada en el precio y la cuota de energía. Precio máximo autorizado (no revelado) definido por el OSINERGMIN y cuota definida por el MEN. El licitador debe presentar una evidencia de una gama de requisitos técnicos, proporcionar valoraciones de recursos por un periodo no menor que un año y presentar un estudio de viabilidad previa para cada proyecto.
Agenda de subastas	Primera subasta: 2009-2010; Segunda subasta: 2011; Tercera subasta prevista para 2013.
Duración de la tarifa	Acuerdo de Adquisición de Energía de 20 años
Cumplimiento	Uso de fianzas de cumplimiento depositadas por los desarrolladores de proyectos con el fin de garantizar la terminación de los proyectos. El cumplimiento con el volumen de la generación de energía contratada es garantizado con la penalización de la escasez. En caso de demoras, puede otorgarse una extensión y/o el valor de la fianza de cumplimiento es aumentado. El contrato es terminado si no se completa el proyecto.

Tabla 5-4: Características de las Subastas de Energía Renovable en Brasil

CARACTERÍSTICAS DE LAS SUBASTAS DE ENERGÍA RENOVABLE EN BRASIL	
Base legal	Leyes 10,847 y 10,848 adoptadas en el 2004
Autoridades encargadas	Gobierno: Ministerio de Minas y Energía (MME) Organismo ejecutivo: Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL)
Tecnologías elegibles	Las subastas pueden ser de tecnología específica (por ejemplo, subasta sólo de energía de biomasa en el 2008 y subasta sólo de energía eólica en el 2009 y 2010), subastas de energía alternativa (eólica, hidroeléctrica pequeña y de biomasa en el 2007 y 2010) y subastas de tecnología neutral (llevadas a cabo regularmente desde el 2005, donde todas las tecnologías de energías renovables han estado participando desde el 2011). La ANEEL determina cuáles tecnologías de energías renovables son elegibles en las subastas y pueden competir con la energía convencional (como en el caso de la subasta en el 2011).
Proceso de selección	Requisito previo para hacer una licitación para proyectos: licencia ambiental previa; aprobación de acceso a la red eléctrica; documentos de la tecnología específica (como contratos de combustible para energía de biomasa y producción certificada para energía eólica). Selección en 2 etapas: Etapa 1: subasta de reloj descendente; Etapa 2: subasta final de ofertas de precios.
Agenda de subastas	Nuevas subastas de energía anualmente basadas en las necesidades pronosticadas de la capacidad de energía. Estas subastas son de tecnología neutral pero el gobierno puede determinar las tecnologías elegibles, permitiendo así la participación exclusiva de energías renovables. Las subastas de reserva se llevan a cabo a juicio del MME. Normalmente se celebra cada año una subasta de energía de reserva para la generación de energía basada en energías renovables pero esto no es la regla.
Duración de la tarifa	Normalmente dura 20 años para la energía eólica; 20 años para la energía de biomasa; y 30 años para la energía hidroeléctrica.
Cumplimiento	Lista larga de documentos técnicos para participar. Los licitadores tienen que depositar varias garantías, incluyendo una fianza de licitación del 1% del costo de inversión estimado del proyecto y una fianza de terminación de proyecto del 5% del costo de inversión estimado del proyecto. Sanciones por demoras y producción insuficiente. Terminación de contrato por retrasos de más de un año.

Brasil y Perú han tenido mucho éxito con su sistema de subastas al ser capaces de obtener precios reducidos y establecer preferencias de tecnología para la Energía Renovable. La IRENA también reporta sobre la importancia de los precios máximos autorizados en Sudáfrica. La primera ronda de subastas en Sudáfrica no tuvo éxito en la obtención de precios reducidos ya que los precios máximos autorizados revelados eran altos. Durante la siguiente ronda, no se revelaron los precios máximos autorizados y se recibieron precios reducidos.

5.1.1.1 INFLUENCIA DE LOS MECANISMOS DE SUBASTA EN LA TECNOLOGÍA Y EL DESARROLLO LOCAL

Las preferencias de tecnología, preferencias de sitio y desarrollo de la fuerza laboral local de acuerdo con la política gubernamental y las metas del mercado, desempeñan papeles importantes en el diseño de los mecanismos de subasta específicos de un país. Los mecanismos de subasta diseñados con estos objetivos suelen ser usados por los países para promover varias iniciativas regulatorias e iniciativas de ley, como se muestra más adelante.¹⁵⁶

Tecnología

Las Subastas de Tecnología Específica ayudan a promover una tecnología específica y mayor competitividad de precios dentro del contexto de la Energía Renovable. Por ejemplo, el enfoque de China en los recursos de energía eólica ayudó a desarrollar la energía eólica en China como fue el caso con las subastas sólo de energía de biomasa y las subastas sólo de energía eólica en Brasil.

Las Subastas de Tecnología Neutral promueven las tecnologías menos caras dentro del país y toman en consideración una mezcla de recursos.

Sitio Específico

Las Subastas de Sitio Específico promueven la energía renovable en ubicaciones particulares para mejorar la confiabilidad de la transmisión, mejorar el uso de los recursos para reducir los costos de operación, o promover las industrias locales.

Contenido Local

Los Requisitos de Contenido Local en los mecanismos de subasta también desempeñan un papel importante en el desarrollo de tecnologías nacionales específicas y experiencia en la fabricación. La meta principal es crear una industria local, incrementar el empleo y con el tiempo volverse competitivo en ciertas áreas. Esto puede también tener un impacto en la reducción de los costos globales debido al costo más bajo de materiales y mano de obra a largo plazo.

5.1.2 CONSIDERACIÓN DE POLÍTICAS REGULATORIAS DE LOS MECANISMOS DE SUBASTA

En el reporte titulado *Valoración de Subastas Inversas como una Herramienta de Política para el Desarrollo de Energías Renovables*¹⁵⁷, basado en el estudio de los sistemas en el Reino Unido, Brasil y China, autor Paolo Cozzi, se señala que “podemos extrapolar algunos lineamientos de política para considerar siempre y cuando se

¹⁵⁶ Se proporcionan ejemplos de subasta, cubriendo Brasil, China, Marruecos, Perú y Sudáfrica, en un reporte de 2013 por la Agencia Internacional de Energías Renovables titulado: Subastas de Energía Renovable en Países en Desarrollo. Disponible también en: <http://www.irena.org/Publications/ReportsPaper.aspx?mnu=cat&PriMenuID=36&CatID=141>

¹⁵⁷ Publicado por el Center for International Environment & Resource Policy (CIERP) y el programa de Energía, Clima e Innovación, The Fletcher School, Tufts University, Paolo Cozzi

diseñe una subasta inversa. Entre éstos están la interacción de políticas, permisos, depósitos y sanciones y cómo el aumento en la demanda puede traducirse en el crecimiento de una industria de fabricación de componentes.”

Cozzi destaca algunos de los siguientes puntos:

- Puede usarse un mecanismo de subasta para complementar otras políticas directamente, como el Mecanismo de Desarrollo Limpio o indirectamente, como la promoción de la fabricación nacional de turbinas de viento.
- Los permisos ambientales jugaron un papel clave. En el Reino Unido, fue un obstáculo para el desarrollo mientras que en China a través del arrendamiento gubernamental de tierras y permisos, dejó de ser un problema. Señala que en Brasil, se requería al licitador que obtuviera permisos y realizara estudios de viabilidad antes de presentar una licitación. También ayudó a identificar a los licitadores que eran más serios.
- “Los licitadores necesitan una inversión financiera en el seguimiento de una licitación ganada.” El sistema del Reino Unido no tenía una cláusula de penalización. Con una cláusula de penalización o un depósito considerable, las compañías pueden proporcionar casos de mejor escenario, dándose así opciones para el desarrollo y evitar que otros ganen los contratos.
- Las políticas para el contenido local pueden dar como resultado el desarrollo de fabricación nacional. El reporte cita a Lewis y Wiser¹⁵⁸ “El apoyo directo a la fabricación local — a través de requisitos de contenido local, incentivos financieros y fiscales... — ha demostrado ser particularmente beneficioso en países que tratan de competir con participantes dominantes de la industria.” Lewis y Wiser han indicado que antes de tener requisitos de contenido local para la energía eólica, China sólo tenía un fabricante clasificado en el lugar 15 en el 2004. Gracias a estas políticas, en el 2010, China tenía cuatro de los principales fabricantes de energía eólica. Cozzi señala que “Aun cuando parezca que los requisitos de contenido local violan tanto el Artículo III del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) (“Trato Nacional de Tributación Interna y Regulación”), como el Artículo XI sobre las restricciones cuantitativas, hasta ahora han surgido muy pocos conflictos en contra de ellos.”

Basándose en los diversos estudios de casos de subastas de energía renovable en los países en desarrollo, la IRENA identifica algunas consideraciones clave de regulación y política de los mecanismos de subasta exitosos como se muestra a continuación:

- Marco regulatorio adecuado que ofrece seguridad a los inversionistas.
- Reglas y obligaciones bien definidas, justas y transparentes para todos los interesados.
- Comunicaciones claras de cualquier información adicional o ajustes por igual a todos los competidores.
- Reglas que deberán de incluir:
 - Condiciones para otorgar acceso a la red eléctrica y compartir los costos de conexión, expansión y refuerzo de la red eléctrica.
 - Las reglas y obligaciones para los operadores del sistema de transmisión deben también estar claramente definidas e implementadas.

¹⁵⁸ Lewis, Joanna y Ryan Wiser (2007). “Fostering a Renewable Energy Technology Industry: An International Comparison of Wind Industry Policy Support Mechanisms.” Energy Policy 35 (Marzo): 1844–1857. fecha de publicación:10.1016/j.enpol.2006.06.005.

- Las personas encargadas de tomar decisiones deberán de evitar los ciclos pendulares estableciendo una agenda transparente y adecuada de largo plazo para las subastas planeadas y las rondas de subasta.
- El establecimiento de un plan para las subastas también daría a los desarrolladores de proyectos la oportunidad de planificar con antelación y satisfacer todos los requisitos de datos.
- Facilitar los procedimientos administrativos para los inversionistas
 - Procedimientos adecuados y simplificados para la obtención de permisos (requisitos de valoración de impacto ambiental, requisitos de compromiso de interesados locales, etc.).
 - Procedimientos administrativos simplificados creando una ventanilla única o un sistema automatizado
- El personal y las aptitudes que se requieren para evaluar las licitaciones deberán de estimarse con cuidado para reducir el riesgo de experimentar retrasos en la etapa de evaluación¹⁵⁹.

5.1.3 MECANISMOS DE ADQUISICIÓN PARA RECURSOS RENOVABLES DISTRIBUIDOS DE PEQUEÑA ESCALA EN MÉXICO

El desarrollo de la producción de energía de pequeña escala en México ha estado limitado por la baja rentabilidad de las inversiones, inducida por el nivel actual de los precios de la electricidad. Para promover recursos renovables distribuidos de pequeña escala, la CRE se ha embarcado en un programa para desarrollar un mecanismo de adquisición que funcione eficientemente y promueva el desarrollo a través de un proceso competitivo.

El 14 de noviembre de 2012, la CRE emitió los “Lineamientos para las Subastas de Energía Renovable para la generación de electricidad a través de Proyectos de Pequeña Producción” (Lineamientos para Subastas). Estos lineamientos se desarrollaron para permitir a CFE cumplir con los objetivos definidos en su Programa Especial, por medio de un mecanismo de subasta simplificado y basado en el mercado para proyectos de energía renovable que está adaptado para plantas de generación pequeñas. Este documento define el marco general que la CFE deberá de seguir para llevar a cabo los procesos de subasta para proyectos de pequeña producción. Se están realizando esfuerzos por perfeccionar los principios rectores que CFE deberá de seguir.

Se prevé que el mecanismo de subasta para adquirir recursos renovables distribuidos de pequeña escala puede lograr los siguientes objetivos:

1. Lograr las metas de corto y largo plazo del Programa Especial de Energía Renovable.
2. Garantizar el suministro de electricidad a través de proyectos de pequeña producción de energía renovable.
3. Mejorar la calidad ambiental de México a través de una mayor dependencia de fuentes más limpias de electricidad.

¹⁵⁹ “Por ejemplo, las ofertas recibidas como respuesta a la solicitud sudafricana de propuestas se llevaron mucho más tiempo del previsto para ser procesadas. Dados los recursos limitados, el subastador también podría reducir el número de licitaciones que se evaluarán aumentando los requisitos de licitación. En Perú, el número de licitadores estuvo limitado requiriendo altas cuotas de participación e imponiendo estrictas reglas de conformidad de tal modo que sólo pudieron participar grandes compañías con la capacidad financiera requerida.” Fuente: IRENA, Subastas de Energía Renovable en los Países Desarrollados. También disponible en: <http://www.irena.org/Publications/ReportsPaper.aspx?mnu=cat&PriMenuID=36&CatID=141>

4. Reducir la cantidad de información requerida y los costos de transacción para mejorar la participación de los desarrolladores de proyectos de pequeña producción.
5. Promover la competencia y ayudar a CFE a lograr los costos más bajos posibles.
6. Canalizar el desarrollo y la promoción de recursos de energía renovable de pequeña escala a ubicaciones geográficas con alto potencial de recursos renovables en México.
7. Reducir la necesidad de inversión en la red de transmisión y distribución en áreas donde las instalaciones existentes son insuficientes para evacuar la electricidad generada.
8. Reducir los costos de operación en áreas donde se requieren líneas de transmisión más costosas para proporcionar un servicio confiable¹⁶⁰.
9. Proporcionar una señal del mercado para que los desarrolladores construyan nuevas plantas de generación.
10. Ofrecer seguridad de la inversión a través de Acuerdos de Adquisición de Energía a largo plazo.
11. Incrementar la previsibilidad del abastecimiento de energía renovable y ayudar en el control presupuestario de CFE.

El Anexo A proporciona un Caso de Uso desarrollado para el mecanismo de subasta preliminar desarrollado por la CRE. Dentro de poco se implementará un proyecto piloto usando este mecanismo. Como con cualquier proyecto piloto, se aprenderán lecciones y se combinarán con las lecciones de otros países y se establecerá la base para el sistema de subastas que cumpla con los objetivos políticos, regulatorios y sociales de la CRE y de México.

Experiencia Actual

Como parte de la implementación total del mecanismo de subasta, están en progreso los preparativos para una subasta piloto para proyectos fotovoltaicos de Pequeña Producción. Se basará en el programa de subastas de planeación desarrollado por el Grupo de Trabajo de Subastas.

Después del proceso de subasta antes descrito, CFE publicará documentos de subasta para la subasta piloto de energía solar. Requieren algunos ajustes mínimos en los Lineamientos. Se ha previsto que el proceso mejorará la transparencia y dará como resultado confianza entre los nuevos participantes pequeños a medianos en la subasta piloto. A través de este proceso, la subasta piloto se llevará a cabo como se espera considerando el calendario y los documentos de la subasta publicados por la CFE. La CFE adjudicará más de un proyecto solar con Acuerdos de Adquisición de Energía a largo plazo y los proyectos adjudicados deben cumplir con sus fechas de operación comercial comprometidas.

Un programa de subastas de planeación a largo plazo es planeado por el Grupo de Trabajo de Subastas de la Secretaría de Energía, CFE y CRE.

5.1.4 RECOMENDACIONES PARA EL PERFECCIONAMIENTO DEL PROCESO DE MECANISMO DE SUBASTA DE ENERGÍA RENOVABLE DE PEQUEÑA ESCALA PARA MÉXICO

En el contexto mexicano, un mecanismo de subasta deberá de tener, como mínimo, estas características:

¹⁶⁰ Hay áreas en un sistema de transmisión que no puede ser atendido de manera confiable a menos que ciertos generadores de alto costo permanezcan en la línea. En California, se llaman recursos "Must-Run". En Texas, se usa también una terminología similar. Asimismo, puede haber áreas donde sea posible que la carga no pueda dar un servicio confiable más allá de un determinado nivel a no ser que esté comprometido un generador de precios altos. Estas áreas tienen una contribución significativa a los costos de operación diarios. La colocación de energías renovables en estas áreas puede reducir los costos de operación por encima de todos los demás beneficios.

- Estar adaptado a las necesidades de México haciendo uso al mismo tiempo de las “prácticas adecuadas” y las lecciones aprendidas de otros países
- Ser eficaz aun si no se aprueban leyes nuevas¹⁶¹
- Requerir mínima vigilancia regulatoria

Las características deseadas para un mecanismo de subasta para México se resumen en la Tabla 5-5.

Tabla 5-5: Características Deseadas de un Mecanismo de Subasta para México

Característica	Motivo
Procesos simples de comprender que son transparentes para los participantes y fáciles de implementar	Prevenir la discriminación
Un Acuerdo de Interconexión Normalizado que puede exentar a los recursos renovables distribuidos de pequeña escala de ciertas obligaciones de planeación y operación	Prevenir la discriminación y disminuir los costos de desarrollo para piezas clave pequeñas
Un proceso “Por la Vía Rápida” para estudios de interconexión requeridos para Plantas de Generación Pequeñas	Disminuir los costos de desarrollo para Plantas de Generación Pequeñas
Un mandato de que la empresa de servicio público adquiera una parte de su necesidad anual de energía de proyectos de energía renovable de pequeña producción ¹⁶²	Para “activar” el mercado
Incorporando “prácticas adecuadas” y políticas regulatorias de otros países	Más rápido que el método empírico en México
Minimización de requisitos de información normalizada y costos de transacción para proyectos de energía renovable de pequeña escala	Facilitar la participación y dar más certidumbre a la CFE
Promover los proyectos situados cerca de los clientes mientras complementa el sistema de distribución y mejora la confiabilidad del sistema y la calidad ambiental ¹⁶³	Lograr el resultado de “mejor costo”
Proporcionar flexibilidad para que la CFE identifique los lugares con necesidades urgentes para mejoras a cambio de beneficios financieros adicionales ¹⁶⁴	Proporcionar incentivos a CFE para que obtenga el valor más grande
Publicación de sumadores y restadores de licitación para localizar plantas de generación en áreas que minimicen la inversión total en la infraestructura de la red eléctrica de México	Obtener el valor más alto usando a la competencia
Desarrollar un Acuerdo de Adquisición de Energía Normalizado para proyectos estándar ¹⁶⁵	Disminuir los costos administrativos
Esquemas de incentivos financieros y no financieros para promover la inversión privada y el desarrollo de proyectos de pequeña escala ¹⁶⁶	Expandir el mercado
Fortalecer los mecanismos de adquisición multidimensionales basados en el mercado de manera que se seleccionen las ofertas más adecuadas ¹⁶⁷	Obtener el valor más alto
Proporcionar transparencia en el proceso de subasta y mantener la facilidad de acceso a la información	Prevenir la discriminación
Requerir garantías sólidas e imponer sanciones severas para desalentar los retrasos en los proyectos y el incumplimiento con la fecha de terminación	Protegerse contra el incumplimiento con la fecha de terminación. Proteger a los clientes

En el desarrollo de un mecanismo de subasta para México, la CRE deberá de tomar en consideración las características deseadas identificadas en la Tabla 5-5, antes mencionada. Igualmente importante, la CRE debe buscar activamente la retroalimentación de varias partes afectadas por la implementación de un mecanismo de subasta.

¹⁶¹ En la implementación del Mecanismo de Subasta deseado, la CRE deberá de depender de su propia autoridad existente o expandir su experiencia y retroalimentación para apoyar a otras autoridades mexicanas para lograr las metas deseadas.

¹⁶² Se considerará para el primer Sistema de Subasta Piloto.

¹⁶³ A través del programa especial de energía renovable de la SENER, se establecen metas para implementar la energía renovable.

¹⁶⁴ La Reforma Energética de 2013 puede abordar esto.

¹⁶⁵ Esto es un proceso en curso en CRE.

¹⁶⁶ Estos incluyen incentivos o estímulos financieros y no financieros. Por ejemplo, algunas exenciones pueden incluir la simplificación de algunos de los requisitos mientras que otras pueden ayudar a enfatizar y centrarse en proyectos preferentes proporcionando contratos de largo plazo. Otro ejemplo podría ser permitir que el sector privado instale paneles solares en el techo y celebre un contrato de 20 años con los dueños de casa actuales y futuros.

¹⁶⁷ Esto podría significar un mecanismo que seleccione los mejores recursos no sólo basándose en el precio sino también en otros criterios como la colocación en una ubicación geográfica preferente, ayude a reducir las congestiones de la transmisión, etc.

Una de las consideraciones más importantes en la Tabla 5-5 es que el mecanismo de subasta de adquisición necesita identificar, valorar y reconocer los atributos multidimensionales de los recursos. Entre los atributos importantes del valor para la CFE que tienen que considerarse están, por ejemplo, la reducción de los costos de operación, la postergación de la necesidad de nuevas instalaciones de transmisión y distribución, el costo de expansión de las instalaciones de transmisión y distribución existentes, la sustitución de recursos viejos, menos eficientes.

Ya están en progreso algunas medidas para establecer un Grupo de Trabajo de Subastas que ayudará a crear un mecanismo de subasta que sea adecuado para México. El aspecto más importante en establecer y usar este grupo significativo es garantizar que el proceso de desarrollar un mecanismo de subasta sea inclusivo y refleje los intereses de todos los interesados importantes.

Además de buscar la participación y tener la retroalimentación de las dependencias gubernamentales relevantes, la CRE dependió de la experiencia de la CFE, obtuvo retroalimentación de expertos que habían estado involucrados en el desarrollo de los recursos renovables de pequeña escala¹⁶⁸, buscó asesoría de expertos financieros y comerciales y reflejó las inquietudes identificadas por varios usuarios. Es más probable que esta interacción y retroalimentación hagan que un mecanismo de subasta tenga éxito, faciliten las decisiones informadas y garanticen que las preocupaciones específicas de México sean abordadas.

Como parte de este proceso, deben acordarse los roles de varios interesados al principio. Además, deberán de determinarse las responsabilidades de intercambio de información en varios puntos en el proceso de desarrollo e implementación del mecanismo de subasta. Por último, el proceso deberá de desarrollar un procedimiento de consenso para llevar a cabo una subasta piloto antes de que se implemente todo el mecanismo de subasta.¹⁶⁹

Antes de la implementación total, deberá de probarse el proceso de subasta en un programa piloto donde cada subasta podría estar enfocada a adquirir electricidad de más de un proyecto de energía renovable. La cantidad total será determinada por la CFE donde ningún proyecto puede exceder de 30 MW.

Deberán de determinarse las responsabilidades de intercambio de información en varios puntos en el proceso de desarrollo e implementación del mecanismo de subasta.

En el mediano plazo, se desarrollará un mercado para proyectos de Pequeña Producción a través de recursos renovables, promoviendo la competencia entre los inversionistas pequeños a medianos toda vez que la selección de proyectos de Pequeña Producción traiga como consecuencia los costos más bajos posibles para la CFE.

En el más largo plazo, se aumentará el número de permisos de Pequeña Producción basándose en el interés de los inversionistas en las subastas mientras que la capacidad total instalada para estos proyectos puede aumentar hasta la capacidad requerida establecida en las metas definidas en el Programa Especial de Energía Renovable.

Aun cuando el trabajo de desarrollar un mecanismo de subasta para recursos renovables de pequeña producción ya haya comenzado en México, se llevará varios años más el diseño de un mecanismo con todas las características deseadas antes discutidas. Por lo tanto, el proceso deberá de considerarse como uno en evolución que continuamente estará enfrentando cambios y mejoras para garantizar que los objetivos y políticas nacionales sobre los recursos renovables de pequeña producción sean cumplidos de una manera oportuna.

¹⁶⁸ Se tomó en cuenta la experiencia de Perú en el diseño de subastas de energía renovable gracias a la visita de un experto para hablar sobre las lecciones aprendidas y la experiencia basada en las principales características que la CRE estaba buscando para implementar un esquema de subasta de energía renovable en México.

¹⁶⁹ La CRE ya ha tomado medidas para identificar los roles de los interesados, el intercambio de información y las acciones graduales que deberán de realizarse en la implementación del mecanismo de subasta para adquirir recursos renovables distribuidos de pequeña producción. Véase el Anexo A para más detalles.

5.2 IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE DESPLIEGUE DE TECNOLOGÍA Y FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE LOS ESTADOS UNIDOS

La CRE, SENER y CFE están activas en los programas de la Red Eléctrica Inteligente en México, cada una con un enfoque en un elemento diferente de la Red Eléctrica Inteligente. La CRE se ha enfocado en el Marco Regulatorio y los Instrumentos de Regulación; la SENER ha comenzado a trabajar en el Marco Legal de la Red Eléctrica Inteligente; y la CFE se ha enfocado en aspectos tecnológicos de la Red Eléctrica Inteligente. A través de las reuniones que comenzaron primero en las oficinas de la CRE en el 2012, la CRE, SENER y CFE han compartido desarrollos para garantizar un trayecto armonioso para la Red Eléctrica Inteligente en México.

A partir del 2009, el Directorio de Modernización encabezó el programa de la Red Eléctrica Inteligente en CFE. Formó un grupo con expertos en temas interdisciplinarios de diferentes Subdirecciones y departamentos de la CFE. Este grupo desarrolló una visión preliminar de la CFE para la Red Eléctrica Inteligente en México e identificó algunas iniciativas clave. Más adelante en esta sección se presentan los puntos de interés de la visión preliminar de la CFE.

Las elecciones presidenciales de 2012 en México, como suele ser el caso durante cualquier cambio de gobierno, trajeron como consecuencia nuevos nombramientos en varios niveles del gobierno y dependencias propiedad del Estado. Hubo cambios en la SENER, la CRE y la CFE y éstos entraron en vigor a principios del 2013 antes de la publicación del Mapa de Ruta preliminar de la Red Eléctrica Inteligente de la CFE. La nueva dirección en la CFE a través de la oficina del Director General ha comenzado una valoración y revisión de los programas de modernización y mejora de infraestructura, incluyendo los planes de la Red Eléctrica Inteligente para CFE. Esta revisión debe tomar en cuenta los cambios recientes de los Artículos 25, 27 y 28 de la Constitución Mexicana aprobados por el Congreso a finales del 2013—como parte de la Reforma Energética que está implementándose y también las leyes y normas secundarias—y deben concluirse dentro de los primeros 120 días del 2014. Como resultado, el mapa de ruta preliminar desarrollado por la CFE actualmente está bajo revisión y será actualizado y publicado próximamente.

Mientras que la revisión del programa de la Red Eléctrica Inteligente de CFE está en progreso, ESTA International, con el apoyo de la CRE, pudo obtener cierta información inicial con respecto a la visión de la Red Eléctrica Inteligente de la CFE usando los lineamientos desarrollados por la International Smart Grid Action Network (ISGAN)¹⁷⁰. México es un miembro activo de ISGAN. La respuesta de la CFE a la solicitud de información está resumida en la Sección 5.2.2.

De conformidad con los requisitos de los términos de referencia para este proyecto, ESTA ha identificado posibles fuentes estadounidenses de abastecimiento para cada componente clave identificado por la CFE. Además, ESTA ha recopilado una lista de compañías activas en el desarrollo de la Energía Renovable.

¹⁷⁰ La International Smart Grid Action Network (ISGAN) es una de las catorce iniciativas de acuerdo con el programa Clean Energy Ministerial (CEM). El CEM fue formado por ministros y funcionarios de alto nivel de veinticuatro países, representando en conjunto a más del 90% de la inversión global en energías limpias y más del 80% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial, con la finalidad de colaborar activamente en políticas y programas para acelerar la transición global a las tecnologías de energía limpia. Los países miembros de CEM incluyen: Australia, Comisión Europea, Brasil, Canadá, China, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, India, Indonesia, Italia, Japón, Corea, México, Noruega, Rusia, Sudáfrica, Suecia, España, Emiratos Árabes Unidos, Reino Unido y Estados Unidos.

5.2.1 INICIATIVAS DE LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE DE LA CFE

CFE planea optimizar el uso de infraestructura de energía a través de automatización, construcción, programas piloto y otras actividades. La CFE aspira a moverse hacia una red eléctrica más flexible, eficiente y sustentable que aborde los desafíos de energía del país y proporcione un mejor servicio a los clientes y desarrolladores. Además, las metas de la CFE son operar la Red Eléctrica de acuerdo con normas internacionales de confiabilidad, seguridad, sustentabilidad, calidad y eficiencia; mejorar la integración de la energía renovable y abordar los vehículos eléctricos (todavía no es un mandato); y mejorar el uso de la tecnología de la información estableciendo una plataforma para garantizar la interoperabilidad eliminando al mismo tiempo las redundancias.

Dentro del contexto de la Red Eléctrica Inteligente, CFE considera cinco perspectivas clave;

1. Clientes
2. Manejo de Recursos
3. Operaciones de Red
4. Sustentabilidad
5. Tecnología de la Información y Comunicaciones

Los planes preliminares de la CFE requirieron cinco programas de prioridad:

1. Disminución de Pérdidas de Energía en el Sistema Eléctrico Mexicano.
2. Arquitectura Empresarial para la Tecnología de la Información y Comunicaciones (ICT) haciendo que el diseño y la infraestructura de la tecnología de información sean confiables y seguros.
3. Fortalecimiento y mejora del sistema comercial y de facturación
4. Implementación de un Sistema de Gestión de Activos
5. Sistemas de Información Geográfica para recopilar y obtener información más precisa sobre ubicaciones

Como se indicó antes, estos programas actualmente están bajo estudio dentro del programa global de modernización de la CFE.

Además de lo anterior, la CFE ya ha emprendido una iniciativa clave:

Medición Electrónica

En estos últimos años, la CFE ha implementado una serie de proyectos piloto de lectura automática de medidor (AMR) y de AMI, en 13 de sus 16 divisiones de distribución.

A través de estos proyectos, la CFE ha probado diferentes medidores y sistemas de comunicaciones. Estos proyectos piloto incluyen varias áreas de servicio de la CFE desde urbanas hasta rurales, terreno montañoso y llanuras, en diferentes climas, distancias largas y cortas, con interfaces conectadas al sistema de facturación de la CFE, entre otras características. La CFE ha instalado, mediante los proyectos piloto mencionados, más de 400,000 clientes por todo el país operando con medición inteligente, de los cuales el 58% tiene la funcionalidad de conectarse y desconectarse remotamente, a través de una comunicación bidireccional. El medio de comunicación, en el 66% de los casos, se realiza a través de radiofrecuencia. En el 34% restante se realiza a través de otras tecnologías como PLC, GPRS, TCP/IP o línea telefónica convencional.

CFE está llevando a cabo un proyecto piloto de la Red Eléctrica Inteligente para monitorear y controlar la energía eléctrica dentro de la red de distribución en el área metropolitana del Valle de México. CFE está suministrando energía eléctrica a la parte central del país a través de tres Divisiones de Distribución con más de 6.2 millones de clientes con un crecimiento anual de 1.86% en la demanda de energía, el cual representa casi el 20% del consumo nacional en México. Las pérdidas de energía eléctrica con respecto a la red eléctrica de distribución en esta área durante el 2009 fueron aproximadamente del 30.83%, de las cuales el 8.03% se refiere a pérdidas técnicas considerando que el 22.8% restante se refiere a pérdidas no técnicas. Para el resto del país, las pérdidas

eléctricas fueron de casi el 12.5% de las cuales el 9.5% se deben a pérdidas técnicas considerando que el 3% se deben a pérdidas no técnicas¹⁷¹.

Dentro de este contexto, la CFE lanzó un proyecto piloto para instalar 60,000 medidores inteligentes para clientes residenciales en las áreas de Polanco y Lomas. Este proyecto tenía un costo estimado de 30 millones de dólares. El proyecto usa radios de datos inalámbricos para monitorear y controlar aplicaciones cruciales de energía eléctrica con el fin de reducir las pérdidas en la red eléctrica de distribución. Después de que la CFE seleccionó la solución de red eléctrica inteligente EnergyAxis de Elster Group en abril de 2010 para impulsar su primer proyecto de infraestructura de medición avanzada, ha seleccionado a FreeWave Technologies para que proporcione aplicaciones de radios de datos inalámbricos, como consumo de energía y monitoreo de subestaciones, así como el control y monitoreo de las redes de energía.

En Acapulco, la CFE ha implementado un programa de medición electrónica para más de 67,000 clientes. En Acapulco, la CFE usa la tecnología Two-Way Automatic Communications System (TWACS) [Sistema de Comunicaciones Automáticas Bidireccionales] provista por Aclara (empresa estadounidense ubicada en St. Louis, MO). Se usa la tecnología TWACS con AMI montada en postes y de tipo enchufe.

Automatización

La CFE cuenta con una red de sistemas de automatización tanto en el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), como en las 13 divisiones. El último sistema del CENACE incluyendo los servicios de soporte estaba arriba de \$80 millones de dólares americanos y se otorgó a la división de automatización de red de ABB en Sugarland, Texas. Con el apoyo del Instituto de Investigaciones Eléctricas, la CFE está elaborando especificaciones técnicas de la tecnología de punta para un proyecto de reemplazo. Además de ABB, otras compañías estadounidenses como Open System International y OSISoft tienen algunos proyectos con CFE, relacionados con la automatización.

La CFE ha estado activa durante muchos años en la automatización de las subestaciones para transmisión y distribución. Los avances de la CFE en esta área incluyen la automatización y el control remoto del 100% de más de 450 subestaciones de transmisión de la red eléctrica; así como la mayoría de las más de 1,700 subestaciones de distribución¹⁷².

Tecnología de Sincrofasores

La CFE está implementando activamente Sincrofasores¹⁷³ para líneas de transmisión y barras colectoras de primera calidad. El Sistema de Medición de Sincrofasores (SIMEFAS) de la CFE consiste en 293 unidades de medición de fasor (PMU), interconectadas por comunicaciones en fibra óptica a centros de datos en los niveles de transmisión regional y nacional, permitiendo de esta manera la utilización de la información de las Áreas de Transmisión Regional para análisis a posteriori. Las aplicaciones en tiempo real del Sistema de Monitoreo Dinámico y Control del Sistema Eléctrico Nacional¹⁷⁴ (MoDiCoSEN) del CENACE usan directamente algunas de las PMUs en operación por medio de otros medios de comunicación (fibra óptica), para proporcionar el medio para el análisis, monitoreando e historiendo los datos de los Sincrofasores (PMUs) y mostrando la conducta

¹⁷¹ En contraste, las pérdidas no técnicas promedio en los Estados Unidos varían entre 2% - 2.5%.

¹⁷² En contraste, menos del 50% de las subestaciones de distribución en los Estados Unidos están automatizadas.

¹⁷³ Los sincrofasores son dispositivos para medición de áreas amplias para muestrear el voltaje y los ángulos del sistema eléctrico en varias etapas. En el mejor de los casos, un sistema SCADA/EMS típico recibe información a la velocidad de una muestra por 2 segundos. Los sincrofasores permiten hasta 120 muestras por segundo, proporcionando de esta manera detalles significativos con respecto al comportamiento del sistema eléctrico. Es una de las tecnologías más importantes de la Red Eléctrica Más Inteligente para redes de transmisión. Los fondos de estímulo según la Ley de Reinversión y Recuperación de los Estados Unidos dieron como resultado una inversión de más de \$300 millones de dólares americanos en esta tecnología (Departamento de Energía de los EE.UU. y equivalente) en el nivel de la transmisión con 10 proyectos sumando en total más de 800 instalaciones de unidades de medición de fasor. Estados Unidos es un líder en la tecnología de sincrofasores.

¹⁷⁴ Aplicación en tiempo real del Monitoreo Dinámico y Control del Sistema Eléctrico Nacional.

dinámica de la Red Eléctrica Nacional en Tiempo Real, usando 50 milisegundos como un límite de tiempo para la adquisición de datos, con un enfoque en la supervisión y el control de la estabilidad del sistema interconectado nacional. Las aplicaciones en tiempo real del CENACE están ejecutándose en la tecnología de Software OSISoft y también algunas son desarrollos internos en la plataforma OSISoft LabVIEW.

Otros Esfuerzos de CFE

- CFE está desarrollando el Sistema de Monitoreo de Calidad de Energía (SIMOCE). Está instalado en 8,715 puntos de medición en puntos de voltaje medio y alto, en niveles de 13.8kV a 161kV en las 16 divisiones de distribución. El SIMOCE permite la rastreabilidad de los registros de medición específicos a la calidad de la energía que pueden aplicarse a la toma de decisiones en los procesos asociados con la planeación y operación de la distribución.
- CFE ha desarrollado el Sistema de Seguimiento de la Confiabilidad del Equipamiento de Distribución (SISCOED) para monitorear la confiabilidad del equipo de distribución. Analiza la vida útil del equipo de distribución para estimar la confiabilidad del equipo en cualquier momento durante su vida. El SISCOED están siendo adaptado también a la Red de Transmisión. A través de un proyecto llamado Centros de Monitoreo de Datos de Activos de Transmisión (CEMODAT), se ha comenzado un proyecto piloto para el diagnóstico de los activos de transmisión de los programas de transmisión y mantenimiento en las gestiones de activos de transmisión en el centro y noroeste del país.
- La división de Distribución de CFE se ha esforzado por proporcionar información más precisa y mejores herramientas al personal de campo para el desempeño de sus obligaciones. El noventa por ciento de las lecturas en todo México se realizan usando terminales portátiles que permiten una mayor precisión y eficiencia. El Sistema Integral de Administración de Distribución (SIAD) de la CFE permite el uso de terminales portátiles para la gestión de órdenes de trabajo.
- CFE con el apoyo del IIE ha desarrollado un sistema para el pronóstico de energía eólica a corto plazo. El sistema integra una combinación de varios modelos estadísticos de pronóstico.
- La CFE tiene planes para el Sistema de Atención Integral a Clientes (SAIC), un programa integral para mejorar el servicio a clientes de la CFE. Como parte de las mejoras de infraestructura, se llevó a cabo el establecimiento de 118 *call centers* en 13 centros de contacto usando la telefonía IP.
- Las telecomunicaciones han sido y seguirán siendo un factor determinante en la modernización de la operación de la red eléctrica y la gestión diaria de la compañía. La CFE ha instalado más de 35,000 km de fibra óptica en una red con cobertura nacional. Esta red proporciona servicios de transmisión de datos para subestaciones, monitoreo en línea de activos críticos, protección de redes y monitoreo y control de redes de área amplia. Además, esta infraestructura se usa para las necesidades de la red de datos de la CFE.

5.2.2 APLICACIONES DE LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE DE ISGAN BAJO CONSIDERACIÓN POR CFE

México es un miembro activo de ISGAN, una de las catorce iniciativas de acuerdo con el programa Clean Energy Ministerial (CEM). El CEM fue formado por ministros y funcionarios de alto nivel de veinticuatro países, representando en conjunto a más del 90% de la inversión global en energías limpias y más del 80% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial, con la finalidad de colaborar activamente en políticas y programas para acelerar la transición global a las tecnologías de energía limpia.

ISGAN ha identificado cinco áreas importantes:

- Usuarios Finales
- Intersectorial (aplicar a más de un área)
- Distribución
- Transmisión y Subestación
- Generación

Los límites de tiempo bajo consideración por CFE son como sigue. Note por favor que con la próxima reforma energética, estas prioridades pueden cambiar.

Plazo	Año de Inicio	Año de Terminación
Corto Plazo	2014	2017
Mediano Plazo	2018	2022
Largo Plazo	2023	2028

Se consideran varias aplicaciones de acuerdo con cada título. Las siguientes tablas destacan las tecnologías de ISGAN en cada una de las áreas identificadas por ISGAN y la implementación prevista de México de las diversas aplicaciones.

Tabla 5-6: Tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente de ISGAN para los Usuarios Finales bajo consideración de la CFE

Tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente para los Usuarios Finales Bajo Consideración de la CFE	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo	No Aplica
Herramientas para planeación, operación, análisis	√	√	√	
Monitoreo, medición y control en todo el sistema	√	√	√	
Tecnología de la información y comunicaciones	√	√	√	
Dispositivos basados en la electrónica de potencia, incluyendo dispositivos electrónicos inteligentes (interruptores, relés, disyuntores, reconectores, transformadores, bancos de capacitores), limitadores de corriente de cortocircuito, inversores y convertidores, reguladores y mejora de circuitos	√	√	√	
Recursos de energía distribuidos		√	√	
Almacenamiento de energía			√	
Respuesta a la demanda			√	
Normas y prueba de conformidad		√	√	
Seguridad cibernética		√	√	
Compatibilidad electromagnética			√	
Novedosos modelos del mercado				√
Herramientas de capacitación de operadores y procedimientos de emergencia	√	√	√	

Tabla 5-7: Tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente de ISGAN para Implementación Intersectorial bajo consideración de la CFE

Tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente para Implementación Intersectorial Bajo Consideración de la CFE	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo	No Aplica
Gestión de la energía de clientes residenciales (incluyendo pantallas en casa, redes domésticas, integración de conducta de consumo, herramientas de software, electrodomésticos inteligentes)		√	√	
Gestión de energía y automatización				√
Integración de recursos de energía distribuidos	√	√	√	
Vehículos eléctricos y equipo de suministro asociado				√
Micro redes eléctricas y mini redes eléctricas				√
Energía sustentable local				√

Tabla 5-8: Tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente de ISGAN para Distribución bajo consideración de la CFE

Tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente para Distribución Bajo Consideración de la CFE	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo	No Aplica
Sistemas de gestión de distribución y de manejo de interrupciones en el suministro de energía eléctrica		√	√	
Automatización del circuito de alimentadores de distribución	√	√	√	
Detección de fallas, identificación y restauración (FDIR)	√	√	√	
Control de carga directa				√
Monitoreo y mantenimiento basado en las condiciones		√	√	
Energía sustentable local			√	
Control de voltaje y VAR		√	√	
Automatización de capacitores	√	√	√	
Infraestructura de medición avanzada (AMI)	√	√	√	
Sistema de administración empresarial – sistema de información geográfica (GIS), sistema de manejo de interrupciones en el suministro de energía eléctrica, sistema de información de clientes, sistema de gestión de datos de medidores	√	√	√	

Tabla 5-9: Tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente de ISGAN para Transmisión y Subestaciones bajo consideración de la CFE

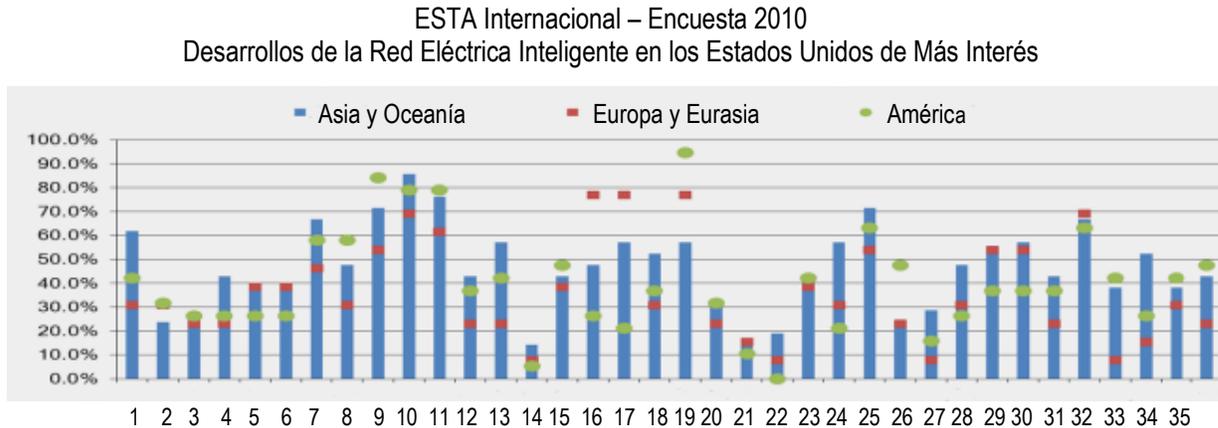
Tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente para Transmisión y Subestaciones Bajo Consideración de la CFE	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo	No Aplica
Herramientas de planeación, análisis y pronóstico de recursos	√	√	√	
Integración de fuentes variables de energía renovable de gran escala	√	√	√	
Sistemas de medición de fasores	√	√	√	
Sensores de subestación y línea de transmisión	√	√	√	
Tecnologías de corriente continua de alta tensión				√
Sistemas flexibles de transmisión de corriente alterna (FACTS)		√	√	
Control de voltaje y VAR	√	√	√	
Capacidad nominal del circuito dinámico-térmico			√	
Conductores avanzados para líneas de transmisión			√	
Dispositivos superconductores de alta temperatura (por ejemplo, SFCL, cables, etc.)			√	
Líneas de transmisión de corriente alterna de alta tensión (HVDC)			√	

Tabla 5-10: Tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente de ISGAN para Generación bajo consideración de la CFE

Tecnologías de la Red Eléctrica Inteligente para Generación Bajo Consideración de la CFE	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo	No Aplica
Carbón Limpio, por ejemplo, ciclo combinado de gasificación integrada (IGCC)			√	
Ciclo combinado de gas natural	√	√	√	
Nuclear		√	√	
Eólica	√	√	√	
Energía solar fotovoltaica y solar térmica	√	√	√	
Hidroeléctrica	√	√	√	
Energía mareomotriz			√	
Energía térmica oceánica			√	
Geotérmica	√	√	√	
Biomasa	√	√	√	
Biogás	√	√	√	

5.2.3 PROVEEDORES ESTADOUNIDENSES DE LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE

El estudio de ESTA de las Iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente en todo el mundo mostró que muchos países recurren a la tecnología estadounidense para el Despliegue de la Red Eléctrica Inteligente en muchas áreas como se describe en la Figura 5-1.



36

1	Tecnología de Interface con los Clientes	19	Tecnologías de Automatización (SCADA/DMS/DA, etc.)
2	Redes Domésticas	20	Tecnologías de Fasores Síncronos
3	Automatización Doméstica	21	Electrónica de Potencia
4	Electrodomésticos Inteligentes	22	Tecnologías de Cable HTS
5	Enfoque del Servicio a Clientes	23	Tecnologías de Seguridad Cibernética
6	Vehículos Eléctricos	24	Experiencia de Integración Empresarial
7	Programas de Respuesta a la Demanda	25	Desarrollos de Normas
8	Eficiencia Energética	26	Pruebas
9	Tecnologías AMI	27	Enfoque de Validación y Verificación
10	Tecnologías de Comunicaciones	28	Investigación y Desarrollo
11	Tecnologías de Medición	29	Ciudades Inteligentes
12	Tecnologías de Generación Eólica	30	Proyectos de Demostración
13	Tecnologías de Generación Solar	31	Centros de Tecnología
14	Tecnologías de Generación de Biomasa	32	Despliegues de la Red Eléctrica Inteligente
15	Recursos de Energía Distribuidos	33	Programas de Capacitación
16	Micro redes Eléctricas	34	Desarrollo de Temas de Política
17	Tecnologías de Almacenamiento de Energía	35	Directivas Regulatorias
18	Tecnologías de Mejora de la Confiabilidad	36	Programas de Incentivos Gubernamentales

Figura 5-1: Interés Internacional en los Productos de la Red Eléctrica Inteligente en los Estados Unidos

Como se muestra en la Figura 5-1, las compañías latinoamericanas consideran a los Estados Unidos como una fuente líder de soluciones de la Tecnología de la Red Eléctrica Inteligente, más que cualquier otra región. Dentro de las áreas de tecnología, las tecnologías de Automatización, AMI y comunicaciones son las tres principales áreas de interés.

En esta encuesta de ESTA a un grupo selecto de proveedores estadounidenses de la Red Eléctrica Inteligente, México fue considerado como un país principal clave para la futura expansión. La Figura 5-2 muestra las áreas donde están activos los proveedores estadounidenses de la Red Eléctrica Inteligente (color azul) y los mercados a donde planean expandirse (color rojo). Como puede verse, México y Canadá son los principales mercados de expansión para las empresas estadounidenses.

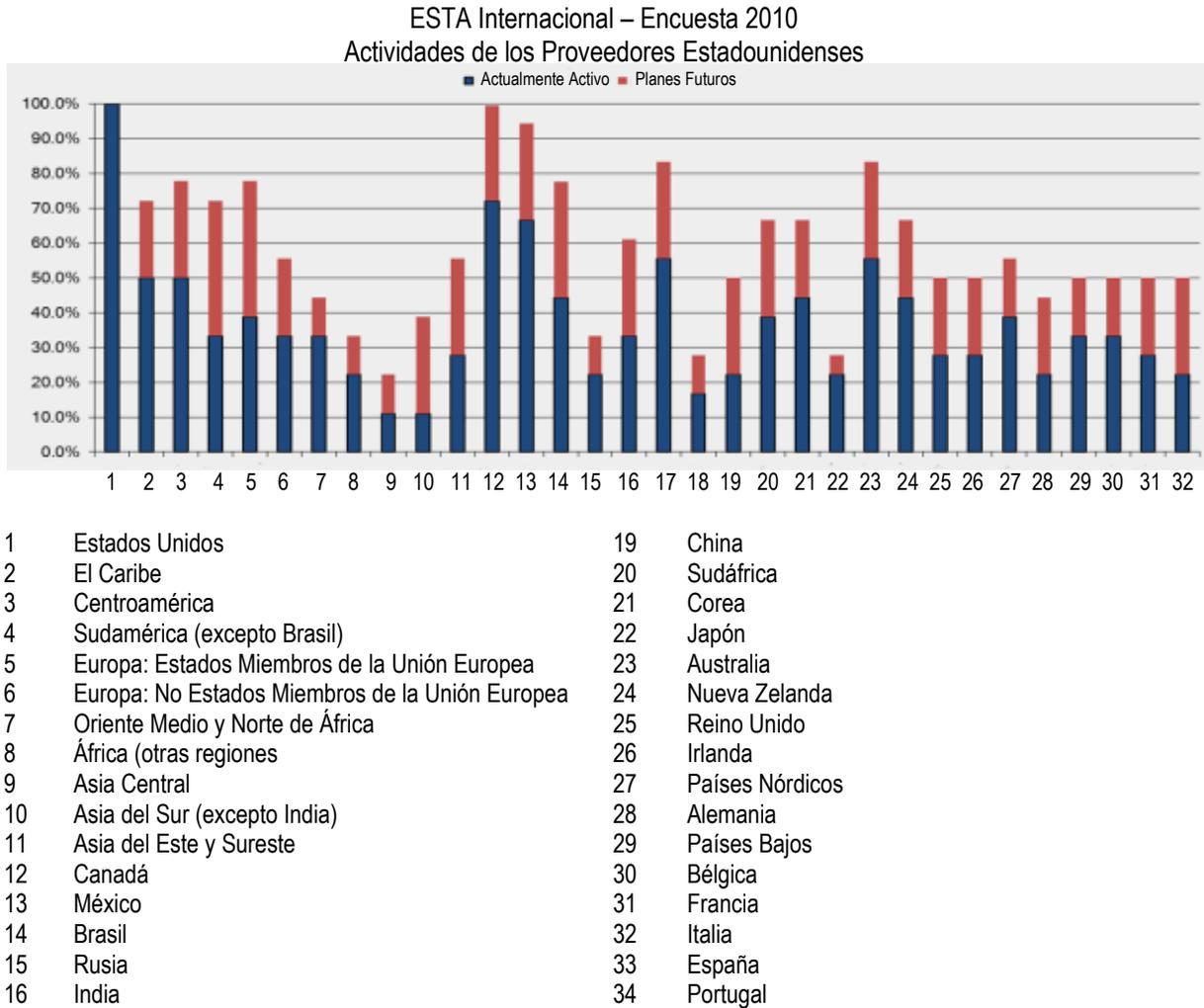
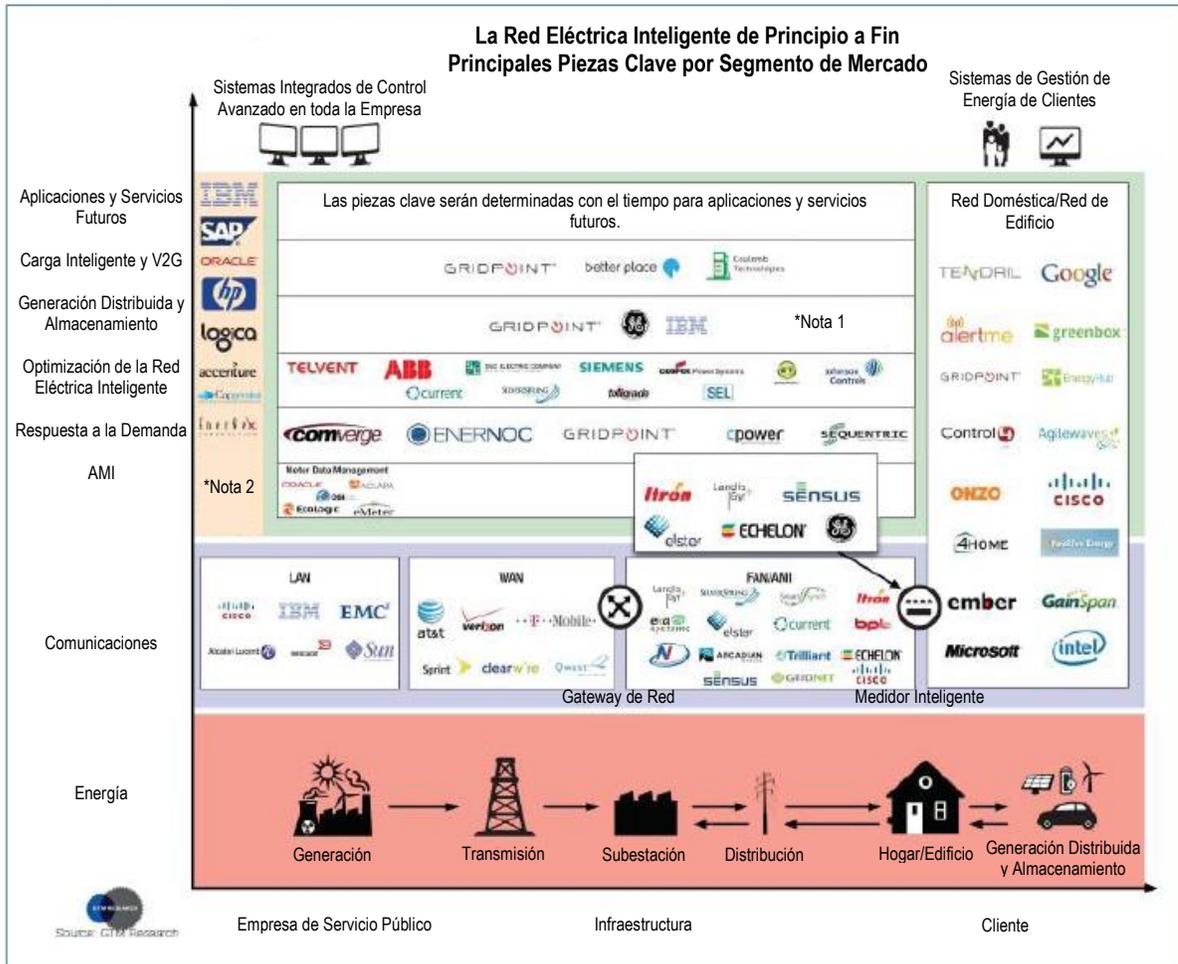


Figura 5-2: Expansión Actual y Futura de los Proveedores Estadounidenses de la Red Eléctrica Inteligente a los Mercados Internacionales

El ecosistema de proveedores de la Red Eléctrica Inteligente abarca una amplia gama de proveedores que proporcionan un conjunto de productos desde la generación hasta el consumo. La Figura 5-3 de “*La Red Eléctrica Inteligente en el 2010: segmentos del mercado, aplicaciones y participantes de la industria*”, publicada por The GreenTech Media Inc. (GTM Research) en el 2010 muestra a algunos de los proveedores en cada segmento. Desde que se publicó el reporte, se han llevado a cabo algunas fusiones y nuevos proveedores han entrado al mercado.



*Nota 1: El alcance de la tabla no incluye almacenamiento de la red eléctrica y proveedores de energía renovable, sino que se enfoca en la integración de estas tecnologías con la red eléctrica inteligente.

*Nota 2: Desarrollo e Integración de Sistemas de Servicios Públicos.

Figura 5-3: Proveedores de la Red Eléctrica Inteligente por Segmento de Mercado - GreenTech Media

Para este proyecto, ESTA ha clasificado a los proveedores en proveedores de la tecnología de la Red Eléctrica Inteligente, proveedores de Energía Eólica y proveedores de Energía Solar.

5.2.3.1 PROVEEDORES DE LA TECNOLOGÍA DE LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE

Los fondos de estímulo de la Ley de Reinversión y Recuperación pusieron en marcha las actividades de la Red Eléctrica Inteligente en los Estados Unidos y como resultado muchas compañías ahora están proporcionando soluciones en los diversos niveles desde las redes de transmisión y almacenamiento hasta la distribución hasta los servicios de automatización doméstica. La Tabla 5-11 enlista los proveedores estadounidenses en orden alfabético que se autoproclaman como proveedores de soluciones de la Red Eléctrica Inteligente¹⁷⁵. ESTA International no está afiliada a ninguna de las compañías ni respalda a ninguna de las compañías enlistadas por encima de las demás.

¹⁷⁵ La lista ha sido recopilada de la lista de expositores estadounidenses en la conferencia DistribuTECH 2013.

Tabla 5-11: Proveedores en Estados Unidos de Soluciones de la Red Eléctrica Inteligente

COMPañÍA	DOMICILIO	CIUDAD, ESTADO, Código Postal	TELÉFONO
ABB INC	29801 EUCLID AVE.	WICKLIFFE, OH 44092	440 585 7076
ACLARA	945 Hornet Dr.	Hazelwood, MO 63042	314 895 6523
ALCATEL-LUCENT	67 Whippany Road- 3A182	Whippany, NJ 07981	973 386 6047
ALERTENTERPRISE INC.	4350 Starboard Drive	Freemont, CA 94538	510 897 6795
Alligator Communications	317 Brokaw Rd.	Santa Clara, CA 95050	408 327 0800
Alpha Industrial Power	3767 Alpha Way	Bellingham, WA 98226	360 647 2360
Alstom Grid	175 Addison Road	Windsor, CT 06095	860 285 2458
Ambient Corporation	7 Wells Ave, Ste 7	Newton, MA 02459	617 614 6739
Ametek Inc.	150 Freeport Rd.	Pittsburgh, PA 15238	610 889 5278
Apex Covantage	198 Van Buran, Suite 200	Herndon, VA 20170	571 294 1826
Applied Communication Sciences	150 Mt. Airy Rd.	Basking Ridge, NJ 07920	908 748 2700
Arbiter Systems Inc	1324 Vendels Cir, Suite 121	Paso Robles, CA 93446	805 238 5717
AT&T	5600 Glenridge Dr. Mailstop G-221	Atlanta, GA 30342	404 847 4808
Autodesk Inc	111 Mcinnis Pkwy	San Rafael, CA 94903	415 507 6242
AutoGrid	960 San Antonio Road, Suite 201	Palo Alto, CA 94303	408 319 7307
BARCO	3059 Premiere Pkwy, Suite 300	Duluth, GA 30097	678 512 6150
Badger Meter	4545 W Brown Deer Rd. PO Box 23099	Milwaukee, WI 53223	414 371 5776
Bay Metal	4100 Congress Parkway W	Richfield, OH 44286	216 701 7159
Beckwith Electric	6190 118th Ave. N	Largo, FL 33773	727 544 2326
Bentley Systems	685 Stockton Dr.	Exton, PA 19341	610 458 2943
Bidgely	440 N Wolfe Rd.	Sunnyvale, CA 94085	415 350 7780
BPL Global Ltd.	Foster Plaza 6 681 Anderson Drive	Pittsburgh, PA 15220	724 933 7704
Byram Laboratories Inc.	1 Columbia Rd.	Somerville, NJ 08876	908 252 0852
CALAMP	299 Johnson Ave., Ste. 110	Waseca, MN 56093-2515	507 835 8819
Calico Energy	14565 Christen Dr.	Jacksonville, FL 32218	312 590 1914
Campbell Scientific Inc.	815 W 1800 N	Logan, UT 84321-1784	435 753 2342
Canary Labs	195 Bean Hill Rd.	Martinsburg, PA 16662	814 793 3770
CISCO	170 West Tasman Drive	San Jose, CA 95134	408 526 5239
Cleaveland/Price Inc.	14000 Route 993	Trafford, PA 15085-9550	760 309 0401
Comverge Inc.	5390 Triangle Parkway, Suite 300	Norcross, GA 30092	678 802 7373
Cooper Power Systems by Eaton	1000 Cherrington Pkwy	Moon Township, PA 15108	412 813 4630
COPA-DATA USA Corp.	116 Village Blvd, Suite 200	Princeton, NJ 08540	646 255 7928
Core Logic	1 CoreLogic Drive	Westlake, TX 76262	817 699 7113
CORIX	126 N Jefferson St., SUITE 300	Milwaukee, WI 53202	414 291 6524
Corporate Systems Engineering	1215 Brookville Way	Indianapolis, IN 46239-1049	317 375 3600
CRAVE INFOTECH	33 Tower Road	Edison, NJ 08820	253 241 6704
Crystal Group Inc.	850 Kacena Rd.	Hiawatha, IA 52233	800 378 1636 ext 281
Cyberlock Inc.	1105 NE Circle Blvd	Cornwallis, OR 97330	541 738 5500
DAQ Electronics LLC	262-B Old New Brunswick Rd., Suite B	Piscataway, NJ 08854-3756	732 981 0050

COMPañA	DOMICILIO	CIUDAD, ESTADO, Código Postal	TELÉFONO
Data Comm for Business, Inc.	PO Box 6329	Champaign, IL 61826-6329	217 897 6600
DIGI International	11001 Bren Road East	Minnetonka, MN 55343	952 912 3045
Doble Engineering Company	85 Walnut Street	Watertown, MA 02472	617 927 4900
DVI	PO Box 27007	Richmond, VA 23261	804 771 4375
Dynamic Ratings, Inc.	1275 Wisconsin Avenue	Pewaukee, WI 53072	262 746 1230
EATON	1045 Hickory Street	Pewaukee, WI 53072	262 691 8241
EDX Wireless Inc.	PO Box 1547	Eugene, OR 97440	541 515 2394
EFACEC Advanced Control Systems	2755 N Woods PKWY PO Box 922548	Norcross, GA 30010-2548	770 446 8854
EFERGY USA	7516 NW 55 Street	Miami, FL 33166	305470 9716
Electro Industries/Gaugetech	1800 Shames Dr.	Westbury, NY 11590-1730	516 334 0870
Electrometer America LLC	21101 SE 5th Street	Sammamish, WA 98074	425 985 8984
Electroswitch	180 King Avenue	Weymouth, MA 02188	781 607 3326
Electsolve Technology Solutions & Services, Inc.	14101 HWY 290 Suite 1400-B	Austin, TX	877 221 2055
Elster	208 S Rogers LN	Raleigh, NC 27610-2144	919 212 5067
Encore Networks	3800 Concorde Parkway Suite #1500	Chantilly, VA 20151	703 318 4366
EnerNOC Inc.	75 Federal St., Ste. 300	Boston, MA 02110	617 398 2215
ENOSERV	7780 E 106TH ST	Tulsa, OK 74133	918 622 4530
EnTek Systems	600 Starlight Dr.	Sautee Nacoochee, GA 30571-3330	770 331 4780
ERICSSON	6300 Legacy Drive	Plano, TX 75024	972 583 6524
ESRI	380 New York ST	Redlands, CA 92373	909 793 2853
ETAP	17 Goodyear	Irvine, CA 92618-1812	949 462 0100
Exeleron Software, Inc.	5440 Harvest Hill Road Suite	Dallas, TX 75230	972 852 2796
Freewave Technologies Inc.	1800 S Flatiron CT, Ste. F	Boulder, CO 80301-2823	303 444 3862
G & W Electric	305 W. Crossroads Pkwy	Bolingbrook, IL 60440	708 388 5010
GE Digital Energy	1400 Wildwood Pkwy	Atlanta, GA 30339	403 214 4568
GeoDigital	930 Blue Gentian Rd., Ste. 1300	Eagan, MN 55121-1675	651 251 3005
Grid One Solutions	700 Turner Way Road, Suite 205	Aston, PA 19014	813 394 0343
Grid Sentry LLC	3915 Germany Lane	Beavercreek, OH 45431	937 974 3838
GRIDiant Corporation	Stratford Hall 1009 Slater Road, Ste 300	Durham, NC 27703	919 674 0883
Gridium Inc.	405 El Camino Real Suite 301	Menlo Park, CA 94025	855 900 4736
Gridmaven Utility Solutions	150 Mathilda Place, Suite 450	Sunnyvale, CA 94086	408 328 2913
GridSense, Inc.	2568 Industrial Blvd, Suite 100	West Sacramento, CA 95691	561 306 5124
HAI by Leviton	4330 Michoud Blvd	New Orleans, LA 70129	800 229 7256
HD Electric Company	1475 Lakeside Dr.	Waukegan, IL 60085	847 473 4980
Hubell Power Systems	210 N Allen St.	Centralia, MO 65240	573 682 5521
IFactor	60 E Rio Salado Pkwy Suite 715	Tempe, AZ 85281	480 584 3041
IMCORP	50 Utopia Road	Manchester, CT 06042	860 783 8000
Infineon Technologies	19111 Victor Parkway	Livonia, MI 48152	734 779 5058
INSTEP Software	55 E Monroe St., Ste. 2710	Chicago, IL 60603-5735	312 894 7845
Intergraph Corporation	170 Graphics Blvd.	Madison, AL 35758	256 730 8558
ITRON	2111 N Molter Rd	Liberty Lake, WA 99019	509 891 3678
Kisters North America	7777 Greenback LN,	Citrus Heights, CA 95610	916 723 1441

COMPañÍA	DOMICILIO	CIUDAD, ESTADO, Código Postal	TELÉFONO
	Suite 209		
Landis+GYR	30000 Mill Creek Ave., Ste. 100	Alpharetta, GA 30022-1555	678 258 1500
Lightspeed Technologies Livedata Inc.	106 Augusta Drive 810 Memorial Dr.	Lincrift, NJ 07738 Cambridge, MA 2139	703 842 7355 617 576 6900
Lockheed Martin Energy Solutions	9231 Corporate Blvd.	Rockville, MD 20850	301 978 9756
Lufkin Industries Inc.	5825 N Sam Houston Pkwy W, Ste. 500	Houston, TX 77086	281 873 3851
Master Meter	101 Regency Pkwy	Mansfield, TX 76063-5093	817 842 8115
Maxwell Technologies, Inc.	3888 Calle Fortunada	San Diego, CA 92129	858 503 3428
Milsoft Utility Solutions	PO Box 5726	Abilene, TX 79608	325 695 1642
Mobile Mark, Inc.	3900-B River Road	Schiller Park, IL 60176	847 671 6690
Mobile Mounting Solutions, Inc.	1904 University Business Drive, Suite 310	McKinney, TX 75071	972 569 6927
Nighthawk	6116 N Central Expressway, Suite 710	Dallas, TX 75206	210 858 5121
Novatech, LLC	11500 Cronridge Dr. Suite 110	Owings Mills, MD	21117 410 753 8300
OATI	3660 Technology Drive NE	Minneapolis, MN 55418	763 201 2062
OMICRON	230 3rd Avenue	Waltham, MA 02451	781 672 6200
On-Ramp Wireless	10920 Via Frontera, Ste. 200	San Francisco, CA 94127	858 312 6198
Open Systems International, Inc. (OSI)	3600 Holly Ln. N Suite 40	Minneapolis, MN 55447- 1286	612 551 0559
Opower	1515 N Courthouse Rd. 6th Floor	Arlington, VA 22201	978 590 0720
OptiSense Network, LLC	1308 10th Street	Bridgeport, TX 76426	940 683 5469
Oracle Corporation	400 Crossing Blvd. 6th Floor	Bridgewater, NJ 08807	908 547 6192
OSISOFT LLC	777 Davis St. Suite 250	San Leandro, CA 94577	510 297 5824
Paygo Electric	333 North Point Center East #250	Alpharetta, GA 30022-1555	678 235 6511
Planar Systems	1195 NW Compton Drive	Beaverton, OR 97006	503 748 6724
Planet Ecosystems, Inc.	201 Spear Street, Suite 1100	San Francisco, CA 94105	650 218 4000
Power Delivery Products Inc.	2658 Holcomb Bridge Rd., Suite 100	Alpharetta, GA 30022-6822	770 587 9044
Proximetry Inc.	909 W Laurel Street, Suite 200	San Diego, CA 92101	619 704 0020
RCS Technology	11481 Sunrise Gold Circle, Suite 1	Rancho Cordova, CA 95742	916 635 6784
Reliatronics Inc.	1858 Ranch Road 3232	Johnson City, TX 78636- 4359	830 868 9400
RFL Electronics Inc.	353 Powerville Rd	Boonton, NJ 07005-9151	973 334 3100
RLH Industries Inc.	936 N Main Street	Orange, CA 92867	714 532 1672
ROLTA	5865 North Point Parkway	Alpharetta, GA 30022	678 942 500
RouteSmart Technologies Inc.	914 Bay Ridge Road, Suite 180	Annapolis, MD 21403	410 216 9447- 108
S&C Electric Company	6601 N Ridge Blvd.	Chicago, IL 60626	773 338 1000
Saft America Inc.	107 Beaver Court	Cockeysville, MD 21030	410 568 6453
SAP America	3999 W Chester Pike	Newton Square, PA 19073	610 661 4187
SATEC Inc.	10 Milltown Ct.	Union, NJ 07083-8108	908 686 9510
Schweitzer Engineering Laboratories	2350 NE Hopkins Ct.	Pullman, WA 99163	509 334 5089
Secucontrol Inc.	2873 Duke St.	Alexandria, VA 22314	703 838 7677

COMPañÍA	DOMICILIO	CIUDAD, ESTADO, Código Postal	TELÉFONO
Semtech Corporation	15015 Avenue of Science	San Diego, CA 92128	805 389 2755
SENSUS	8601 Six Forks Road	Raleigh, NC 27615	855 473 6787
Sentient Energy, Inc.	880 Mitten Road, Suite 105	Burlingame, CA 94010	650 759 0543
SIEMENS	7000 Siemens Rd.	Wendell, NC 27591	919 365 2253
Silver Spring Networks	575 Broadway	Redwood, CA 94063	650 298 4200
SISCO Inc.	6605 19 1/2 Mile Road	Sterling Heights, MI 48314	586 254 0020
Smart Grid Solutions	908 E 5th Street, Suite 114 ^a	Austin, TX 78702	512 782 9698
Space - Time Insight	1850 Gateway Dr., Suite 125	Sanmateo, CA 94404	605 513 8550
Spacenet Inc.	1750 Old Meadow Rd.	McLean, VA 22102	703 848 1141
Symmetry Electronics	5400 West Rosecrans Avenue	Hawthorne, CA 90250	310 643 3480
Taehwatrans America Inc.	2400 E Denver avenue, suite 220	Des Plaines, IL 60018	847 299 5182
Thinkeco Inc.	303 5th Avenue, 1801	New York, NY 10016	212 684 2085
Tensing	9900 Belward Campus Drive, Suite 225	Rockville, MD 20850	240 403 6001 ext: 106
Tollgrade Communications	11951 Freedom Drive, Suite 301	Reston, VA 20190	724 720 1334
Triangle Microworks Inc.	2840 Plaza Pl. Suite 205	Raleigh, NC 27612-6343	919 781 1193
TRILLIANT	1100 Island Drive	Redwood City, CA 94065	650 204 5000
Trimark Associates Inc.	193 Blue Ravine Rd. Suite 120	Folsom, CA 95630	916 357 5970
UNITECH	565 Clyde Ave. Suite 610	Mountain View, CA 94022	650 965 1228
Varentec Inc.	1531 Atteberry Lane	San Jose, CA 95131	408 385 2087
ViaSat Inc.	6155 El Camino Real	Carlsbad, CA 92009	760 476 2200
Wireless Glue Networks Inc.	1900 Addison Street, Suite 200	Berkeley, CA 94704	925 465 2202
Xeno Energy	96 Brookview Circle	Watertown, CT 06795	860 945 1177

5.2.3.2 PROVEEDORES DE ENERGÍA SOLAR

La siguiente lista contiene a los proveedores de energía solar de gran escala en los Estados Unidos¹⁷⁶.

	<p>Amonix es el líder reconocido en el diseño y la fabricación de sistemas de energía solar fotovoltaica concentrada (CPV) que no requieren agua en la generación de energía, mejor usan tierra y producen más energía por acre que cualquier otra tecnología solar. Con el historial más largo de despliegues CPV en el mundo real en la industria, Amonix ha demostrado ser la mejor opción para sistemas de energía solar en climas soleados y secos. Amonix tiene su oficina central en Seal Beach, California. www.amonix.com</p>
	<p>BrightSource Energy, Inc. proporciona energía solar limpia, confiable y de bajo costo a las compañías de servicios públicos e industriales en todo el mundo. El equipo de BrightSource Energy combina casi tres décadas de experiencia diseñando, construyendo y operando las plantas de energía solar más grandes del mundo con capacidad de desarrollo de proyectos de clase mundial. La compañía actualmente ha pactado vender más de 2,600 megawatts de energía que se generarán usando su tecnología de energía solar térmica de uso exclusivo. Las plantas de energía solar de BrightSource Energy están diseñadas para minimizar su impacto en el medio ambiente y ayudar a los clientes a reducir su dependencia de combustibles fósiles. Con su oficina matriz en Oakland, California, BrightSource Energy es una compañía de propiedad privada con operaciones en los Estados Unidos e Israel. Para saber más sobre BrightSource Energy y la energía solar térmica, visite www.brightsourceenergy.com</p>
	<p>Se usan Módulos Fotovoltaicos (PV) Serie 2 First Solar en las plantas de generación de energía solar de campo de gran escala, no conectadas a la red que varían en tamaño de cientos de kilowatts a decenas de megawatts. Para más información, visite www.firstsolar.com/en/index.php</p>
	<p>NextEra Energy Resources sobresale como un líder en la producción de electricidad de fuentes limpias y renovables y está entre los generadores de energía competitivos más disciplinados de la nación. NextEra es también el generador de energía solar más grande de los Estados Unidos a través de operaciones en los Sistemas Generadores de Energía Eléctrica Solar (SEGS) en el Desierto de Mojave de California. A través de estas instalaciones, NextEra opera actualmente una cantidad sin precedentes de 315 megawatts, con título de propiedad de aproximadamente 152 megawatts de generación de energía solar. Para más información, visite www.nexteraenergyresources.com</p>
	<p>NRG Solar es responsable de desarrollar, construir, financiar y operar una cartera de múltiples tecnologías de activos de energía solar en Norteamérica. Como parte de esta estrategia, NRG está desarrollando en conjunto el campo fotovoltaico más grande en California y la planta de energía solar térmica más grande en el mundo. NRG también posee el proyecto de energía solar fotovoltaica más grande actualmente en operación en California, una planta de 21 MW en Blythe. Para más información sobre NRG Solar, visite www.nrgsolarenergy.com</p>
	<p>Recurrent Energy es un desarrollador líder de proyectos de energía solar que vende energía limpia a empresas de servicios públicos y grandes usuarios de energía. La compañía está satisfaciendo la demanda en aumento de energía creando una cartera de plantas de generación de energía limpia situadas donde más se necesitan. Recurrent Energy es una subsidiaria estadounidense de Sharp Corporation. Los detalles adicionales están disponibles en www.recurrentenergy.com</p>
	<p>www.sunedison.com</p>
	<p>SunPower diseña, fabrica y entrega la tecnología de energía eléctrica solar de la más alta eficiencia en todo el mundo. Basándose en más de 20 años de innovación, ofrecemos rendimiento solar comprobado a clientes residenciales, comerciales y plantas de generación de energía para empresas de servicios públicos. Nuestros clientes se benefician de recibos de luz más bajos, ingresos significativos y ahorro máximo en las emisiones de carbono. us.sunpowercorp.com</p>

¹⁷⁶ La lista se extrajo del sitio Web de la Asociación de Energía Solar a Gran Escala (<http://www.largescalesolar.org/members.php>)

5.2.3.3 PROVEEDORES DE ENERGÍA EÓLICA

La Energía Eólica implica muchos componentes. A continuación se muestran los tipos de componentes que son adquiridos directamente, así como a través de la integración.¹⁷⁷

<p>TORRE:</p> <ul style="list-style-type: none">• Torres• Escaleras• Elevadores <p>ROTOR:</p> <ul style="list-style-type: none">• Buje• Cono de proa• Álabes<ul style="list-style-type: none">– Materiales compuestos– Centro de Álabes• Mecanismos de paso• Propulsores• Frenos• Junta Rotativa	<p>BASTIDOR:</p> <ul style="list-style-type: none">• Cubierta de Bastidor• Base de Bastidor• Intercambiador Térmico• Controladores• Generador• Electrónica de Potencia• Lubricantes• Filtración• Aislamiento• Caja de Velocidades• Bomba• Conjunto Embrague• Productos de Cerámica• Eje	<p>BASE:</p> <ul style="list-style-type: none">• Barra de Refuerzo• Concreto• Revestimientos <p>OTRO:</p> <ul style="list-style-type: none">• Transformadores• Pernos/Sujetadores• Alambre• Pinturas y Recubrimientos• Iluminación• Protección de Iluminación• Estructura de Acero/Maquinado• Dispositivos de Comunicación• Equipo de Control y Monitoreo de Condición• Interfaz Eléctrica y Conexiones• Baterías• Cojinetes• Frenos
---	---	--

¹⁷⁷ Fuente: Manual del Proveedor de Fabricación de la Industria de Energía Eólica 2011.

La Tabla 5-12 muestra los fabricantes de equipo original y proveedores de Primer Nivel de turbinas de viento en los Estados Unidos.¹⁷⁸

Tabla 5-12: Proveedores de Primer Nivel de Turbinas de Viento en los Estados Unidos

Fabricantes de Equipo Original y Proveedores de Primer Nivel de Turbinas de Viento en los Estados Unidos*

FABRICANTE DE EQUIPO ORIGINAL	OFICINA MATRIZ EN LOS EE.UU.	ESTADO	SITIO WEB
Acciona Energy	West Branch	IA	www.acciona-na.com
American Tower Co.	Shelby	OH	www.amertower.com
Ameron	Rancho Cucamonga	CA	www.ameronwindtowers.com
Broadwind Energy	Naperville	IL	www.bwen.com
Clipper Windpower	Cedar Rapids	IA	www.clipperwind.com
Danotek	Canton	MI	www.danotekmotion.com
DMI Industries	Fargo	ND	www.dmiindustries.com
DMSE/Dewind	Round Rock	TX	www.dewindco.com/eng
Dragon Wind	Lamar	CO	www.modernusa.com/dragonproducts/dragonwind
Fuhrlaender	Bristol	RI	www.fuhrlaender.de/index_en.php
Gamesa	Langhorne	PA	www.gamesacorp.com/en
GE Energy	Atlanta	GA	www.gepower.com
Goldwind	Chicago	IL	www.goldwindglobal.com
Katana Summit	Columbus	NE	www.katana-summit.com
LM Wind Power	Grand Forks	ND	www.lmwindpower.com
Mitsubishi	Newport Beach	CA	www.mpshq.com
Molded Fiber Glass	Ashtabula	OH	www.moldedfiberglass.com
Nordex	Chicago	IL	www.nordex-online.com/en
Nordic Windpower	Berkley	CA	www.nordicwindpower.com
Northern Power Systems	Barre	VT	www.northenpower.com
REpower	Denver	CO	www.repower.de/index.php?id=347&L=1
SIAG Aerisyn	Chattanooga	TN	www.siag.de
Siemens Wind Power	Orlando	FL	www.energy.siemens.com/entry/energy/us
SMI & Hydraulics Inc.	Porter	MN	www.smihyd.com
Suzlon	Chicago	IL	www.suzlon.com
TBailey	Anacortes	WA	www.tbailey.com
Thomas & Betts Corp.	Memphis	TN	www.tnb.com
TowerTech	Oklahoma City	OK	www.towertechinc.com
TPI Composites	Scottsdale	AZ	www.tpicomposites.com
Trinity Structural Towers	Dallas	TX	www.trinitytowers.com
Upwind Solutions	Medford	OR	www.upwindsolutions.com
Vestas	Windsor	CO	www.vestas.com/en

*En esta lista sólo se incluyen los Fabricantes de Equipo Original con instalaciones de Escala Comercial en el 2009.

¹⁷⁸ Fuente: Manual del Proveedor de Fabricación de la Industria de Energía Eólica 2011.

5.3 INCENTIVOS PARA ENERGÍA RENOVABLE, GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y ACTIVIDADES DE RESPUESTA A LA DEMANDA

En México, las actividades de recursos renovables han progresado considerablemente a través de los esfuerzos de SENER y CRE a partir de que la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE) entraron en vigor en 2008. Los programas que fomentan el desarrollo y la integración de la generación de renovables al nivel de distribución podrían impulsar más este crecimiento en México. Los incentivos, en especial durante las primeras etapas, pueden tener una función esencial aumentando el desarrollo de estos recursos en México.

De modo similar, la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE), que también entró en vigor en 2008, ha causado gran impacto a través de los esfuerzos de CONUEE y el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE).

No obstante, la Respuesta a la Demanda, continúa en las etapas iniciales de desarrollo. Se deben realizar esfuerzos, en particular con los pequeños comercios y clientes residenciales, para fomentar el desarrollo de los programas de Respuesta a la Demanda.

Salvo que los factores ambientales externos estén considerados en el precio, los recursos no convencionales a menudo no son tan rentables como las centrales eléctricas convencionales¹⁷⁹. A pesar de que los costos han caído considerablemente y continúan descendiendo, los incentivos siguen siendo necesarios a menudo para crear oportunidades de inversión financieramente posibles en favor de recursos no convencionales. Tales incentivos tal vez sean necesarios para atraer a los clientes hacia los pequeños recursos distribuidos renovables así como también para que los inversionistas privados inviertan en recursos distribuidos. Es posible que la necesidad de los incentivos decline con el paso del tiempo, conforme la industria llegue a su madurez (por ejemplo, en unos 5 a 10 años).

No todos los estímulos serán financieros¹⁸⁰. Los inversionistas, requieren en particular:

- Certidumbre legislativa y regulatoria
- Normas, procedimientos y procesos claros y transparentes
 - Regulatorios (en la competencia de CRE y otras autoridades gubernamentales)
 - Operativos (en la competencia de CFE)
- Orientación para localización de recursos de generación
- Riesgos financieros administrables (sin sorpresas en los costos estimados)
- Duraciones claras de estímulos y perspectivas de recuperación de inversiones
- Trato justo y comparable e igualdad de condiciones para todos
- Funciones y responsabilidades claramente establecidas
- Un proceso de resolución de controversias para abordar los conflictos de manera oportuna
- El desarrollo de diversos incentivos basado en las necesidades y requisitos de cada sector del mercado y la meta de penetración deseada. Cada sector del mercado es diferente a nivel técnico y económico y posiblemente requerirán diferentes tratamientos para lograr las metas de energía renovable a nivel nacional de México. La siguiente lista, aunque no está completa, proporciona ejemplos de los estímulos que las autoridades mexicanas pueden considerar.

¹⁷⁹ De acuerdo con el marco legal mexicano, SENER tiene la responsabilidad de publicar una metodología para evaluar los factores ambientales externos. Esta metodología es utilizada por la CFE cuando elabora las estrategias de expansión.

¹⁸⁰ El enfoque preferido de México se basa en estímulos no financieros.

- Simplificación normativa
- Cambios financieros y desgravaciones
- Oferta pública de explotación de suelo
- Proceso claro de interconexión
- Permisos expeditos y aprobaciones de impacto ambiental¹⁸¹
- Exención de (algunos) requisitos de operación
- Pagos para servicios de capacidad y auxiliares
- Oportunidad para participar en los programas especiales
- Exención de (algunas) normas de competencia en el mercado
- Exención de (algunas) restricciones

La autoridad de CRE con respecto a las centrales de energía renovable se limitó a centrales con capacidad de 30 MW o menos. Esta gama abarca varios sectores del mercado. Las oportunidades de estímulos de inversión, regulatorios, financieros y políticos para fomentar el desarrollo de energía renovable varían en cada sector del mercado. Por lo tanto, se recomiendan los siguientes tres sectores del mercado:

1. Los usuarios finales (proyectos pequeños y medianos – menos de 500kW)
 - a. Clientes Residenciales y Pequeños Comerciantes hasta 30kW (proyectos pequeños; no se requiere permiso)
 - b. Medianos Comerciantes hasta 500 kW (proyectos medianos; no se requiere permiso)
2. Proyectos de Suministro Privado a Pequeña Escala (más de 500 kW y hasta 10 MW)
 - a. Grandes Comerciantes y Clientes Industriales – algunos MW
 - b. Granjas grandes y plantas procesadoras – algunos MW
 - c. Generación distribuida – hasta 10 MW conectados al sistema de distribución
3. Proyectos a Escala Pública (más de 10 MW y hasta 30 MW)
 - a. Usuarios de grandes cantidades de electricidad como centros de datos, municipios y complejos industriales mayores – más de 10 MW
 - b. Centrales eléctricas pequeñas hasta 30 MW conectadas al sistema de subtransmisión.

En las siguientes secciones, comentamos la necesidad de la segmentación del mercado, las políticas regulatorias e incentivos para el desarrollo y la integración de proyectos de Generación de Renovables Distribuidos a Pequeña Escala, las políticas regulatorias e incentivos para el desarrollo de Gestión de Energía y Actividades de Respuesta a la Demanda.

¹⁸¹ Podría incluirse otros impactos tales como el costo de mejoras en la transmisión y distribución.

5.3.1 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE POTENCIALES METAS DESEADAS PARA RECURSOS RENOVABLES PARA DIVERSOS SECTORES DEL MERCADO

Será benéfico para CRE evaluar y perfeccionar la definición de los sectores individuales del mercado que se encuentran bajo su jurisdicción y desarrollar también la meta y el plan de implementación para cada sector.

Resumen de Recomendaciones

- CRE debe perfeccionar los sectores individuales del mercado bajo su jurisdicción
- CRE debe desarrollar un plan de implementación con cronología y niveles objetivo de participación para cada sector del mercado para lograr sus metas de renovables a nivel nacional.

Discusión de las Recomendaciones

5.3.1.1 RECOMENDACIÓN MKSEG-1: CRE DEBE PERFECCIONAR LOS SECTORES INDIVIDUALES DEL MERCADO BAJO SU JURISDICCIÓN

Como se indicó en el Capítulo 2, se espera que para el 2025 México agregue 18,715 MW en recursos nuevos de generación. Más del 17% de la capacidad total adicional o 3,276 MW, incluye los recursos de generación distribuida que se van a localizar dentro de los centros poblacionales. Aunque la meta nacional está determinada, no se han fijado los objetivos específicos para cada sector del mercado. CRE puede lograr sus metas nacionales de renovables a través de cualquier combinación de niveles de combinación de los sectores del mercado bajo su jurisdicción. Para tomar una decisión informada, CRE debe estudiar y analizar el mercado potencial para cada sector de mercado.

5.3.1.2 RECOMENDACIÓN MKSEG-2: CRE DEBE DESARROLLAR UN PLAN DE IMPLEMENTACIÓN CON CRONOLOGÍA Y NIVELES DE OBJETIVOS DE PARTICIPACIÓN PARA CADA SECTOR DEL MERCADO PARA LOGRAR SUS METAS DE RENOVABLES A NIVEL NACIONAL.

CRE debe establecer las metas de participación en términos de MW a través de diversos sectores del mercado de manera que se optimicen los costos de integración global y los requisitos de inversión¹⁸². Además, estos niveles de cronología y participación deben ser reconsiderados cada determinado número de años conforme cambien las circunstancias de modo que se puedan hacer los ajustes apropiados.

CRE debe conducir un estudio y determinar cómo distribuir la meta nacional entre los tres sectores del mercado antes identificados. Los incentivos deben diseñarse para lograr los niveles deseados de penetración.

Para tener un programa efectivo, CRE debe establecer los estímulos regulatorios y financieros y tomar acción para aumentar el desarrollo de recursos de distribución de renovables a pequeña escala.

CRE debe considerar las opciones en cuanto a cómo distribuir la meta nacional entre los tres sectores del mercado antes identificados. Los incentivos deben diseñarse para lograr los niveles deseados de penetración.

Algunos estímulos deben enfocarse en reducir los riesgos asociados con los proyectos renovables a pequeña escala. Los riesgos principales en el presente incluyen los riesgos regulatorios, los riesgos de inversión asociados con las interconexiones con CFE y las demoras resultantes de trámites prolongados en los procesos de

¹⁸² Se entiende que aunque las metas de participación y el objetivo pueden ser determinados por CRE, la participación dependerá del sector privado, cuando sea necesario. CRE debe tener la flexibilidad de ajustar los objetivos de manera transparente.

otorgamiento de permisos y aprobaciones ambientales. Para minimizar tales riesgos, CRE debe considerar la exención a los proyectos más pequeños (por ejemplo, proyectos más pequeños a 10 MW) de muchos de los requisitos de mercados mayoristas, interconexión, planeación y operativos¹⁸³. Por ejemplo, los recursos renovables no pueden competir con los recursos convencionales en los mercados mayoristas y por lo tanto, deben adquirirse a través de contratos bilaterales. Además, las aprobaciones Fast Track se necesitarán en el área de interconexión y otorgamiento de permisos. También, dependiendo de la tecnología de los recursos renovables, es posible que no puedan participar en la operación de la red eléctrica similar a los recursos convencionales. Se recomienda que la determinación de la exención de tipo exacto se haga a través de un proceso de los actores. En la sección 5.3.2 y la sección 5.3.5, se han comentado ejemplos de estas exenciones. Conocer la aportación esperada de cada sector del mercado para con la meta nacional le permite a la CRE establecer las políticas específicas y desarrollar las normas reguladoras que aumenten la penetración de los recursos renovables a pequeña escala. Además, los avances hacia las metas nacionales podrían monitorearse con el tiempo y podrían tomarse las medidas correctivas, si fuese necesario, para garantizar la obtención de las metas nacionales de manera económica y puntual.

5.3.2 DESARROLLO E INTEGRACIÓN DE PROYECTOS DE GENERACIÓN RENOVABLE DISTRIBUIDA A PEQUEÑA ESCALA

CRE puede establecer estímulos para fomentar el desarrollo e integración de proyectos de generación de energía renovable distribuida a pequeña escala. Las recomendaciones en esta sección aplican a todos los sectores del mercado. Subsecciones posteriores se centran en cada uno de los tres segmentos antes anotados (Usuario Final, Proyectos de Pequeña Escala de Empresas Suministradoras Privadas, y Proyectos a Escala de Prestación de Servicios Públicos).

Resumen de Recomendaciones

- **CRE debe desarrollar y articular su visión de participación de terceros en el desarrollo de proyectos de energía renovable distribuida en pequeña escala tal como energía hidroeléctrica, eólica, solar, biomasa, etc. con características diversas.**
- **CRE debe quitar la posible regulación que podría impedir el desarrollo de los recursos renovables abajo de 30 MW.**
- **CRE debe desarrollar la regulación y establecer normas que precisen más confianza en recursos suplementarios de terceras partes tales como instalaciones de almacenamiento de energía y recursos de generación de gas natural de respaldo.**
- **CRE debe desarrollar normas y mecanismos reglamentarios que reconozcan las diferencias tecnológicas y las limitaciones operativas de diversas tecnologías.**
- **CRE debe solicitar a CFE que desarrolle un plan que integre de manera total las centrales generadoras distribuidas en existencia en la red eléctrica nacional.**
- **CRE debe hacer recomendaciones legislativas y confeccionar normas que permitan la propiedad y estimulen la inversión en recursos de renovables distribuidos a pequeña escala de terceros a través de política informada de impuestos e inversión.**
- **Solicitar a CFE que desarrolle un proceso de estudios de interconexión Fast Track estandarizados que tengan cronologías establecidas y clara responsabilidad por el costo de las mejoras en la red.**
- **Solicitar a CFE que desarrolle el Contrato de Interconexión Estandarizada que exente a recursos renovables distribuidos pequeños de ciertas obligaciones de planeación y operación.**

¹⁸³ CRE y CFE deben contratar desarrolladores a través de negociaciones públicas para determinar mejor las posibles exenciones. Algunos ejemplos de exención podrán incluir: costos de inscripción y certificación, breve proceso de aprobación (por ejemplo, 1 a 3 meses), requisitos de servicios auxiliares, pronóstico de carga, etc.

- **Solicitar a CFE que abra su proceso de planeación de transmisión y distribución, estudios y conclusiones con clara indicación de las áreas geográficas que pueden admitir interconexiones de bajo costo.**
- **Solicitar a CFE que proporcione una página web con información pública para difundir toda la información necesaria respecto al sistema de transmisión y distribución, centrales eléctricas existentes y la futura expansión y retiro de recursos.**
- **Desarrollar un Contrato de Compra Estandarizada de Energía para los recursos renovables distribuidos pequeños.**

Discusión de las Recomendaciones

5.3.2.1 RECOMENDACIÓN SSDRG-1: CRE DEBE DESARROLLAR Y ARTICULAR SU VISIÓN DE PARTICIPACIÓN DE TERCEROS EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE ENERGÍA RENOVABLE DISTRIBUIDA EN PEQUEÑA ESCALA TAL COMO ENERGÍA HIDROELÉCTRICA, EÓLICA, SOLAR, BIOMASA, ETC. CON CARACTERÍSTICAS VARIABLES.

Como se indica bajo el Informe de la Tarea 2, aunque el sector mexicano de energía eléctrica ha permitido que productores de energía independientes suministren generación a CFE a nivel de mayoreo, actividades similares al nivel de menudeo todavía no se han materializado. Sin embargo, debido a que los costos continúan a la baja, habrá cada vez más oportunidades para que terceros suministren servicios distribuidos a clientes en el otro extremo del sistema de entrega - en las instalaciones del cliente. Esperamos que los suministros de terceros darán a los clientes residenciales y de pequeños comercios la generación distribuida y el almacenamiento, principalmente de energía solar fotovoltaica y solar por calentamiento de agua. Los clientes de grandes comercios e industrias recibirán el ofrecimiento de la generación distribuida pero también de instalaciones combinadas de calor y energía (CHP).

Todo esto requerirá el desarrollo de un mercado de terceros, donde los inversionistas perciban una oportunidad rentable a partir de sus inversiones. En colaboración con SENER, es razonable que CRE establezca reglas para crear un mercado a nivel participación de terceros que se dediquen a proyectos pequeños de recursos renovables.

5.3.2.2 RECOMENDACIÓN SSDRG-2: CRE DEBE QUITAR LA POSIBLE REGULACIÓN QUE PODRÍA IMPEDIR EL DESARROLLO DE LOS RECURSOS RENOVABLES ABAJO DE 30 MW.

CRE debe tomar acciones reguladoras para un mayor desarrollo de los recursos de distribución renovable a pequeña escala. En particular, CRE debe desarrollar políticas y normas para:

- Fomentar al sector privado, tanto a nivel local como internacional, para que participen con nueva inversión en pequeños recursos renovables
- Impulsar una estrategia con objetivos más selectivos hacia ciertos tipos de tecnología, tal como las opciones de generación distribuida y diversos distritos con las mayores necesidades de servicios eléctricos.
- Recomendar que SENER y SHCP permitan la recuperación de costos de capital más rápida para diversas inversiones de parte de los terceros inversionistas¹⁸⁴
- Fomentar que CFE exente a los recursos renovables pequeños de los requisitos de operación mayor (tal como el requisito de servicios auxiliares, soporte de voltaje, pronóstico de carga, etc.)

¹⁸⁴ Existe disposición similar en la legislación con respecto a los Recursos Renovables. Esto podría ampliarse a las iniciativas de la Red Eléctrica Inteligente.

5.3.2.3 RECOMENDACIÓN SSSDRG-3: CRE DEBE DESARROLLAR REGULACIÓN Y ESTABLECER NORMAS QUE PRECISEN MÁS CONFIANZA EN RECURSOS SUPLEMENTARIOS DE TERCERAS PARTES TALES COMO INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA Y RECURSOS DE GENERACIÓN DE GAS NATURAL DE RESPALDO.

Los avances en las tecnologías de comunicación y automatización han brindado oportunidades únicas para que terceros aumenten la eficiencia en el uso de electricidad a través de la receptividad del cliente a diversos estímulos financieros¹⁸⁵. Deben establecerse reglas y normas apropiadas que eliminen cualquier barrera que desaliente a los vendedores terceros a ofrecer de manera directa soluciones basadas en el mercado a los clientes.

5.3.2.4 RECOMENDACIÓN SSSDRG-4: CRE DEBE DESARROLLAR NORMAS Y MECANISMOS REGLAMENTARIOS QUE RECONOZCAN LAS DIFERENCIAS TECNOLÓGICAS Y LAS LIMITACIONES OPERATIVAS DE DIVERSAS TECNOLOGÍAS.

En colaboración con CFE, CRE debe identificar las diferencias en los requisitos de integración entre los recursos renovables pequeños y los recursos de generación existentes en México. En particular, bajo ciertas condiciones, podrían establecerse exenciones operativas para los recursos renovables pequeños y reducción de impactos financieros para los desarrolladores de recursos.

5.3.2.5 RECOMENDACIÓN SSSDRG-5: CRE DEBE DESARROLLAR NORMAS Y MECANISMOS REGULATORIOS QUE RECONOZCAN LAS DIFERENCIAS TECNOLÓGICAS Y LAS LIMITACIONES OPERATIVAS DE DIVERSAS TECNOLOGÍAS.

Durante los años recientes diversos usuarios finales han confiado en una cantidad creciente de centrales de generación distribuida. En particular, los clientes comerciales, tales como hospitales y clientes industriales de diversos tamaños que han estado activos en este sentido. Un inventario exacto de tales fuentes de generaciones distribuidas debe ser creado por SENER. CRE podrá usar el inventario como dato para desarrollar los objetivos realizables para cada sector y región. CFE debe desarrollar un plan de transición que integre todos estos recursos en la red eléctrica nacional. Esto podrá incluir un requisito para que CFE compre servicios de proyectos de escala pequeña y de renovables.¹⁸⁶ Dicha política puede dar más atribución a CFE para que integre la mayoría de tales recursos existentes en su sistema.

5.3.2.6 RECOMENDACIÓN SSSDRG-6: CRE DEBE HACER RECOMENDACIONES LEGISLATIVAS Y CONFECCIONAR NORMAS QUE PERMITAN LA PROPIEDAD Y ESTIMULEN LA INVERSIÓN EN RECURSOS DE RENOVABLES DISTRIBUIDOS A PEQUEÑA ESCALA DE TERCEROS A TRAVÉS DE POLÍTICA INFORMADA DE IMPUESTOS E INVERSIÓN.

Los recursos renovables de pequeña escala, en particular aquellos que se adaptan mejor a las necesidades de la población de áreas urbanas podrán requerir más asistencia financiera durante varios años antes de llegar a ser autosuficientes. Los estímulos financieros deben ser establecidos por SENER y SHCP a través de autorizaciones para promover la implementación de la red eléctrica inteligente y aumentar la cantidad de capacidad por parte de los recursos renovables. Tales políticas podrán incluir, aunque no limitarse a, crédito de impuesto sobre producción, crédito sobre impuesto de inversión, crédito sobre impuesto de propiedad o dar terreno para proyectos a escala pequeña de terceros y proyectos renovables. Igual que lo ha hecho Estados Unidos y algunos países europeos, tales estímulos podrían darse durante un número limitado de años para garantizar el éxito de la implementación de tales programas.

¹⁸⁵ Los ejemplos podrán incluir optimización de termostatos, envío de alarmas para reducir el consumo durante los periodos de precios altos, etc.

¹⁸⁶ Esto podría incluirse en el marco legal de la nueva reforma energética.

5.3.2.7 RECOMENDACIÓN SSDRG-7: SOLICITAR A CFE QUE DESARROLLE UN PROCESO DE ESTUDIOS DE INTERCONEXIÓN FAST TRACK ESTANDARIZADOS QUE TENGAN ESTABLECIDOS CRONOLOGÍAS Y CLARA RESPONSABILIDAD POR EL COSTO DE LAS MEJORAS EN LA RED.

El proceso de identificar el impacto de las centrales de energía renovable en CFE puede volverse un proceso prolongado y podría desalentar las inversiones. El motivo es que las centrales eléctricas nuevas tienen impactos individuales, agrupados y acumulados en los sistemas de transmisión y distribución. CRE debe solicitar a CFE que proporcione fechas específicas para dar de manera proactiva sus conclusiones a los desarrolladores.

CRE debe solicitar a CFE que proporcione fechas específicas para dar de manera proactiva los resultados y conclusiones de su estudio a los desarrolladores

5.3.2.8 RECOMENDACIÓN SSDRG-8: SOLICITAR A CFE QUE DESARROLLE EL CONTRATO DE INTERCONEXIÓN ESTANDARIZADA QUE EXENTE A RECURSOS RENOVABLES DISTRIBUIDOS PEQUEÑOS DE CIERTAS OBLIGACIONES DE PLANEACIÓN Y OPERACIÓN.

En colaboración con el operador del sistema eléctrico, los reguladores deben identificar las diferencias que hay entre los recursos no convencionales y los recursos de generación existentes. Reglas y normas apropiadas deben establecerse para mejorar la integración de los pequeños recursos renovables a la central eléctrica sin imponer algún impedimento a tal integración total. En particular, las exenciones de planeación y operación deben establecerse para los pequeños recursos renovables y reducir los impactos financieros para tales desarrolladores de energía renovable.¹⁸⁷ Por ejemplo, los recursos renovables de pequeña escala deben quedar exentos de la Modernización de Red que beneficia a todos los consumidores.

Se debe revisar el Manual de Interconexión y el Contrato de Interconexión existentes de la CFE para exentar de manera clara a los pequeños recursos renovables de ciertas obligaciones.

Además, el requisito de instalaciones externas para los servicios tales como regulación, soporte de voltaje, ajuste según demanda y las necesidades de almacenamiento de energía que van a renunciarse. Los beneficios que estas instalaciones pueden proporcionar de manera potencial necesitan ser adaptados por las operaciones de CFE en tiempo real a través de compromiso de recursos adicionales por medio de recursos convencionales.

Se debe revisar el Manual de Interconexión y el Contrato de Interconexión existentes de la CFE para exentar de manera clara a los pequeños recursos renovables de ciertas obligaciones.

5.3.2.9 RECOMENDACIÓN SSDRG-9: SOLICITAR A CFE QUE ABRA SU PROCESO DE PLANEACIÓN DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN, ESTUDIOS Y CONCLUSIONES CON CLARA INDICACIÓN DE LAS ÁREAS GEOGRÁFICAS QUE PUEDEN ADMITIR INTERCONEXIONES DE BAJO COSTO.

La planeación de transmisión con frecuencia ha sido un proceso cerrado en muchos países, incluso en México. El desarrollo exitoso de recursos renovables requiere el pleno conocimiento de los planes de transmisión de la CFE y cómo esos planes pueden crear oportunidades de inversión para los recursos renovables. Abrir el proceso de planeación de transmisión y distribución abre la puerta

Debe solicitarse a CFE que proporcione un mapa geográfico donde estén identificadas las Zonas de Energía Renovable Competitivas (CREZ) y se definan los sumadores y sustractores de licitación de costos de transmisión.

¹⁸⁷ CRE está colaborando con CFE para desarrollar normas de interconexión para PV solares. La visión de CRE es eliminar algunos requisitos de operación, en especial para los proyectos de escala pequeña.

para que los desarrolladores estudien las oportunidades de inversión. Además, tal información reducirá la exposición de los desarrolladores de recursos renovables a costos desconocidos. También, la CFE debe recibir la solicitud de que proporcione un mapa geográfico donde se identifiquen las zonas de energías renovables competitivas (CREZ) y se definan los sumadores y sustractores de las licitaciones de costos de transmisiones. Esta información facilita la creación de proyectos que no solo son rentables sino que además reducen el requisito de inversión en el sistema de transmisión y distribución. Las empresas de servicios públicos en California utilizan “Google Earth” para difundir esta información.¹⁸⁸

5.3.2.10 RECOMENDACIÓN SSDRG-10: SOLICITAR A CFE QUE PROPORCIONE UNA PÁGINA WEB CON INFORMACIÓN PÚBLICA PARA DIFUNDIR TODA LA INFORMACIÓN NECESARIA RESPECTO AL SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN, CENTRALES ELÉCTRICAS EXISTENTES Y LA FUTURA EXPANSIÓN Y RETIRO DE RECURSOS.

Los desarrolladores de recursos renovables necesitan y requieren información actualizada sobre los recursos de generación existentes y sus ubicaciones así como de los sistemas existentes y planeados de transmisión y distribución. En particular, la información debe incluir todos los datos necesarios referentes a recursos renovables existentes y planeados que lleven énfasis en la etapa de desarrollo de cada proyecto abajo de 30 MW. Los desarrolladores utilizan esta información para evitar entrar en competencia entre sí por la capacidad de transmisión y distribución. Además, esa información ayuda para que los desarrolladores localicen áreas en donde la construcción de centrales eléctricas no requiere una modernización de la red y que proporcione evaluaciones favorables de licitación. Por último, aunque no menos importante, las causas de falla de un proyecto pueden brindar información valiosa a otros desarrolladores de manera que no se repitan los mismos errores.¹⁸⁹

5.3.2.11 RECOMENDACIÓN SSDRG-11: DESARROLLAR UN CONTRATO DE COMPRA ESTANDARIZADA DE ENERGÍA PARA LOS RECURSOS RENOVABLES DISTRIBUIDOS PEQUEÑOS.

Para mejorar el desarrollo de los pequeños recursos renovables por parte de terceros en México, es crucial la transparencia del mercado y el fácil acceso a la información relacionada con el mercado. En particular, los proveedores necesitan conocer los términos y condiciones bajo los cuales ofrecen su electricidad a la red eléctrica de diversos lugares dentro del sistema de CFE. Estos precios con términos y condiciones, que deben ser establecidos por reglas desarrolladas por CRE deben ponerse en dominio público y deben tener fácil acceso por los actores.

Un ejemplo bien conocido de tal política de fijación de precios es la “feed-in tariff” (FiT¹⁹⁰) (Tarifa de alimentación consumida) que es muy popular en Europa y ha sido implementada en varios estados de los EE.UU., por ejemplo, California.¹⁹¹ El objeto de tal política es mejorar el desarrollo de los recursos renovables en diversas tecnologías. La política toma en cuenta los costos de diversas tecnologías al mismo tiempo que garantiza el Acceso a la red eléctrica y garantiza el contrato a largo plazo para desarrolladores de recursos renovables. Los precios cubiertos para energía generada de diversos recursos renovables disminuyen cuando los costos de fabricación por tales

¹⁸⁸ Mapeo de Transmisión y Distribución basado en Google Earth de Southern California Edison (SCE):

http://maps.google.com/maps?f=q&source=s_q&hl=en&geocode=&q=http:%2F%2F02d46c9.netsolhost.com%2Fkml%2FSCF_SPVP_Areas.kmz&ll=33.865854,-117.780304&sspn=0.524539,0.837021&safe=on&ie=UTF8&z=8

¹⁸⁹ SENER ha lanzado una página web para compartir información acerca del potencial de RE el cual se encuentra en sus etapas iniciales. Este concepto puede ser usado por la CFE para apalancar lecciones aprendidas desarrollando una página web de CFE similar. Algunas empresas de servicios públicos en los Estados Unidos han utilizado Google Earth para mostrar las líneas de transmisión, sus capacidades, así como también capacidades disponibles. El link para Southern California Edison (SCE) es:

http://maps.google.com/maps?f=q&source=s_q&hl=en&geocode=&q=http:%2F%2F02d46c9.netsolhost.com%2Fkml%2FSCF_SPVP_Areas.kmz&ll=33.865854,117.780304&sspn=0.524539,0.837021&safe=on&ie=UTF8&z=8

¹⁹⁰ Feed-In fas *Feed-In* no se consideran como opción en México en este momento.

¹⁹¹ Para una descripción global de tal política y su uso en diversas jurisdicciones, véase Wikipedia en: http://en.wikipedia.org/wiki/Feed-in_tariff.

tecnologías aumentan las horas extras. Ésta puede ser una política efectiva para promover el desarrollo de recursos renovables distribuidos a pequeña escala.

5.3.3 DESARROLLO E INTEGRACIÓN DE PROYECTOS A ESCALA Y USUARIO FINAL

CRE no requiere permisos para proyectos a escala Usuario Final que sean menores a 500 kW, sin embargo, puede fomentar de manera adicional el desarrollo de proyectos a pequeña escala de usuarios finales (menos de 500 kW) a través de refinamientos adicionales en sus decisiones de política regulatoria.

Resumen de Recomendaciones

- **CRE debe considerar las opciones de fijación de precios y el mecanismo de estímulos para los clientes de uso final para atraer recursos renovables distribuidos a pequeña escala (pago de capacidad frente al pago de energía).**
- **CRE debe desarrollar la regulación que fomente los pequeños recursos de energía renovable distribuida en zonas pobladas (Generación Distribuida, Almacenamiento de Energía, Aparatos Electrodomésticos y Vehículos Eléctricos).**
- **Las Reglas deben garantizar que el antecedente de la información de consumo del cliente sea de fácil acceso a terceros y a los vendedores de gestión de energía si el cliente otorga el permiso.**
- **CRE debe planear y ejecutar programas de educación de los clientes para introducir las ventajas de pequeños recursos de energía renovable distribuida. CRE además debe crear un programa efectivo de capacitación y educación para otros actores del mercado que esperan entrar al sector de electricidad mexicano.**
- **CRE debe adoptar reglas para promover el desarrollo de pequeños proyectos de energía distribuida renovable que se adapten mejor a las necesidades de electricidad de usuarios finales de Residencias y Pequeños Comercios.**
- **CRE debe idear reglas que permitan la propiedad y la promoción de inversión en pequeños proyectos de energía distribuida de terceros a través de la política informada de impuestos e inversión.**

Discusión de las Recomendaciones

5.3.3.1 RECOMENDACIÓN EUSP-1: CRE DEBE CONSIDERAR LAS OPCIONES DE FIJACIÓN DE PRECIOS Y EL MECANISMO DE ESTÍMULOS PARA LOS CLIENTES DE USO FINAL PARA ATRAER RECURSOS RENOVABLES DISTRIBUIDOS A PEQUEÑA ESCALA (PAGO DE CAPACIDAD FRENTE AL PAGO DE ENERGÍA).

Aunque establecer los estímulos para los inversionistas privados es importante, igual atención debe darse a los estímulos para los clientes de uso final y las posibles ventajas que podrán estar disponibles para los clientes a través de la implementación de pequeños recursos de distribución de energía renovable. Es posible que los recursos de energía renovable distribuida más pequeños, en particular aquellos que necesitan localizarse en centros poblacionales dentro del sistema de distribución, requieran estímulos financieros para inducir a los clientes a instalar tales recursos de generación distribuida. Esto también podrá incluir la compensación neta de medición y financiamiento durante las horas de máximo consumo si energía adicional se inyecta al sistema de distribución de la CFE. Los paneles solares y algunos recursos pequeños de generación para respaldo son buenos ejemplos de tales recursos. Los estímulos tales como tarifas fijas durante largos periodos de tiempo podrán ser efectivos para consumidores de uso final. Para tales recursos, es posible que sea viable establecer

alguna compensación para la capacidad disponible acompañado con flujo de pagos por energía cuando la electricidad se genera durante un largo periodo de tiempo¹⁹². Los pagos de capacidad deben escalarse para reflejar la intermitencia de los recursos renovables y el hecho de que su producción en horas pico no coincida con la demanda del sistema en las horas de mayor consumo¹⁹³.

5.3.3.2 RECOMENDACIÓN EUSP -2: CRE DEBE DESARROLLAR LA REGULACIÓN QUE FOMENTE LOS PEQUEÑOS RECURSOS DE ENERGÍA RENOVABLE DISTRIBUIDA EN ZONAS POBLADAS (GENERACIÓN DISTRIBUIDA, ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA, APARATOS ELECTRODOMÉSTICOS Y VEHÍCULOS ELÉCTRICOS).

Los clientes de uso final que cumplen cierto nivel de demanda podrían sentirse atraídos por reglas que establezca CRE para instalar y vender su generación excedente al operador del sistema y cumplir con la demanda del sistema de electricidad y servicios auxiliares. Para dar incentivos a tales clientes, CRE podrá solicitar a CFE que establezca capacidades de medición neta e incluso compensar tales recursos en precios altos de mercado durante condiciones de mercado estrecho o emergencias del sistema.

5.3.3.3 RECOMENDACIÓN EUSP -3: LAS REGLAS DEBEN GARANTIZAR QUE EL ANTECEDENTE DE LA INFORMACIÓN DE CONSUMO DEL CLIENTE SEA DE FÁCIL ACCESO A TERCEROS Y A LOS VENEDORES DE GESTIÓN DE ENERGÍA SI EL CLIENTE OTORGA EL PERMISO.

Como debe esperarse, el crecimiento de pequeños proyectos de energía renovable distribuida y servicios de gestión energética requerirán un equilibrio entre el acceso de los clientes a los datos, el acceso del vendedor autorizado a esos datos y la protección de esos datos. Hacer muy difícil el acceso a los datos podría servir para que estos se mantengan fuera de las manos de terceros, incluso de aquellos autorizados por los consumidores para usar los datos en su nombre. Además del permiso del cliente para acceso a la información de consumo, la decisión final debe ser clara, tener una base reglamentaria válida y especificar consecuencias de incumplimiento. La ausencia de un enfoque equilibrado para tener acceso a la información del cliente puede resultar en dificultades innecesarias para los vendedores y con el tiempo que los clientes comparen los precios y aprovechen los productos y servicios basados en el mercado.

5.3.3.4 RECOMENDACIÓN EUSP -4: CRE DEBE PLANEAR Y EJECUTAR PROGRAMAS DE EDUCACIÓN DE LOS CLIENTES PARA INTRODUCIR LAS VENTAJAS DE PEQUEÑOS RECURSOS DE ENERGÍA RENOVABLE DISTRIBUIDA. CRE ADEMÁS DEBE CREAR UN PROGRAMA EFECTIVO DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN PARA OTROS ACTORES DEL MERCADO QUE ESPERAN ENTRAR AL SECTOR DE ELECTRICIDAD MEXICANO.

La eficacia de esta recomendación depende del éxito para atraer más clientes que confíen en pequeños recursos renovables. Por lo tanto, es muy importante que CRE patrocine programas de capacitación y educación que informen a los clientes y les ayuden a establecer cómo se pueden beneficiar de los pequeños recursos renovables. En general, se necesita crear conciencia para quitar el "miedo a fallar" y fomentar el descubrimiento de formas en las cuales los clientes pueden aprovechar tales oportunidades.

¹⁹² CRE está desarrollando una nueva norma para reconocer el crédito de capacidad del Panel Solar.

¹⁹³ Por ejemplo, los recursos de Energía Eólica de California reciben pagos de capacidad más bajos cuando su consumo máximo es durante la noche que la demanda es más baja. Al contrario las fuentes de energía renovable solar reciben pagos más altos ya que su producción de consumo máximo coincide con las demandas de consumo en horas pico. Sin embargo, ellos no reciben pagos de capacidad similares a los recursos convencionales que normalmente es un porcentaje pequeño (10%-30%). En California existe un proceso para poner a prueba (pruebas ocasionales para pedir una unidad cuya producción no ha sido solicitada por algún tiempo) para garantizar el cumplimiento, en caso de incumplimiento, se pueden reenviar los pagos anteriores (Cobranza de pagos anteriores hechos). En Texas, en ERCOT, los recursos solares así como también los recursos eólicos localizados en el Golfo de México, cuya producción de consumo máximo coincide con el consumo máximo del sistema ERCOT, reciben ingresos más altos en comparación con aquellos recursos renovables que alcanzan el máximo en las noches. Además, ERCOT mide la disponibilidad en diferentes puntos del tiempo, bajo diversas condiciones de estrés y algunas visitas al azar. También, las pruebas se realizan para garantizar la capacidad de entrega. La necesidad de monitorear el mercado y que la división de cumplimiento atrape a violadores de las reglas del mercado, ya sea de energía o capacidad, será necesaria.

La creación del programa de capacitación y educación es un proceso de mejora continua. Por lo tanto, CRE debe obtener retroalimentación de los clientes y de otros actores para actualizar de manera continua sus programas de educación de clientes con hitos y medidas de satisfacción específicos. Este proceso podría ser emprendido conjuntamente con la CFE.

Los programas de capacitación y educación deben diseñarse y brindarse para las diversas clases de participantes del mercado - tales como participantes de mercado, desarrollador más pequeño, desarrolladores grandes y cuáles son las opciones para los consumidores¹⁹⁴. Estos programas de capacitación podrían darse en línea y vía internet.

Cuando sea posible, CRE debe publicar "historias de éxito" de proyectos piloto al público en general.

5.3.3.5 RECOMENDACIÓN EUSP -5: CRE DEBE ADOPTAR REGLAS PARA PROMOVER EL DESARROLLO DE PEQUEÑOS PROYECTOS DE ENERGÍA DISTRIBUIDA RENOVABLE QUE SE ADAPTEN MEJOR A LAS NECESIDADES DE ELECTRICIDAD DE USUARIOS FINALES RESIDENCIALES Y DE PEQUEÑOS COMERCIOS.

Como se describe anteriormente, los usuarios finales constan de operaciones residenciales y comercios pequeños a medianos. La capacidad de los proyectos para satisfacer las necesidades de los usuarios finales en esta categoría fluctúa entre unos cuantos kW a posiblemente cientos de kW. La tecnología renovable primaria para este sector del mercado son los paneles solares de techo. Los usuarios finales se conectan a los sistemas de distribución primaria y posiblemente secundaria que por lo general tienen capacidad limitada y posibilidades de expansión limitada. Además, este sector del mercado muy probablemente tiene capacidad financiera limitada para construir recursos renovables por sí mismos. Los siguientes son ejemplos de políticas regulatorias para fomentar el desarrollo de energía renovable para este sector del mercado:

1. Contabilidad de energía de medición neta con el proceso anual de ajustes
2. Precios mínimos de rescate para energía excedente
3. Contratos de Interconexión Estandarizados ("Sin Confusión")
4. Proceso de aprobación expedito y sencillo
5. Financiamiento sin pago adelantado
6. Exenciones tributarias y créditos tales como reducciones de impuesto sobre la propiedad

CRE debe establecer normas que aborden estos temas y crear un proyecto para que los usuarios finales interesados lo sigan. Abordar estos temas aumentará la disposición de los usuarios finales a instalar paneles solares en su techo. Además, los usuarios finales que son propietarios de tales proyectos podrán vender cualquier producción excedente otra vez a la compañía de servicios públicos.

Además, CRE debe solicitar que CFE facilite el desarrollo de tales proyectos pequeños eliminando los obstáculos y estableciendo requisitos mínimos que sean sencillos de entender por los usuarios finales que se dedican a tales proyectos pequeños. Es razonable desear que los requisitos mínimos establecidos por CFE no impidan a ningún usuario final a que participe en estos pequeños proyectos renovables.

¹⁹⁴ Algunos organismos reguladores tales como la Comisión de Empresas de Servicios Públicos de Colorado, invitó a las compañías de servicios públicos a emprender estas actividades de educación del consumidor y permitir la recuperación de costos. Las actividades de terceros en los programas educativos también podrían asumirse.

5.3.3.6 RECOMENDACIÓN EUSP -6: CRE DEBE IDEAR REGLAS QUE PERMITAN LA PROPIEDAD Y LA PROMOCIÓN DE INVERSIÓN EN PEQUEÑOS PROYECTOS DE ENERGÍA DISTRIBUIDA DE TERCEROS A TRAVÉS DE LA POLÍTICA INFORMADA DE IMPUESTOS E INVERSIÓN.

CRE debe tomar las medidas que resuelvan una preocupación válida para muchos usuarios finales en esta categoría: la dificultad de manejar la inversión de capital necesario para estos proyectos. Para abordar esta situación, CRE podría comprometerse a una de las políticas más efectivas, que se enuncian anteriormente bajo el inciso 4.2, para permitir la propiedad e inversión por parte de vendedores terceros que instalen pequeños recursos de energía renovable distribuida para clientes residenciales y pequeño comercio. Por ejemplo, compañías "de arrendamiento" de energía solar ahora representan la gran mayoría de instalaciones residenciales en los Estados Unidos. Estos terceros podrán invertir en tales proyectos si contratos a mayor plazo con dueños de viviendas pudieran concluirse en 15 a 20 años incluso si la casa es vendida dentro del periodo contratado.¹⁹⁵

5.3.4 DESARROLLO E INTEGRACIÓN DE PROYECTOS A ESCALA PEQUEÑA DE EMPRESAS SUMINISTRADORAS PRIVADAS

Resumen de Recomendaciones

- **CRE debe desarrollar las reglas para fomentar el desarrollo de proyectos de energía distribuida renovable de escala pequeña de Empresas Suministradoras Privadas que adapten mejor las necesidades de electricidad de clientes Comerciales e Industriales Grandes.**
- **CRE debe establecer las reglas que permitan la propiedad y estimulen la inversión de proyectos de energía renovable distribuida a pequeña escala de Empresas Suministradoras Privadas de terceros a través de política informada de impuestos e inversión.**
- **CRE debe desarrollar normas para fomentar a los pequeños recursos de energía renovable distribuida en zonas pobladas (Generación Distribuida y Almacenamiento de Energía).**
- **CRE debe solicitar a CFE que facilite el desarrollo de proyectos a escala de empresas suministradoras privadas.**

Discusión de las Recomendaciones

5.3.4.1 RECOMENDACIÓN NUSP-1: CRE DEBE DESARROLLAR LAS REGLAS PARA FOMENTAR EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE ENERGÍA DISTRIBUIDA RENOVABLE DE ESCALA PEQUEÑA DE EMPRESAS SUMINISTRADORAS PRIVADAS QUE ADAPTEN MEJOR LAS NECESIDADES DE ELECTRICIDAD DE CLIENTES COMERCIALES E INDUSTRIALES GRANDES

El sector del mercado de Pequeña Escala de Empresas Suministradoras Privadas consta de operaciones grandes comerciales e industriales. Los ejemplos son refinerías petroleras, centros de datos, plantas de procesamiento de alimentos, bodegas de almacenamiento, etc. La capacidad de sitio en este sector del mercado varía entre 1 MW y posiblemente 10 MW. Estos proyectos Renovables a Escala Pequeña de empresas suministradoras privadas pueden provenir de recursos de viento, solares, u otros recursos ya que esa opción es determinada por los usuarios finales según lo dicte la información del mercado. El punto de interconexión puede ser el sistema de distribución o el sistema de subtransmisión. La tecnología bajo esta categoría es bastante variable e incluso puede constar tanto de electricidad como de vapor. Este sector del mercado requiere inversión importante. Los

¹⁹⁵ Solar City es uno de tales vendedores que dan financiamiento a paneles solares para techo de clientes pequeños. Para mayor información, véase: <http://www.solarcity.com/aboutus.aspx>.

siguientes son ejemplos de políticas reguladoras que alientan el desarrollo de proyectos renovables de pequeña escala de Empresas Suministradoras Privadas para este sector del mercado:

1. Contabilidad de la Energía de medición neta
2. Referencias de precios de mercado por ubicación
3. Proceso y aprobación de interconexión expedita (Fast Track)
4. Proceso de impacto ambiental y permiso expedito (Fast Track)
5. Pagos de servicios de energía y (algunos) auxiliares
6. Incentivos fiscales tales como depreciación acelerada
7. Exención de reducción
8. Exención de mercados mayoristas competitivos (futuro)
9. Exención de algunos requisitos operativos basados en la tecnología
10. Oportunidad de participar en programas especiales
11. Contrato de interconexión estandarizado
12. Contratos de Compra de Energía estandarizados (hasta 20 años)

CRE debe establecer reglas para abordar estos temas y crear un proyecto para que lo sigan grandes clientes comerciales e industriales interesados. Abordar estos temas aumentará la disposición de los usuarios finales para considerar de manera seria la economía de implementar tales proyectos renovables a escala pequeña de empresas surtidoras privadas y reducir su confianza en el servicio público de la electricidad. Además, los usuarios finales con tales proyectos podrán vender su producción excedente de nuevo a la empresa de servicio público.

Además, CRE debe solicitar a CFE que facilite el desarrollo de proyectos a pequeña escala de Empresas Privadas eliminando obstáculos y estableciendo requisitos técnicos mínimos que sean totalmente comprensibles y de fácil cumplimiento por los usuarios finales dedicados a esta categoría. Es razonable esperar que los requisitos mínimos fijados por CFE sean absolutamente necesarios por motivos de operación y que no sean en detrimento de ningún posible usuario final para que se dedique a proyectos renovables de escala pequeña de empresas privadas.

5.3.4.2 RECOMENDACIÓN NUSP -2: CRE DEBE ESTABLECER LAS REGLAS QUE PERMITAN LA PROPIEDAD Y ESTIMULEN LA INVERSIÓN DE PROYECTOS DE ENERGÍA RENOVABLE DISTRIBUIDA A PEQUEÑA ESCALA DE EMPRESAS SUMINISTRADORAS PRIVADAS DE TERCEROS A TRAVÉS DE POLÍTICA INFORMADA DE IMPUESTOS E INVERSIÓN.

Aunque estos clientes puedan ser más capaces en lo financiero para manejar la inversión en los proyectos de generación, en comparación con clientes más pequeños, CRE podrá desear ofrecer opciones de propiedad de terceros para clientes también. Tales terceros podrán invertir en dichos proyectos si pueden llegar a un acuerdo con los clientes para contratos de energía comprada con una vigencia de 15 a 20 años.¹⁹⁶

¹⁹⁶ Solar City es uno de tales vendedores que financian paneles solares en techo para clientes grandes. Para mayor información véase: <http://www.solarcity.com/aboutus.aspx>.

5.3.4.3 RECOMENDACIÓN NUSP -3: CRE DEBE DESARROLLAR NORMAS PARA FOMENTAR A LOS PEQUEÑOS RECURSOS DE ENERGÍA RENOVABLE DISTRIBUIDA EN ZONAS POBLADAS (GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA).

Los desarrolladores de Proyectos a Escala Pequeña de Empresas Suministradoras Privadas que cumplen con cierto nivel de demanda podrían ser alentados por reglas establecidas por CRE para instalar y vender su generación excedente al operador del sistema para cumplir con la demanda del sistema de electricidad y servicios auxiliares. Para estimular a tales clientes, CRE podría solicitar a CFE que establezca capacidades de medición neta e incluso compensar tales recursos en precios de mercado altos durante las condiciones difíciles del mercado o las emergencias del sistema.

5.3.4.4 RECOMENDACIÓN NUSP -4: CRE DEBE SOLICITAR A CFE QUE FACILITE EL DESARROLLO DE PROYECTOS A ESCALA DE EMPRESAS SUMINISTRADORAS PRIVADAS.

CRE debe pedir a CFE que facilite el desarrollo de proyectos a escala de empresa surtidora privada eliminando los requisitos de interconexión, operación y la instalación de apoyo y estableciendo requisitos mínimos que no sean engorrosos o que requieran inversión considerable. Por ejemplo, la mayoría de las tecnologías renovables no pueden realizar funciones de operación de recursos convencionales y por lo tanto necesitan estar exentas de tales funciones. Los recursos renovables a escala de empresa privada deben estar también exentos de los requisitos de instalaciones de apoyo tales como almacenamiento de energía que pueda dejar sin viabilidad económica cualquier proyecto de recursos renovables. El beneficio que tales instalaciones pueden dar de manera potencial necesita ser adaptado por la división operativa de la CFE (CENACE) concibiendo soluciones de operación tales como la creación de una clase de recursos que sean denominados de manera común como "Must-Run" (Desarrollo Sostenido) que brindan beneficios eléctricos similares.

5.3.5 DESARROLLO E INTEGRACIÓN DE PROYECTOS A ESCALA DE EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS

Resumen de Recomendaciones

- **CRE debe desarrollar reglas que fomenten el desarrollo de los proyectos de distribución renovable a Escala de Empresas de Servicios Públicos que adapten mejor las necesidades de electricidad de las operaciones al mayoreo.**
- **CRE debe conseguir reglas que permitan la propiedad y estimulen la inversión en proyectos de energía renovable distribuida a escala de empresas de servicios públicos de terceros a través de la política informada de impuestos e inversión.**
- **CRE debe desarrollar la regulación que fomente los pequeños recursos de energía renovable distribuida en zonas pobladas (Generación Distribuida y Almacenamiento de Energía).**

Discusión de las Recomendaciones

5.3.5.1 RECOMENDACIÓN USP-1: CRE DEBE DESARROLLAR REGLAS QUE FOMENTEN EL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS DE DISTRIBUCIÓN RENOVABLE A ESCALA DE EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS QUE ADAPTEN MEJOR LAS NECESIDADES DE ELECTRICIDAD DE LAS OPERACIONES AL MAYOREO.

El sector del mercado a Escala de Empresas de Servicios Públicos consta de desarrollo de terceros para operaciones al mayoreo, ventas a municipios, cooperativas eléctricas y complejos industriales. La capacidad del sitio en este sector del mercado varía entre 10 MW y 30 MW. El punto de interconexión serán los sistemas de transmisión o subtransmisión y por lo tanto podrán tener impactos considerables en la red de transmisión de la empresa de servicios públicos.

Las tecnologías bajo esta categoría son bastante extensas e incluyen grandes centrales eléctricas solares y eólicas u otros recursos renovables según esa alternativa sea determinada por usuarios finales dependiendo de la disponibilidad de recursos y las condiciones del mercado. Este sector del mercado requiere inversión considerable y los terceros necesitarán un rendimiento razonable de su inversión. Los siguientes ejemplos son políticas regulatorias que podrán fomentar el desarrollo de energía renovable a escala de empresa de servicio público para este sector del mercado:

1. Proceso de Interconexión claro y expedito (Fast Track)
2. Contratos de Compra de Energía a largo plazo (20 años o más)
3. Contabilidad del Precio por ubicación con oportunidad de escalación de precios
4. Guía de la ubicación de la central eléctrica
5. Créditos ¹⁹⁷ para lugares de centrales eléctricas favorables
6. Oferta pública para uso de suelo
7. Exención de las responsabilidades de mejora a la Red
8. Subvenciones de inversión y créditos fiscales
9. Depreciación acelerada de instalaciones
10. Créditos Fiscales de Producción
11. Permisos expeditos (Fast Track) y aprobaciones para impacto del medio ambiente
12. Exención de (algunos) requisitos de operación con base en tecnología
13. Pagos por capacidad y servicios auxiliares
14. Oportunidad de participar en programas especiales
15. Exención de (algunas) reglas de mercado competencia)
16. Exención de (algunas) reducciones
17. Creación y administración de un Programa de Acceso Directo (Transmisión Eléctrica al menudeo)
18. Contratos de Interconexión estandarizados
19. Contratos de Compra de Energía estandarizados

CRE debe establecer las reglas para abordar estos temas y crear un proyecto que sigan clientes mayoristas grandes, tales como municipios y complejos industriales. Abordar estos temas aumentará la disposición de los usuarios finales a considerar de manera seria los aspectos económicos de implementar tales proyectos renovables a escala de empresas de servicios públicos y reducir su confianza en la prestación de servicios públicos de electricidad. Además, los usuarios finales que poseen tales proyectos podrán vender su producción de excedentes al mercado mayorista para reducir la creciente necesidad de que el servicio público extienda los recursos de generación.

Además, CRE debe solicitar a CFE que facilite el desarrollo de proyectos a nivel de empresas de servicios públicos eliminando los requisitos técnicos, operativos y de instalaciones de apoyo y establecer requisitos mínimos que sean normas industriales que puedan ser cumplidas sin ocasionar que la inversión general deje de ser económicamente viable. La mayoría de las tecnologías renovables no pueden satisfacer las funciones

¹⁹⁷ Estos podrán incluir incentivos fiscales durante varios años, créditos fiscales de producción o pago más elevado por MWh durante varios años. También podría incluir sumadores y sustractores de licitación como parte del proceso de adquisición.

operativas de los recursos convencionales y por lo tanto necesitan quedar exentas de los requisitos de operación de los recursos convencionales. También, los recursos renovables deben quedar exentos de mejoras a la red que benefician a toda la infraestructura de la red eléctrica. Además, los recursos renovables de gran escala necesitan también quedar exentos de requisitos de instalaciones de apoyo tales como almacenamiento de energía que pueden hacer que casi cualquier proyecto de recurso renovable sea económicamente no viable. El beneficio de que tales instalaciones pueden dar necesita ser absorbido por la división de operación de la CFE principalmente CENACE. Por ejemplo, los compromisos de reservas rodantes y no rodantes pueden satisfacer la necesidad de almacenamiento de energía. El compromiso de recursos con la capacidad de regulación puede compensar la intermitencia de ciertos tipos de renovables. El tamaño correcto de los inversores puede proporcionar las necesidades de soporte de reacción necesarias.

5.3.5.2 RECOMENDACIÓN USP -2 CRE DEBE CONSEGUIR REGLAS QUE PERMITAN LA PROPIEDAD Y ESTIMULEN LA INVERSIÓN EN PROYECTOS DE ENERGÍA RENOVABLE DISTRIBUIDA A ESCALA DE EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS DE TERCEROS A TRAVÉS DE LA POLÍTICA INFORMADA DE IMPUESTOS E INVERSIÓN.

Aunque estos clientes podrán tener mayor capacidad financiera para manejar la inversión en proyectos de generación, en especial en comparación con los clientes más pequeños, CRE querrá mantener la opción de inversión de terceros disponible para estos clientes. Los terceros podrán invertir en tales proyectos si logran conseguir el convenio con estos clientes para contratos de compra de energía con vigencias de 15 a 20 años.¹⁹⁸

5.3.5.3 RECOMENDACIÓN USP -3: CRE DEBE DESARROLLAR LA REGULACIÓN QUE FOMENTE LOS PEQUEÑOS RECURSOS DE ENERGÍA RENOVABLE DISTRIBUIDA EN ZONAS POBLADAS (GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA).

Los patrocinadores de proyectos a Escala Empresa de Servicios Públicos que satisfacen cierto nivel de demanda podrían ser alentados por reglas establecidas por la CRE para instalar y vender su generación excedente al operador del sistema satisfaciendo la demanda del sistema de electricidad y servicios auxiliares. Para dar estímulos a tales clientes, CRE podrá necesitar que CFE establezca capacidades de medición neta e incluso compensar tales recursos en precios de mercado altos durante condiciones de mercado estrecho o emergencias de sistemas.

5.3.6 DESARROLLO DE LA GESTIÓN DE ENERGÍA Y LAS ACTIVIDADES DE RESPUESTA A LA DEMANDA

Resumen de Recomendaciones

- **CRE debe desarrollar y articular su visión de participación de terceros en el desarrollo de la gestión energética y las actividades de respuesta a la demanda. .**
- **CRE debe hacer recomendaciones legislativas y establecer normas que permitan la propiedad y fomento a la inversión en equipo de terceros para facilitar la gestión energética y las actividades de respuesta a la demanda a través de política informada de impuestos y de inversiones.**
- **CRE debe establecer los incentivos regulatorios para permitir y fomentar la gestión energética y los programas de respuesta a la demanda ofertados por los actores privados.**

¹⁹⁸ Estos proyectos normalmente se financian a través de diversos contratos bilaterales. Sin embargo los inversionistas terceros, tales como Solar City podrán tomar la responsabilidad financiera de tales proyectos. Para más información véase: <http://www.solarcity.com/about-us.aspx>.

Discusión de las Recomendaciones

5.3.6.1 RECOMENDACIÓN TPMDR-1: CRE DEBE DESARROLLAR Y ARTICULAR SU VISIÓN DE PARTICIPACIÓN DE TERCEROS EN EL DESARROLLO DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA Y LAS ACTIVIDADES DE RESPUESTA A LA DEMANDA.

Como se indica en el capítulo 4 la implementación de la Red Eléctrica Inteligente creará oportunidades para que terceros den servicios a clientes en el otro extremo del sistema de entrega - en las instalaciones del cliente. Esperamos la prestación de terceros en las medidas de eficiencia energética tradicionales, aunque también los servicios de gestión energética doméstica. Además, los vendedores terceros proporcionarán a los clientes comerciales e industriales una variedad de servicios de gestión energética seleccionados y actividades de respuesta a la demanda. Más adelante en el tiempo, diversos clientes podrán dar a CFE servicios auxiliares ya sea de manera directa o en grupo. Todo esto requerirá el desarrollo de un mercado de terceros donde los inversionistas perciban la oportunidad de hacer producir sus inversiones. Es razonable que la CRE colabore con SENER en el establecimiento de reglas que originen un campo de juego equitativo para que los terceros se dediquen a los proyectos de recursos renovables pequeños.

Además, CRE debe desarrollar reglas para:

- Fomentar al sector privado, local o internacional, a participar en nueva inversión para las actividades de respuesta a demandas
- Recomendar a SENER y SHCP que permitan la recuperación más rápida del costo de capital para diversas inversiones por los inversionistas terceros¹⁹⁹
- CRE debe solicitar a CFE que ofrezca educación a los clientes que aborde los temas de eficiencia energética y actividades de respuesta a demanda

5.3.6.2 RECOMENDACIÓN TPMDR -2: CRE DEBE HACER RECOMENDACIONES LEGISLATIVAS Y ESTABLECER NORMAS QUE PERMITAN LA PROPIEDAD Y FOMENTEN A LA INVERSIÓN EN EQUIPO DE TERCEROS PARA FACILITAR LA GESTIÓN ENERGÉTICA Y LAS ACTIVIDADES DE RESPUESTA A LA DEMANDA A TRAVÉS DE POLÍTICA INFORMADA DE IMPUESTOS Y DE INVERSIONES.

Los avances en las tecnologías de comunicación y automatización han brindado oportunidades únicas para que los terceros aumenten la eficiencia del uso de electricidad a través de la respuesta del cliente a diversos incentivos financieros. Deben establecerse normas y reglamentos apropiados que eliminen cualquier barrera que desaliente a los vendedores terceros ofrecer soluciones basadas en el mercado a los clientes, de manera directa.

Los servicios de eficiencia energética y las actividades de respuesta a la demanda, en particular aquellos que mejor se adaptan a las necesidades de la población de zonas urbanas, podrán requerir más apoyo financiero durante varios años antes de volverse autosuficientes. SENER y SHCP podrían buscar ordenamientos legislativos y establecer incentivos financieros a través de mandatos en la legislación que fomenten el compromiso de terceros en tales actividades. Como se ha hecho en Estados Unidos y en algunos países europeos, tales estímulos podrían brindar un número limitado de años que garanticen el éxito de la implementación de tales programas.

¹⁹⁹ Existe una disposición similar en la legislación respecto a los Recursos Renovables.. Esto podría extenderse a la eficacia energética en las actividades de respuesta a la demanda.

5.3.6.3 RECOMENDACIÓN TPMDR -3 CRE DEBE ESTABLECER LOS INCENTIVOS REGULATORIOS PARA PERMITIR Y FOMENTAR LA GESTIÓN ENERGÉTICA Y LOS PROGRAMAS DE RESPUESTA A LA DEMANDA OFERTADOS POR LOS ACTORES PRIVADOS

El desarrollo de los servicios de gestión energética y las actividades de respuesta a la demanda necesitará mecanismos de estímulos que aumenten el avance hacia diferentes metas locales y nacionales. En particular, estos estímulos pueden ser personalizados a las necesidades de las empresas suministradoras privadas, atrayendo más actores con una variedad de intereses. Estos actores podrán incluir a terceros y usuarios finales que busquen actividades que facilitan la obtención de las metas locales y nacionales.

La participación de terceros y usuarios finales en la gestión energética y las actividades de respuesta a la demanda requieren mecanismos innovadores de estímulos financieros y simplicidad en los requisitos de operación. CRE debe desarrollar reglamentación innovadora e incentivos de mercado que faciliten la implementación de tales programas. En particular, los estímulos monetarios podrían brindarse implementando:

- Remuneraciones financieras o incentivos fiscales que resulten en la obtención mensurable para metas nacionales.
- Exenciones para impuesto sobre la renta y propiedad por un número limitado de años
- Remuneraciones por seguir cierto tipo de proyectos o ciertos lugares sin ventajas con mayores necesidades de electricidad.

5.3.7 GESTIÓN ENERGÉTICA Y ACTIVIDADES DE RESPUESTA A LA DEMANDA PARA LOS CONSUMIDORES

Resumen de Recomendaciones

- **CRE, en colaboración con otras autoridades, debe desarrollar reglas que ordenen la introducción de "tarifas inteligentes" para los clientes.**
- **De manera conjunta con CRE y otros actores, CFE debe desarrollar y publicar un plan de transición detallado para pasar a los clientes con medidores inteligentes a tarifas que empleen precios dinámicos.**
- **CRE debe considerar la promoción de las opciones para respuesta a la demanda a clientes sensibles a los precios y permitirles participar en los mercados de energía y servicios auxiliares.**
- **Desarrollo de un Contrato de Compra de Energía Estándar y claras opciones de fijación de precios para actividades de respuesta a demanda.**
- **CRE debe considerar la promoción de la gestión energética y las actividades de respuesta a la demanda para que los clientes sensibles a precios participen en los mercados de energía y servicios auxiliares.**
- **Garantía de que la información de consumo del cliente será de fácil acceso para los terceros y vendedores de gestión energética si el cliente otorga su permiso.**
- **CRE debe planear y ejecutar programas de educación para clientes que introduzcan los beneficios de la gestión energética y las actividades de respuesta a la demanda.**

Discusión de las Recomendaciones

5.3.7.1 RECOMENDACIÓN COEMDR-1: CRE, EN COLABORACIÓN CON OTRAS AUTORIDADES, DEBE DESARROLLAR REGLAS QUE ORDENEN LA INTRODUCCIÓN DE "TARIFAS INTELIGENTES" PARA LOS CLIENTES.

Como se indica bajo el Informe de la Tarea 2, la tecnología de la Red Eléctrica Inteligente proporciona una oportunidad única que permite a los clientes responder a los precios de la electricidad y manejar mejor su presupuesto de electricidad y mejorar su experiencia con el consumo de la electricidad. Al desarrollar tarifas inteligentes, CRE debe tomar en cuenta la suficiencia y efectividad de los incentivos para diversas clases de clientes así como también la posibilidad de que tales clientes participen en las actividades del mercado mayorista. Estas tarifas inteligentes podrán incluir opciones de fijación de precios tales como ToU, PTP, RTP, y Fijación Dinámica de Precios. Es posible y preferible introducir tales opciones de precios de manera que sean aceptables a los clientes. CRE debe promover de manera proactiva las siguientes políticas:

- Establecer opciones de precios que fomenten el uso eficiente de la electricidad (Fijación Dinámica de Precios, Tiempo de Uso, etc.)
- Introducir opciones de precios que cubran las necesidades de capacidad (Precios en tiempo de horas pico, respuesta a emergencias y otros servicios auxiliares)
- Desarrollo de precios de electricidad al mayoreo por ubicación cada cinco minutos más o menos y que estos precios estén disponibles al público
- Solicitar opciones de precios que puedan basarse en precios de electricidad al mayoreo para que sean desarrollados en colaboración con SHCP, para que los clientes hagan mejor uso de la electricidad

5.3.7.2 RECOMENDACIÓN COEMDR - 2: DE MANERA CONJUNTA CON CRE Y OTROS ACTORES, CFE DEBE DESARROLLAR Y PUBLICAR UN PLAN DE TRANSICIÓN DETALLADO PARA PASAR A LOS CLIENTES CON MEDIDORES INTELIGENTES A TARIFAS QUE EMPLEEN PRECIOS DINÁMICOS.

La Fijación Dinámica de Precios para uso de electricidad residencial puede traer importantes ventajas a las compañías de servicios públicos y sus clientes. La respuesta del cliente provocada por tarifas de tiempo de uso reducirá el costo del sistema general, para beneficio de todos los consumidores. Correctamente implementadas, las tarifas por tiempo de uso son más justas e inducirán a los clientes a usar la electricidad con mayor eficiencia.

No obstante, las empresas de servicios públicos y sus reguladores se han movido muy lentamente a la fijación dinámica de precios para clientes residenciales, incluso en casos donde se han establecido medidores AMI. Los motivos para este lento progreso incluyen la falta de información y los temores a la resistencia del consumidor. El proyecto de educación y demostración al cliente puede abordar estas inquietudes y mejorar la aceptación del cliente de las nuevas tecnologías y dar como resultado el cambio en el comportamiento para lograr la eficiencia energética. Pero las presiones para pasar la Fijación Dinámica de Precios son crecientes y los beneficios ineludibles se están sumando. Existen varias formas en las cuales los reguladores podrán introducir tarifas sensibles al tiempo de manera que serán aceptables para los consumidores.

5.3.7.3 RECOMENDACIÓN COEMDR-3: DE MANERA CONJUNTA CON CRE Y OTROS ACTORES, CFE DEBE DESARROLLAR Y PUBLICAR UN PLAN DE TRANSICIÓN DETALLADO PARA PASAR A LOS CLIENTES CON MEDIDORES INTELIGENTES A TARIFAS QUE EMPLEEN PRECIOS DINÁMICOS²⁰⁰.

Un sector de energía eléctrica saludable requiere respuestas efectivas de los clientes a través de programas bien diseñados y eficaces. Tal sistema da como resultado el uso más eficiente de la electricidad y evita expansión innecesaria de la capacidad al mismo tiempo que proporciona a los operadores del sistema las herramientas adecuadas para gestionar de manera confiable y segura sus sistemas eléctricos²⁰¹. CRE puede seguir las políticas que actualmente están implementándose en diferentes países para aumentar las respuestas favorables de los clientes. Tales políticas incluyen la introducción de opciones en fijación de precios tales como tiempo de uso o fijación dinámica de precios; permitir la respuesta a la demanda como recurso disponible al operador para gestionar la necesidad de energía y servicios auxiliares y proporcionar incentivos que fomenten a los clientes a confiar en que los servicios distribuidos satisfacen sus necesidades de electricidad o venta de energía a la CFE.

CRE debe fomentar a través de reglas las actividades de respuesta a la demanda por usuarios finales que cumplan la demanda del sistema para electricidad y los servicios auxiliares. Para incentivar a los clientes, CRE podrá solicitar a CFE que compense tales actividades de respuesta a la demanda en altos precios de mercado durante las condiciones de mercado estrecho o emergencias del sistema. Tales políticas podrían ser refinadas con el paso del tiempo para cumplir metas nacionales tanto a corto como a largo plazo fijadas por los legisladores.

5.3.7.4 RECOMENDACIÓN COEMDR -4: CRE DEBE CONSIDERAR LA PROMOCIÓN DE OPCIONES DE RESPUESTA A LA DEMANDA A CLIENTES SENSIBLES A LOS PRECIOS Y PERMITIRLES PARTICIPAR EN LOS MERCADOS DE ENERGÍA Y SERVICIOS AUXILIARES.

Aumentar el desarrollo de las actividades de respuesta a la demanda por terceros en México, la transparencia de mercado y el fácil acceso a la información relacionada del mercado es importante. En particular, estos suministradores necesitan conocer los términos y condiciones bajo los cuales ellos reducen la demanda de sus clientes en el sistema eléctrico a través de gestión energética y actividades secundarias de demanda en diversos lugares dentro del sistema de la CFE. Estos precios, con los términos y condiciones asociados deben ser establecidos en consistencia con las reglas desarrolladas por CRE y deben ponerse a disposición del público y ser de fácil acceso para los actores.

5.3.7.5 RECOMENDACIÓN COEMDR -5: DESARROLLO DE UN CONTRATO DE COMPRA DE ENERGÍA ESTÁNDAR Y CLARAS OPCIONES DE FIJACIÓN DE PRECIOS PARA ACTIVIDADES DE RESPUESTA A DEMANDA.

Un sector de energía eléctrica saludable puede beneficiarse de las respuestas de los clientes a través de programas de participación de usuarios finales bien diseñados y efectivos. Tales sistemas dan como resultado un uso más eficiente de la electricidad y evita expansión de capacidad innecesaria al mismo tiempo que da a los operadores del sistema herramientas adecuadas para gestionar de manera confiable y segura el sistema eléctrico. Los terceros han demostrado su efectividad en promover los servicios de gestión energética y aumentar la respuesta de demanda entre los clientes en los mercados de electricidad actualmente reestructurados de los Estados Unidos y los países europeos.²⁰² CRE puede facilitar la operación de los grupos terceros introduciendo opciones de fijación de precios tales como tiempo de uso o fijación dinámica de precios; permitiendo la respuesta a la demanda como recurso disponible al operador para gestionar la necesidad de energía y los servicios

²⁰⁰ Esto puede incluir nuevas facultades para CRE. Tiene impacto en la necesidad de recursos que CRE ejecute eficazmente tales responsabilidades

²⁰¹ Este tema se desarrolla de manera más completa en el informe de la Tarea 2 de este proyecto

²⁰² Por ejemplo, véase EnerNoc (<http://www.enemoc.com/>) que está activo en ambos continentes y Restore (<http://www.restore.eu/>) que está operando en Europa.

auxiliares; y proporcionando incentivos que inviten a los clientes a confiar en que los servicios distribuidos satisfacen sus necesidades de electricidad o venta de energía a la CFE. En particular, la CRE podrá solicitar a CFE que compense tales actividades de respuesta a la demanda en precios de mercado altos durante condiciones del mercado estrecho o emergencias de sistema.

5.3.7.6 RECOMENDACIÓN COEMDR -6: CRE DEBE CONSIDERAR LA PROMOCIÓN DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA Y LAS ACTIVIDADES DE RESPUESTA A LA DEMANDA PARA QUE LOS CLIENTES SENSIBLES A PRECIOS PARTICIPEN EN LOS MERCADOS DE ENERGÍA Y SERVICIOS AUXILIARES.

Como debe esperarse, el crecimiento de los proyectos renovables pequeños y las actividades de respuesta a la demanda requerirán un equilibrio entre el acceso del cliente a los datos, el acceso del vendedor autorizado a esos datos y la protección de esos datos. Hacer que el acceso a los datos sea muy difícil servirá para mantenerlos de las manos de terceros, incluso de aquellos autorizados por los consumidores para usar los datos en su nombre.

5.3.7.6.1 RECOMENDACIÓN COEMDR -7: CRE DEBE PLANEAR Y EJECUTAR PROGRAMAS DE EDUCACIÓN PARA CLIENTES QUE INTRODUCAN LOS BENEFICIOS DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA Y LAS ACTIVIDADES DE RESPUESTA A LA DEMANDA.

La efectividad de las recomendaciones anteriores depende de su éxito para atraer más clientes que pongan su confianza en los servicios de gestión energética o se dediquen activamente a las actividades de respuesta a la demanda. Por lo tanto, es importante que la CRE realice programas de educación de clientes para informarles a los clientes los beneficios de tales actividades y las formas en las cuales pueden aprovecharlas.

CRE debe obtener retroalimentación de los clientes y de otros actores para establecer el programa de educación de clientes con hitos específicos y medidas de desempeño para evaluar su progreso.

5.4 RESUMEN DE RECOMENDACIONES PARA ATRAER INVERSIONES

Esta sección contiene el resumen de recomendaciones presentado en este informe. Los números de la tabla siguiente corresponden a los números de recomendación a lo largo del informe.

Tabla 5-13: Estrategias Regulatorias con Respecto a Sectores del Mercado

ESTRATEGIAS REGULATORIAS CON RESPECTO A SECTORES DEL MERCADO	
NO.	RECOMENDACIÓN
MKSEG – 1	CRE debe refinar los sectores de mercado individuales bajo su jurisdicción.
MKSEG – 2	CRE debe desarrollar un plan de implementación con cronología y niveles objetivo de participación para que cada sector del mercado logre sus metas nacionales de energía renovable.

Tabla 5-14: Estrategias Regulatorias para Fomentar el Desarrollo y la Integración de Proyectos de Generación Renovable Distribuida a Pequeña Escala

ESTRATEGIAS REGULATORIAS PARA FOMENTAR EL DESARROLLO Y LA INTEGRACIÓN DE PROYECTOS DE GENERACIÓN RENOVABLE DISTRIBUIDA A PEQUEÑA ESCALA	
NO.	RECOMENDACIÓN
SSDRG - 1	CRE debe desarrollar y articular su visión de participación de terceros en el desarrollo de proyectos de energía renovable distribuida a pequeña escala tal como la hidroeléctrica, eólica, solar, biomasa, etc. con características diversas.
SSDRG – 2	CRE debe remover posible regulación que podría impedir de manera potencial el desarrollo de recursos renovables debajo de 30 MW.
SSDRG – 3	CRE debe desarrollar regulación y establecer normas que requieran más fiabilidad en recursos suplementarios de terceros tales como instalaciones de almacenamiento de energía y recursos de generación de gas natural de respaldo.
SSDRG – 4	CRE debe desarrollar reglas y mecanismos normativos que reconozcan las diferencias tecnológicas y las limitaciones operativas de diversas tecnologías.
SSDRG – 5	CRE debe solicitar a la CFE que desarrolle un plan que integre totalmente las centrales de generación distribuida existentes a la red eléctrica nacional.
SSDRG – 6	CRE debe hacer recomendaciones legislativas y concebir reglas que permitan la propiedad y fomentar la inversión en recursos renovables distribuidos pequeños de terceros a través de política informada de impuestos e inversión.
SSDRG - 7	Solicitar a CFE que desarrolle un proceso de estudio de Interconexión Fast Track estandarizado con cronología establecida y clara responsabilidad por el costo de las mejoras en la red.
SSDRG – 8	Solicitar a CFE que desarrolle Contratos de Interconexión Estandarizados que exenten a los pequeños

ESTRATEGIAS REGULATORIAS PARA FOMENTAR EL DESARROLLO Y LA INTEGRACIÓN DE PROYECTOS DE GENERACIÓN RENOVABLE DISTRIBUIDA A PEQUEÑA ESCALA	
NO.	RECOMENDACIÓN
	recursos renovables distribuidos de ciertas obligaciones de planeación y operación.
SSDRG – 9	Solicitar a CFE que abra su proceso de planeación de transmisión y distribución, estudios y conclusiones con clara indicación de las áreas geográficas que pueden adaptar las interconexiones de bajo costo.
SSDRG – 10	Solicitar a CFE que proporcione una página web de información al público, que difunda toda la información necesaria con relación al sistema de transmisión y distribución, centrales eléctricas existentes y la futura expansión y retiro de recursos.
SSDRG - 11	Desarrollo de un Contrato para Compra de Energía Estandarizado para pequeños recursos renovables distribuidos.

Tabla 5-15: Políticas para Fomentar el Desarrollo y la Integración de Proyectos a Escala de Usuario Final

ESTRATEGIAS REGULATORIAS PARA FOMENTAR EL DESARROLLO Y LA INTEGRACIÓN DE PROYECTOS A ESCALA DE USUARIO FINAL	
NO.	REOMENDACIÓN
EUSP - 1	CRE debe considerar las opciones de fijación de precios y mecanismos para que los clientes de uso final atraigan recursos renovables distribuidos a pequeña escala (pago de capacidad frente a pago de energía)
EUSP – 2	CRE debe desarrollar la regulación que fomente los recursos renovables distribuidos pequeños en zonas pobladas (Generación Distribuida, Almacenamiento de Energía, Aparatos Electrodomésticos y Vehículos Eléctricos)
EUSP – 3	Las reglas deben garantizar que el historial de información del cliente es de fácil acceso para los terceros y los vendedores de gestión de energía, si el cliente otorga el permiso.
EUSP – 4	CRE debe planear y ejecutar programas de educación para clientes introduciendo los beneficios de los pequeños recursos renovables distribuidos.
EUSP – 5	CRE debe adoptar reglas que fomenten el desarrollo de pequeños proyectos distribuidos renovables que se adapten mejor a las necesidades de electricidad de los usuarios finales de residencias y comercios pequeños.
EUSP – 6	CRE debe concebir reglas que permitan la propiedad y fomenten la inversión en pequeños proyectos distribuidos de renovables de terceros a través de la política informada de impuestos e inversión.

Tabla 5-16: Estrategias Regulatorias para Fomentar el Desarrollo y la Integración de Proyectos a Pequeña Escala de Empresas Surtidoras Privadas.

ESTRATEGIAS REGULATORIAS PARA FOMENTAR EL DESARROLLO Y LA INTEGRACIÓN DE PROYECTOS A PEQUEÑA ESCALA DE EMPRESAS PRIVADAS	
NO.	RECOMENDACIÓN
NUSP - 1	CRE debe desarrollar reglas que fomenten el desarrollo de proyectos a pequeña escala de Energía distribuida renovable de Empresas Privadas que se adapten mejor a las necesidades de electricidad de los Grandes Clientes Comerciales e Industriales.
NUSP – 2	CRE debe concebir reglas que permitan la propiedad y fomenten la inversión en proyectos de Energía renovable distribuida a Pequeña Escala de terceros de Empresas Privadas a través de la política informada de impuestos e inversión.
NUSP – 3	CRE debe desarrollar la regulación que fomente los pequeños recursos renovables distribuidos en zonas pobladas (Generación Distribuida y Almacenamiento de Energía)
NUSP – 4	CRE debe solicitar a CFE que facilite el desarrollo de proyectos a escala de empresas privadas.

Tabla 5-17: Estrategias Regulatorias para Fomentar el Desarrollo y la Integración de Proyectos a Escala de Empresas de Servicios Públicos

ESTRATEGIAS REGULATORIAS PARA FOMENTAR EL DESARROLLO Y LA INTEGRACIÓN DE PROYECTOS A ESCALA DE EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS	
NO.	RECOMENDACIÓN
USP - 1	CRE debe desarrollar reglas que fomenten el desarrollo de proyectos de energía distribuida renovable a escala de Empresas de Servicios Públicos que mejor se adapten a las necesidades de electricidad de las operaciones mayoristas.
USP – 2	CRE debe concebir reglas que permitan la propiedad y fomenten la inversión en proyectos renovables distribuidos a escala de Servicios Públicos Terceros a través de la política informada de impuestos e inversión.
USP – 3	CRE debe desarrollar la regulación que fomente los pequeños recursos renovables distribuidos en zonas pobladas (Generación Distribuida y Almacenamiento de Energía)

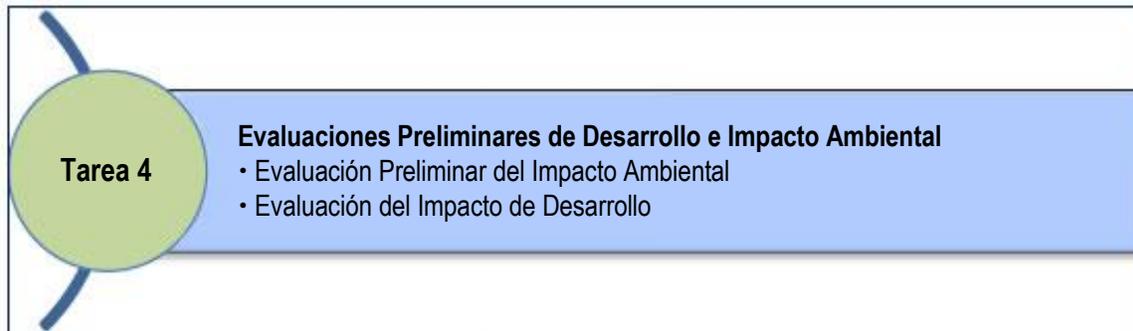
Tabla 5-18: Estrategias Regulatorias para Fomentar el Desarrollo de la Gestión de Energía y las Actividades de Respuesta a Demanda por Terceros

ESTRATEGIAS REGULATORIAS PARA FOMENTAR EL DESARROLLO DE LA GESTIÓN DE ENERGÍA Y LAS ACTIVIDADES DE RESPUESTA A DEMANDA POR TERCEROS	
NO.	RECOMENDACIÓN
TPEMDR - 1	CRE debe desarrollar y articular su visión de la participación de terceros en el desarrollo de gestión de energía y las actividades de respuesta a la demanda.
TPEMDR - 2	CRE debe hacer recomendaciones legislativas y establecer normas que permitan la propiedad y fomenten la inversión en el equipo por parte de terceros facilitando las actividades de gestión de energía y respuesta a la demanda a través de política informada de impuestos e inversión.
TPEMDR - 3	CRE debe establecer incentivos reglamentarios que permitan y fomenten la gestión de energía y los programas de respuesta a la demanda ofrecidos por empresas privadas.

Tabla 5-19: Estrategias Regulatorias para Fomentar el Desarrollo de la Gestión de Energía y las Actividades de Respuesta a la Demanda por Consumidores

ESTRATEGIAS REGULATORIAS PARA FOMENTAR EL DESARROLLO DE LA GESTIÓN DE ENERGÍA Y LAS ACTIVIDADES DE RESPUESTA A LA DEMANDA POR CONSUMIDORES	
NO.	RECOMENDACIÓN
COEMDR - 1	CRE, en colaboración con otras autoridades, debe desarrollar reglas que requieran la introducción de “tarifas inteligentes” para clientes.
COEMDR - 2	Conjuntamente con CRE y otros actores, CFE debe desarrollar y publicar un plan de transición detallado para que los clientes con medidores inteligentes pasen a las tarifas que emplean fijación dinámica de precios.
COEMDR - 3	CRE debe considerar promover las opciones de respuesta a la demanda para clientes sensibles a los precios y permitirles que participen en los mercados de servicios de energía y auxiliares.
COEMDR - 4	El desarrollo de un Contrato de Compra de Energía estándar y opciones claras de fijación de precios para las actividades de respuesta a la demanda.
COEMDR - 5	CRE debe considerar la promoción de la gestión de energía y las actividades de respuesta a la demanda para que los clientes sensibles a los precios participen en los sectores de servicios de energía y auxiliares.
COEMDR - 6	Garantía de que la información de consumo de clientes será de fácil acceso para los terceros y los vendedores de gestión de energía si el cliente otorga el permiso.
COEMDR - 7	CRE debe planear y ejecutar programas de educación de clientes para introducir las ventajas de la gestión de energía y las actividades de respuesta a la demanda.

6 TAREA 4 – EVALUACIONES PRELIMINARES DE DESARROLLO E IMPACTO AMBIENTAL



Los objetivos principales de la Tarea 4 están compuestos por dos partes:

- 1) La evaluación preliminar del impacto ambiental del Proyecto y el cumplimiento con las normas ambientales; y
- 2) La evaluación de los beneficios del desarrollo asociados con el Proyecto.

Las tareas secundarias identificadas en los Términos de Referencia (TOR) son las siguientes:

- Tarea secundaria 4.1 Evaluación preliminar del impacto ambiental

El objetivo de esta tarea secundaria es realizar una revisión preliminar del impacto del Proyecto en el medio ambiente y el cumplimiento con las leyes ambientales con referencia a los requerimientos locales y aquellos de los bancos multilaterales de desarrollo (como por ejemplo del Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo). Esta revisión deberá identificar los posibles impactos positivos y negativos, comentar la extensión en la cual se pueden evitar o mitigar los impactos negativos y desarrollar los planes para una evaluación completa del impacto ambiental en anticipación a que el Proyecto pase a la etapa de implementación. Esta revisión deberá evaluar la capacidad del proyecto en la obtención de los créditos de carbono para reducción de emisiones que respalden el financiamiento de la implementación.

- Tarea secundaria 4.2 Evaluación del impacto ambiental

El objetivo de esta tarea es evaluar los beneficios del desarrollo asociados con el Proyecto. La evaluación deberá incluir ejemplos de los beneficios del desarrollo que se esperarían conseguir en el País Anfitrión si el Proyecto se implementase de acuerdo con lo delineado en la asistencia técnica. El Contratista solamente deberá listar los beneficios en las categorías que aplican al Proyecto. Las categorías que se van a considerar son:

- Infraestructura - El desarrollo, la industrialización y mejora de la calidad de vida con la implementación de este proyecto
- Reformas orientadas al mercado – Cualquier cambio en los reglamentos, leyes o institucional recomendado
- Formación de Recursos Humanos – La descripción de los puestos que se necesitarían para operar el proyecto propuesto
- Aumento de la productividad y transferencia tecnológica – Cualquier tecnología avanzada que se utilizaría

- Otra – Cuando aplique, cualquier otro impacto de desarrollo

Con estos antecedentes, desarrollamos la siguiente información en esta Tarea 4:

1. Una descripción, de los posibles impactos que podrían surgir del desarrollo de energía eólica y solar y una lista de las alternativas para mitigar los impactos negativos que puedan aplicarse
2. La capacidad del Proyecto para conseguir los créditos de carbono que reducen emisiones para respaldar el financiamiento de implementación.
3. Una descripción del impacto de desarrollo que puede originarse al momento de implementar la Red Eléctrica Inteligente a lo largo y ancho de México.
4. Una lista de Recomendaciones

Este capítulo incluye:

- Breve debate sobre la Red Eléctrica Inteligente (REI) y Energía Renovable desde una perspectiva ambiental.
- Evaluación Preliminar Ambiental. Incluye una revisión del Panorama Ambiental de México, las leyes medioambientales relacionadas, así como también los impactos y las estrategias de mitigación por energía solar y eólica. También se abordan los impactos medioambientales de los Vehículos Eléctricos Recargables, y la Radiofrecuencia. Se aborda también los Créditos de Carbono para reducción de emisiones así como los beneficios de para la sociedad en general.
- En esta sección se comentan los impactos del desarrollo preliminar. Se debate sobre temas tales como infraestructura, reforma orientada al mercado, cimentación de la formación de los recursos humanos y transferencia de tecnología.
- Se proveen algunas recomendaciones basadas en las evaluaciones preliminares del medio ambiente y el desarrollo.

6.1 RED ELÉCTRICA INTELIGENTE Y ENERGÍA RENOVABLE

La Energía Renovable se puede definir como la energía que proviene de recursos que se reponen dentro de la vida de las personas y no causan daños al medio ambiente a largo plazo.

La Agencia Internacional de Energía (AIE) define y clasifica la madurez del desarrollo de tecnología renovable de la forma siguiente²⁰³:

- Tecnologías de primera generación - éstas datan a más de 100 años atrás
 - Energía hidroeléctrica
 - Combustión de biomasa
 - Energía geotérmica y Calor.
- Tecnologías de segunda generación - Actualmente en uso y expandiéndose con mejoras continuas
 - Energía eólica
 - Solar fotovoltaica
 - Formas modernas de bioenergía
- Tecnologías de tercera generación - En desarrollo

²⁰³ Energía Renovable de IEA (2007) en el Suministro de Energía Global: una Ficha Técnica de IEA-
<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,3636,en.html>

- Energía solar concentrada
- Sistemas geotérmicos mejorados
- Sistemas de bioenergía integrados

El uso de la Energía Renovable (tal como eólica, solar, biomasa, hidroeléctrica, etc.) para generar electricidad ha sido aplicado por muchos países alrededor del mundo a través de los años. De hecho, la primera central eólica con capacidad de 0.6 MW compuesta de 20 unidades de 30 kW cada una, se desarrolló en New Hampshire, EE.UU. a finales de la década de 1980.²⁰⁴

Impacto de la Red Eléctrica Inteligente en la Penetración de RE

En pequeñas escalas la Energía Renovable no tiene impacto considerable sobre la red eléctrica; sin embargo, conforme la Energía Renovable cuente con una participación importante en la generación de electricidad, según lo prevé el sector eléctrico mexicano, los desafíos para los operadores de sistemas eléctricos de mantener la confiabilidad de los sistemas podrían volverse sustanciales.

La AIE ha identificado que las siguientes características tienen impacto directo en la integración de la Energía Renovable en los sistemas eléctricos:

- Variabilidad – la generación de energía eólica y solar fluctúa con base en la velocidad del viento y la radiación solar
- Ubicaciones de los recursos –las mejores ubicaciones podrían estar lejos de los centros de carga
- Modularidad – con capacidades mucho menores que las centrales eléctricas convencionales
- Incertidumbre – los pronósticos de la velocidad del viento y la radiación solar son variables salvo por periodos de tiempo muy breves
- Bajos costos de operación – lo que estimula a la inversión por parte de las empresas privadas de suministro
- Generación no-síncrona – la mayoría de las fuentes de viento y solar no operan en la frecuencia del sistema

Tradicionalmente, los Operadores de Sistemas Eléctricos han podido equilibrar la demanda con la generación enviando órdenes a algunas centrales que aumenten la generación o solicitando reducciones de carga de grandes consumidores, según sea necesario. Las grandes centrales eléctricas por lo general han podido responder a estas solicitudes de manera oportuna con base en su acuerdo de prestar el servicio solicitado (por ejemplo, el apoyo para regulación, la carga base, etc.). Sin embargo, sin las tecnologías de la REI, los recursos de Energía Renovable según las características antes mencionadas no suministran a los Operadores del Sistema la seguridad y confianza de operar el sistema eléctrico de manera confiable y eficaz.

Las tecnologías de la REI de hoy y las previstas para el futuro cercano permiten la mitigación de algunos desafíos asociados con la integración de la energía renovable. Los sensores modernos, los sistemas de control avanzados, las comunicaciones más confiables son tan solo unas cuantas de las tecnologías que brindan a los operadores las herramientas necesarias para tener una mayor capacidad de percepción del estado del sistema eléctrico, puedan monitorear y tomar acciones en tiempo real. Los operadores del sistema podrán ajustar el balance de carga y generación conforme cambien las condiciones – por ejemplo, una capa de nubes podrá afectar la generación distribuida de miles pequeños de paneles solares fotovoltaicos que conjuntamente exceden

²⁰⁴ Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_farm#cite_note-5

cientos de MW en una región pequeña (por ejemplo, San Diego Gas and Electric tiene más de 120 MW de paneles solares ubicados en los techos de las casas en su sistema).

En el Reporte de la Tarea 1, en su análisis FODA, ESTA ha comentado algunos de los desafíos asociados con la integración a gran escala de ER al Sistema Eléctrico Nacional.

El desarrollo de políticas sobre tecnologías limpias de generación por parte de un país, trae consigo beneficios adicionales. La adaptación e implementación de una REI por parte de México es muy útil para lograr otras metas específicas como por ejemplo:

- Mejor uso de las energías renovables y tecnologías eficientes
- Fomento de inversión y participación privada en energía renovable
- Mayor penetración de generación de renovables
- Aumento de eficiencia y confiabilidad a través del uso de Energía Renovable estratégicamente ubicada
- Mejora en la calidad del servicio público
- Reducción del costo de electricidad para los usuarios finales
- Creación de programas y proyectos de gestión de demanda
- Creación de nuevos esquemas de mercado en los cuales las empresas privadas suministran los servicios de la REI
- Contribución para la descarbonización de la economía mexicana
- Obtención de los beneficios inherentes a la posible aportación de la REI a la meta nacional de combatir el cambio climático reduciendo el impacto ecológico que ocasiona sistema de energía eléctrica

Beneficios a la Sociedad de la Red Eléctrica Inteligente

A menudo, los beneficios que la REI tiene en la sociedad, han representado un papel fundamental en la justificación del costo de inversión. Los beneficios sociales no sólo incluyen mejoría en la calidad de vida de los consumidores a través de mayor confiabilidad y acceso sostenido al servicio de energía eléctrica, sino también tiene impacto en el medio ambiente.

Un objetivo general de los sistemas de REI es reducir el impacto en el ambiente, y disminuir la dependencia en los recursos naturales no renovables. La generación de energía con recursos renovables tiene el beneficio de reducir impactos ambientales, reducir las emisiones de GHG, reducir la dependencia a los combustibles fósiles locales o importados e incrementar la seguridad energética a través de la diversificación de fuentes de generación. Como se indica anteriormente, las tecnologías de REI pueden reducir considerablemente las barreras que existen sobre la integración de los recursos renovables y de todas las redes eléctricas para soportar un mayor porcentaje de recursos renovables variables.

La AIE calcula que a nivel mundial, el despliegue de renovables en su “Escenario de Nuevas Políticas puede ahorrar unas 4.1 gigatoneladas de emisiones de CO₂ en 2035 en comparación con lo emitido en el año 2010”²⁰⁵.

La Estrategia Nacional sobre el Cambio Climático promueve que la generación de energía con fuentes no contaminantes sustituya los combustibles fósiles utilizando tecnología más eficiente que reducirán los impactos ambientales y sociales. Los objetivos de reducción para 2020 muestran una disminución del 30% de las emisiones de 288 MtCO₂ e y en 2050 las emisiones totales tendrán un nivel máximo de 320 MtCO₂ e.

²⁰⁵ Fuente: WEO-2013 Capítulo 6 – Pronóstico de Energía Renovable encontrado en <http://www.worldenergyoutlook.org/publications/weo-2013/>

En otros casos, el uso de tecnologías para REI tales como las utilizadas para funciones de medición remota (tomar lectura, conectar, desconectar), las operaciones remotas en seccionadores, gestión de activos, etc., aumenta la confiabilidad del sistema y la eficiencia en la prestación del servicio público y además brinda beneficios a la sociedad. Éstos incluyen reducir la necesidad del uso de vehículos por parte de la compañía eléctrica reduciendo las emisiones de CO₂, la posibilidad de accidentes viales y los congestionamientos de tránsito. Con esta reducción del uso de vehículos y sus recorridos correspondientes se disminuye el impacto por la eliminación de neumáticos usados y los vehículos chatarra.

Por su parte, un beneficio social de la Energía Renovables es que puede brindar acceso a la electricidad a las personas ubicadas en sitios remotos que actualmente no tienen acceso a ningún servicio eléctrico.

6.2 EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL IMPACTO AMBIENTAL

6.2.1 PERSPECTIVA AMBIENTAL DE MÉXICO

México se localiza en Norteamérica limitando con el Mar Caribe y el Golfo de México entre Belice y los Estados Unidos y colindante al Océano Pacífico Norte entre Guatemala y los Estados Unidos. El terreno varía de altas montañas accidentadas, planicies costeras bajas, altiplanos elevados y desierto; como se muestra en la Figura 6-1. Su temperatura fluctúa entre tropical al desértico. México tiene un área total de 1, 964,375 Km² de los cuales 1, 943,945 km² es tierra y 20,430 km² es agua.

México es considerado uno de los doce países con la mayor diversidad biológica del mundo. El crecimiento demográfico ha sometido a una presión creciente a los ecosistemas naturales. La Rainforest Alliance o Alianza para Bosques ha declarado que México tiene uno de los índices de deforestación más altos en el mundo – 815,000 acres ó 330,000 hectáreas desaparecen todos los días.²⁰⁶

México ha experimentado altos índices de erosión del suelo y desertificación debido a las prácticas agrícolas insostenible. Las prácticas de pesca han causado sobreexplotación y han reducido las poblaciones de muchas especies marinas de valor comercial. La administración del agua es un problema ambiental. El gobierno está enfrentando esta situación fijándose metas a través de sus programas que apoyan la gestión de recursos sostenibles.

El Banco Mundial ha declarado que uno de los principales desafíos de México es que el desarrollo urbano se vuelva más ecológicamente favorable, eficiente y flexible a los cambios climáticos, así como también la participación de todos los actores involucrados. Ellos también han observado que debido a que México es el segundo productor de electricidad más grande de Latinoamérica, detrás de Brasil, el sector energético es un factor crucial para reducir el impacto del crecimiento de emisiones en México.

Por el lado positivo, México ha ganado un record mundial Guinness debido al número de focos de luz ahorradores de energía que el gobierno ha logrado entregar a los ciudadanos a cambio de los focos incandescentes convencionales. También ha establecido normas para el consumo eficiente de energía en electrodomésticos.

Los niveles de contaminación de la calidad del aire han declinado considerablemente de manera general en las áreas urbanas durante los últimos diez a doce años, incluyendo la Ciudad de México. No obstante, sigue siendo un desafío las emisiones relativamente altas de la industria, la producción de energía y el transporte.

²⁰⁶ Ficha Informativa de Rainforest Alliance - Silvicultura Comunitaria en México

México por lo general es considerado un líder en combate al cambio climático y de adaptación en la región. Si continúa con su esfuerzo, debe poder lograr la meta que se ha fijado en su Ley de Protección al Medio Ambiente de reducir a la mitad sus emisiones GHG para 2050.



Figura 6-1: Mapa Ecológico de México

6.2.1.1 LEY AMBIENTAL

La ley que regula el medio ambiente en México es Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (en lo sucesivo Ley Ambiental). Se divide en títulos que regulan los campos ambientales dentro del país.

Tabla 6-1: Ordenamientos Ambientales Aplicables

Situación Ambiental	Breve Resumen
Aspectos Ambientales Generales	El marco legal ecológico vigente se establece en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
Residuos	El marco legal vigente sobre residuos se establece en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
Residuos Peligrosos	El marco legal vigente que regula el manejo de residuos se establece en el Ordenamiento Ecológico y el Reglamento para el Ordenamiento Ecológico sobre Residuos Peligrosos. El Reglamento de Residuos) y sus Normas
Ruido	El marco legal vigente que regula el ruido se establece en el Ordenamiento Ecológico, Sección 24.2 Ruido y Vibración
Calidad del Aire	El marco legal vigente que regula la contaminación del aire se establece en dos ordenamientos – el Ordenamiento Ecológico y las Normas para el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente para la prevención y control de la contaminación generada por los vehículos automotores que circulan por el Distrito Federal y los municipios de su zona conurbada (el Reglamento de Protección de la Calidad del Aire)
Agua y Aguas Residuales	El marco legal vigente que regula el control de contaminación del agua se establece en dos ordenamientos - la Ley Ecológica y la Ley de Aguas Nacionales
Evaluación del Impacto Ambiental	El marco legal vigente que regula las declaraciones del Impacto Ambiental se establecen en el Artículo 28 de la Ley Ecológica y su Reglamento del Impacto Ambiental de la Ley de Equilibrio ecológico y la Protección del Ambiente – EIA

Los temas ambientales se comentan continuación.

Ley contra el Ruido – La SSA (Secretaría de Salud) es responsable por establecer zonas con restricción de ruido, por su propia iniciativa o a solicitud de un tercero. Estas zonas de restricción pueden ser temporales o permanentes y su función es establecer normas contra el ruido más estrictas en áreas cercanas a hospitales o áreas residenciales.

Ley sobre Residuos Sólidos – el Artículo 3, párrafo XXXI de la Ley de Ecología declara que el residuo (desechos) es cualquier material generado a través de un proceso de extracción, explotación, transformación, producción, consumo, uso, control o tratamiento, cuya calidad evita que éste vuelva a ser utilizado en el mismo proceso que lo generó. Todos los residuos no peligrosos, independientemente de su forma física, caen bajo la jurisdicción del Estados, los municipios y el distrito Federal.

La jurisdicción sobre la gestión de residuos se divide entre las autoridades Federales, Estatales y Municipales. A nivel federal, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales tiene jurisdicción exclusiva sobre toda la gestión de residuos peligrosos. Los Estados y los municipios son responsables de la regulación, gestión, autorización y aplicación de la regulación de residuos sólidos y no peligrosos.

Un componente de la Ley sobre Residuos Sólidos aborda los desechos electrónicos (E-Waste)

Ley para Residuos Electrónicos - México genera un gran volumen de chatarra electrónica per cápita y existe una creciente preocupación respecto a su manejo, en particular desde que se creó un inventario nacional de generación de basura tecnológica en 2006. (Gavilan-Garcia, Roman-Moguel, Almada-Calvo & Aburto-Mejia, 2009). Los sistemas de recolección de desechos han sido un requisito de ley desde el 2006, aunque existe una ausencia de infraestructura. La gran mayoría de los municipios Mexicanos no cuentan con la infraestructura o los medios económicos o de recursos humanos para enfrentar el problema de los residuos sólidos municipales (RSM) en la actualidad.

La Ley General de Prevención y Gestión Integral de los residuos (LGPGIR) define desechos electrónicos aunque no se consideran peligrosos. La Ley General de Residuos requiere que la industria presente un “sistema de plan de gestión ambiental” para cierta “basura tecnológica”, incluyendo los aparatos electrónicos.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) ha citado a México como un país con gran potencial para introducir tecnologías de punta para el reciclaje de desechos²⁰⁷ debido a su pequeño sector informal para basura electrónica.²⁰⁸ En 2006, en colaboración con el Estado de California, una de las pocas instalaciones con reciclado electrónico de última tecnología en Latinoamérica fue instalada en Monterrey, la primera operación de reciclado electrónico mayor en México (Business Wire, 2006). México ha ratificado la Convención de Basilea, un convenio internacional para reducir el movimiento de residuos peligrosos entre países.

Ley de Residuos Peligrosos – Las disposiciones para el control de residuos peligrosos están establecidas bajo la Ley de Ecología y se desarrollan más a fondo en el Reglamento de Residuos Peligrosos. El Artículo 150 a 153 de esa Ley regula seis áreas diferentes de problemas de residuos peligrosos: la clasificación y determinación de los residuos peligrosos; la responsabilidad de su gestión y la eliminación definitiva; la prevención y reducción de la generación de residuos peligrosos; la jurisdicción; regímenes permisivos; y la exportación e importación. Los residuos peligrosos caen exclusivamente bajo la jurisdicción federal. La dependencia administrativa federal responsable por el control y la regulación de las leyes de residuos peligrosos es la SEMARNAT.

Conforme al Artículo 3 de la Ley de Ecología residuo peligroso se define como todo desecho, en cualquier estado físico, que, debido a sus propiedades corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, biológicas infecciosas o irritantes, representan un peligro para el equilibrio ecológico del medio ambiente.

Ley de Protección a la Calidad Atmosférica – El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente para la prevención y control de la contaminación generada por los vehículos automotores que circulan por el Distrito Federal y los municipios de su zona conurbada es conocido como el Reglamento de Protección Atmosférica. Este reglamento explica en gran detalle los objetivos generales para combatir la contaminación, así como también las consideraciones políticas.

Cuatro dependencias federales han recibido jurisdicción sobre los temas atmosféricos:

- SEMARNAT – Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
- SCT - Secretaría de Comunicaciones y Transportes

²⁰⁷ La cadena de reciclaje con tecnología de punta para residuos electrónicos consta de tres pasos principales a continuación; 1) recolección, 2) clasificación / desmantelamiento y procesamiento preliminar (incluyendo clasificación, desmantelamiento y tratamiento mecánico) y 3) procesamiento final (incluyendo refinación y eliminación).

²⁰⁸ UNEP – Reciclado – de Basura Electrónica a Recursos. Informe Final, julio 2009

- SSA – Secretaría de Salud
- SE – Secretaría de Economía

La SEMARNAT es responsable de establecer las normas de calidad atmosférica a nivel federal. Aunque los estados podrán implementar normas más estrictas a nivel local, las normas federales establecen una base que las normas estatales deben observar.

SSA es responsable de emitir las normas oficiales mexicanas (NOMs) respecto a los criterios de evaluación de la calidad del aire, respecto a monóxido de carbono, dióxido de sulfuro, dióxido de nitrógeno, plomo, partículas totales suspendidas, etcétera.

El Reglamento Atmosférico aplica exclusivamente a aquellas fuentes fijas que se encuentran bajo jurisdicción federal. De acuerdo con el Artículo 111 bis de la Ley de Ecología, la industria generadora de energía eléctrica es considerada una fuente fija.

Ley del Agua y Aguas Residuales - El Artículo 27 de la Constitución Política de México confiere derechos inalienables de propiedad sobre todas las aguas nacionales a la Nación y suministra el fundamento para el fundamento para las leyes de protección y gestión de las aguas. Con el fin de que se exploten los recursos hidráulicos, el gobierno federal, a través de la Comisión Nacional del Agua, podrá otorgar concesiones para el uso del agua a partes privadas. La administración del agua, con base en las leyes aplicables, es compartida tanto por el gobierno federal como los gobiernos estatales. La Ley Nacional del Agua ha creado un organismo federal independiente, la Comisión Nacional del Agua que tiene jurisdicción sobre los temas hidráulicos.

Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) – La Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental bajo la SEMARNAT es responsable de aplicar la EIA.

Siempre que se tiene la intención de llevar a cabo obras o actividades que puedan causar desequilibrios ecológicos o exceder los límites y condiciones establecidos bajo las leyes ambientales aplicables y las Normas Oficiales Mexicanas, tales obras y actividades se sujetarán a las condiciones establecidas por SEMARNAT a través del proceso de la Evaluación del Impacto Ambiental.

6.2.1.2 MÉXICO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

En 2012 México aprobó la Ley para el Cambio Climático en la cual el país se fija un objetivo para reducir GHG a 30 % para 2030 y 50 % para el 2050, con relación a las emisiones de referencia del año 2000. México, como parte no incluida en el Anexo 1 del Protocolo de Kioto, tiene el compromiso de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero aunque no se trata de un compromiso obligatorio. México se encuentra entre los 15 principales países del mundo en emitir GHG, y está entre los 20 principales con el mayor porcentaje de emisiones per cápita. Sin embargo, su contribución global es menor a 2 % del total del mundo. Además de haber firmado la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) y su Protocolo de Kioto, México es el único país en desarrollo en presentar una tercera, cuarta y quinta Comunicación Nacional al UNFCCC con un inventario detallado actualizado de sus emisiones de gases de efecto invernadero.

México es el único país en desarrollo en presentar una tercera, cuarta y quinta Comunicación Nacional al UNFCCC con inventario detallado actualizado de sus emisiones de gas de efecto invernadero.

La Estrategia Nacional sobre Cambio Climático promueve la generación de energía que sustituye a los combustibles fósiles a través de fuentes limpias y más eficientes que reducirán los impactos ambientales y sociales. La meta M1.3 de la Estrategia para Cambio Climático establece la necesidad de

aumentar la inclusión de renovables y reducción de pérdidas utilizando la REI y la generación distribuida en el sistema eléctrico nacional.

Se ha anticipado declarar que la implementación de una REI permitirá a las autoridades establecer una base de datos pertinente y adecuada para brindar información útil a los actores y partes competentes para lograr estas metas. La implementación de la REI mexicana podrá ayudar a analizar y convertir esta información en datos útiles para los procesos de toma de decisión y la planeación estratégica.

El Plan de Desarrollo Nacional de México requiere que las autoridades mexicanas “fortalezcan las políticas nacionales de cambio climático y cuidado ambiental para la transición a una economía competitiva, sostenible, flexible y de baja emisión de carbono. La Ley sobre Renovables (LAERFTE, por su acrónimo en Español)²⁰⁹ en su Artículo Segundo Transitorio fija un porcentaje máximo en el uso de combustibles fósiles para la generación de energía – para 2024 un máximo de 65 %, para 2035 un máximo de 60 % y para 2050 un máximo de 50 %.

²⁰⁹ Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética

6.2.2 IMPACTOS AMBIENTALES DE LA ENERGÍA SOLAR Y OPCIONES DE MITIGACIÓN

México cuenta con diversos recursos naturales. Tiene potencial de Energía Renovable en energía eólica, geotérmica, hidro y minihidro, biomasa y solar. Aunque las tecnologías de Energía Renovable tienen algún impacto en el medio ambiente, los proyectos renovables son considerados ambientalmente preferibles a las fuentes convencionales y, cuando sustituyen los combustibles fósiles, tienen un potencial considerable de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, su beneficio debe también tomar en cuenta el impacto de cada tecnología renovable en el entorno local. Para el objeto de este informe, nos concentramos en el posible impacto del desarrollo solar y eólico.

La energía solar reduce los impactos ambientales de la combustión utilizada en la generación de energía por combustible fósil, tal como los impactos de los gases de efecto invernadero y otras emisiones que contaminan la atmósfera. A diferencia de las instalaciones generadoras de energía con combustible fósil, las instalaciones solares tienen emisiones atmosféricas muy bajas de contaminantes aéreos tales como óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles, y el dióxido de carbono.

Sin embargo, también existen algunos impactos adversos que se asocian con el desarrollo de las instalaciones de energía solar. A continuación se dan los posibles impactos negativos potenciales y se sugieren las opciones de mitigación.

6.2.2.1 IMPACTOS EN EL AGUA POR ENERGÍA SOLAR Y ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

Aunque los sistemas fotovoltaicos solares no requieren de agua para generar electricidad, los sistemas parabólicos a gran escala y de energía solar de torre central utilizan plantas de vapor para producir la energía, basándose con frecuencia en el agua para el enfriamiento. Es posible que estos tipos de sistemas, cuando se localizan en escenarios áridos, pudieran ejercer presión en los recursos hídricos locales. En escenarios áridos, cualquier aumento en la demanda de agua puede presionar los recursos disponibles. Un derrame de químicos en instalaciones solares (por ejemplo supresores de polvo, líquidos dieléctricos, herbicidas) podría resultar en la contaminación de agua superficial o de agua subterránea. El agua es necesaria para diversas actividades en la fase de construcción de un parque solar incluyendo:

- Preparación de concreto para cimientos para las estructuras de soporte para reflectores solares y paneles fotovoltaicos y edificios
- Agua potable para los trabajadores del sitio
- Lavado de Vehículos
- Construcción de Caminos
- Control de Polvo

La calidad tanto del agua subterránea como del agua superficial podría verse afectada por actividades de construcción. Estas actividades incluyen erosión y sedimentación del suelo relacionado con alteraciones del terreno, derrames de combustible y de sustancias químicas, almacenamiento y tratamiento potencial de aguas residuales; y la posible aplicación de pesticidas, herbicidas y químicos supresores en polvo.

Los pozos de agua subterránea mal diseñados podrían crear conductos para agua submarina de mala calidad, así como también que los contaminantes que se muevan entre los acuíferos. Los derrames de químicos y de combustible podrían infiltrarse al agua subterránea y podrían diseminarse a través de caudales hacia cuerpos superficiales de agua superficial. Es muy probable que las aguas residuales estén contenidas en inodoros portátiles, lagunas de aguas negras en sitio o tanques sépticos con sistemas de tratamiento de lixiviados. Los

contenedores de almacenamiento de aguas negras con fugas podrían degradar la calidad del agua subterránea y del agua superficial e introducir patógenos.

Estrategias de Mitigación del Impacto en el Agua

Los objetivos principales de las medidas de atenuación para los recursos de agua son promover el uso sostenible de agua a través de las prácticas apropiadas de selección y conservación y proteger la calidad de los cuerpos de agua naturales (incluyendo arroyos, pantanos, terrenos inundables y acuíferos submarinos) en y alrededor de las instalaciones de energía solar.

Las prácticas de mitigación incluyen:

- Identificar las medidas para prevenir la contaminación potencial de las aguas subterráneas y superficiales como parte de un Plan de Prevención contra Derrames y Respuesta a Emergencias.
- Uso de técnicas de supresión de polvo para reducir los impactos del tráfico vehicular y el viento en los caminos y suelos expuestos
- Limpiar y mantener los colectores de fango, drenajes y alcantarillas de manera regular
- Construir fosas de entrada y salida a las áreas de trabajo para atrapar los sedimentos de los vehículos y evitar que estos entren a los arroyos en los vados.
- Remover las aguas residuales generadas en asociación con instalaciones sanitarias a través de un medio autorizado.

6.2.2.2 IMPACTOS DE LAS CENTRALES DE ENERGÍA SOLAR Y ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

El terreno utilizado para una instalación de energía solar es de la mayor importancia desde una perspectiva ambiental; todos los sectores del medio ambiente dependen de la ubicación del parque solar o eólico. Los impactos relacionados con el terreno común a todos los proyectos de gran escala resultan a partir de los cambios en los usos de terrenos existentes dentro del diseño del proyecto y en terrenos públicos, del estado y privados que rodean o están cerca de las instalaciones de energía solar.

Cuando se colocan en estructura existente, tales como el techo de una casa o de un edificio de oficinas, los sistemas de energía solar requieren cantidades de espacio no tan representativas. Sin embargo, las centrales solares de gran escala requieren cantidades relativamente grandes de terreno para producir la electricidad a escala comercial. Dependiendo de su ubicación, las instalaciones solares pueden originar inquietudes acerca de la degradación del terreno y la pérdida del hábitat. Los requisitos de área total de terreno varían dependiendo de la tecnología, la topografía del sitio y la intensidad del recurso solar. Las estimaciones para los sistemas fotovoltaicos a gran escala varían entre los 3.5 y 10 acres por MW, no obstante las estimaciones para las instalaciones de energía solar concentrada (CSP) se encuentran entre los 4 y 16.5 acres por MW. Esto plantea inquietudes acerca del posible impacto de tales proyectos en los hábitats naturales. Las instalaciones solares podrían interferir con los usos de suelo existentes, por ejemplo usos militares y producción de minerales. Otra preocupación es la conversión de la tierra de usos agrícolas, espacio abierto u otros usos para dar servicios y alojamiento a los empleados y familias que se mudan a la región para apoyar el desarrollo de la energía solar. A diferencia de las instalaciones eólicas, existe menos oportunidad para que los proyectos solares compartan la tierra con los usos agrícolas.

Estrategias de Mitigación para Impactos de suelo

Los impactos en el suelo de los sistemas solares de gran escala pueden reducirse asentándolos en ubicaciones de menor calidad tales como áreas industriales abandonadas, terrenos de minas abandonadas o corredores de transporte y transmisión existentes. Las estrategias de mitigación de impactos al suelo incluyen:

- Minimizar la cantidad de alteración del suelo y desarrollar e implementar políticas estrictas para el control de erosión y polvos. Siempre que sea posible, ubicar el proyecto en escenarios previamente alterados o modificados.
- Considerar las alternativas en caso de que un proyecto pueda tener un efecto en terreno agrícola preferencial.
- Instalar cercas en el sitio para evitar el acceso del público y el acceso de ganado.
- Ubicar y diseñar instalaciones solares que reduzcan el riesgo de incendios en lotes baldíos. Proveer de espacio suficiente para el control de incendios en caso de requerirse.
- Implementar un plan de reclamación.
- Compensar a los granjeros o rancheros por pérdidas de cultivos o forraje.
- Compensar a los dueños de propiedades para la reubicación de sus hogares en el caso de ser necesario
- Desarrollar e implementar medidas para contrarrestar el incendio de lotes baldíos, incluyendo la capacitación de los trabajadores y las medidas de inspección y monitoreo para responder a los riesgos de incendio durante todas las fases del proyecto.
- Proveer acceso a través o alrededor de la instalación de energía solar para brindar acceso al público adecuado.

6.2.2.3 IMPACTOS DE LOS MATERIALES PELIGROSOS DE ENERGÍA SOLAR Y ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

Los materiales peligrosos y residuos se relacionan con los tipos y la cantidad del equipo y la maquinaria utilizados para el proyecto, los desperdicios que estos producen, y los residuos de los embarques de material y de construcción.

El proceso de fabricación de Paneles Fotovoltaicos incluye numerosos materiales peligrosos, la mayoría de los cuales se utiliza para limpiar y purificar la superficie de los semiconductores. Estos químicos, similares a aquellos utilizados en la industria general de semiconductores, incluyen ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico y fluoruro de hidrógeno. Los paneles fotovoltaicos mismos contienen materiales tóxicos.

Durante la fase de construcción, existen riesgos que van en aumento de incendios y contaminación de los medios ambientales debidos a almacenamiento y manejo incorrecto que provocan derrames o fugas.

Los desechos relacionados con la construcción incluyen diversos líquidos de los vehículos de construcción de mantenimiento del sitio y equipo (aceites lubricantes usados, líquidos hidráulicos, refrigerantes con base de glicol y baterías de ácido-plomo agotadas en almacenamiento); desechos químicos del mantenimiento del equipo y la

aplicación de recubrimientos protectores para el control de corrosión (disolventes, pinturas y recubrimientos); desechos relacionados con la construcción (madera, piedras y ladrillos) y materiales de embalaje.

Los impactos potenciales de la generación de tales desechos incluye la contaminación potencial del medio ambiente por la recolección incorrecta, la actividad incorrecta de empaque en contenedores, almacenamiento y eliminación. Todas las tecnologías solares se puede esperar que tengan cantidades sustanciales de líquidos dieléctricos contenidos en los diversos dispositivos eléctricos tales como interruptores, transformadores, capacitores así como también diversos tipos de agentes limpiadores de uso industrial.

Impactos de los Materiales Peligrosos y Estrategias de Mitigación

- Desarrollar un plan de prevención y respuesta a derrames para abordar lugares de almacenamiento de desechos peligrosos, medidas de prevención contra derrames, requisitos de capacitación, acciones de repuesta a derrames de desechos específicos, equipos de respuesta contra derrames y notificaciones a las autoridades.
- Desarrollar un plan de gestión y protección para reducir la posibilidad de incendios asociados con las sustancias usadas y almacenadas en el sitio, en particular la capacidad de inflamación del líquido de termo-transferencia específico utilizado en la planta.
- Desarrollar un plan de gestión de agua de lluvia para garantizar el cumplimiento con los reglamentos y evitar migración fuera del sitio de aguas pluviales contaminadas o aumento de la erosión del suelo.
- Implementar planes para la gestión de materiales peligrosos, prevención de derrames durante la gestión de desechos y respuesta, y manejo de pesticidas. Capacitar a los empleados para que de inmediato contengan, reporten y/o limpien cualquier derrame de petróleo o material peligroso.
- Designar los materiales peligrosos y las áreas e instalaciones de almacenamiento de residuos. Limitar el acceso a las áreas designadas solamente al personal autorizado. Identificar a los usuarios autorizados para cada tipo de material peligroso.
- Meter en contenedores y periódicamente sacar los residuos a reciclaje o a eliminación en las instalaciones apropiadas fuera del sitio autorizado.
- Mantener los vehículos y el equipo en buena condición de funcionamiento para evitar las fugas de aceite y combustible.
- Ubicar las áreas de reabastecimiento de combustible en superficies pavimentadas lejos de las ubicaciones de agua superficial.
- Se necesita desarrollar planes para el reciclado o la eliminación de paneles fotovoltaicos usados.

6.2.2.4 IMPACTOS DEL RUIDO POR ENERGÍA SOLAR Y ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

Existe la posibilidad de impactos por ruido provenientes de las actividades de caracterización del sitio aunque estos serían insignificantes ya que estas actividades se realizan en un plazo corto.

Las actividades de construcción durarían varios meses para la mayoría de las instalaciones solares. El equipo pesado y los vehículos utilizados durante la construcción podrían incluir motosierras, trituradoras, buldóceres,

grúas, cargadoras, retroexcavadoras, camiones y posible equipo de hormigón provisional. El nivel de ruido dependería de la actividad. El nivel de ruido sería más alto durante las primeras fases de construcción cuando el equipo podría usarse para limpieza del terreno, nivelación y construcción de caminos. Los impactos del ruido podrían incluir ruido a lo largo de las rutas de tráfico creadas por los vehículos de entrega y soporte y el ruido de los motores diésel del equipo de construcción.

Durante la fase de operación, las actividades de ruido de todos los tipos de las instalaciones solares incluyen

1. Mantenimiento y reparación – lavado de espejos, remplazo de espejos rotos
2. Vehículos suburbanos, de apoyo, entrega dentro y alrededor de la instalación solar
3. Actividades asociadas con instalaciones administrativas, y de bodega
4. Generadores de potencia para emergencias a base de diésel y motores de bomba de agua contra incendios también emitirán ruido aunque sus operaciones sólo ocurrirían en determinados momentos del mes.
5. Fuentes de ruido estacionarias y de un bloque de terminales de alimentación (limitadas a tecnologías de torre de canal parabólico y torre central).

Estrategias de Mitigación de los Impactos del Ruido

Los impactos relacionados con el ruido se asocian a distintas fuentes (por ejemplo vehículos, equipo de construcción, trabajadores, explosivos y componentes de la instalación del proyecto) su proximidad con el receptor del ruido por ejemplo seres humanos y fauna salvaje), y las horas del día en las cuales se llevará cabo las actividades que producen el ruido.

- Ubicar todo el equipo de construcción fijo (compresores y generadores) lo más lejos que sea práctico de las residencias cercanas y otros receptores sensibles.
- Incorporar sistemas de baja emisión de ruido, tales como sistemas de ventilación, bombas, generadores, compresores y ventiladores.
- Notificar a los vecinos cercanos con anticipación a los momentos en que se requieren las actividades ruidosas.
- Colocar equipo ruidoso, tal como los generadores de turbinas de vapor en lugares cerrados.

6.2.2.5 IMPACTOS A LA CALIDAD DEL AIRE POR ENERGÍA SOLAR Y ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

Los posibles impactos a la calidad del aire de las actividades de caracterización del sitio serían insignificantes ya que estas actividades se realizan durante poco tiempo, requieren mínima alteración del sitio y pueden conducirse con un pequeño equipo de personas.

Varias operaciones se incluyen en la fase de construcción. Estas pueden ser: limpieza de terreno, quema de biomasa autorizada en el sitio, movilización de tierra y construcción de caminos, perforación. El polvo que se produce por de las alteraciones del suelo y el escape de motores del equipo pesado y el tráfico de entrega dentro y alrededor de la instalación podrían contribuir a las emisiones atmosféricas de contaminantes estándar, compuestos orgánicos volátiles (VOCs), GHG y pequeñas cantidades de contaminantes aéreos peligroso.

Para la mayoría de los proyectos de construcción, las alteraciones del suelo durante la fase de preparación del sitio, lo que supone el uso de equipo pesado durante un período corto de tiempo, tiene el mayor potencial para las emisiones atmosféricas y los impactos adversos en la calidad del aire. Debido a que la mayoría de las instalaciones solares se ubican en áreas remotas, las actividades de construcción contribuirían probablemente de manera mínima a las concentraciones de contaminantes aéreos en las residencias o negocios cercanos.

De manera general, durante la fase de operación, las emisiones atmosféricas asociadas con la generación de energía a partir de tecnologías solares son insignificantes. Las tecnologías de canal parabólica y torre central deben quemar algunos combustibles fósiles durante el arranque. Otras tecnologías no utilizan los combustibles fósiles.

Existen niveles muy bajos de emisiones atmosféricas provenientes directamente de las centrales solares. Las emisiones incluirían polvo y emisiones de escapes de motor de vehículos y equipo pesado utilizados para las inspecciones regulares del sitio y las actividades de mantenimiento (por ejemplo lavado de espejos, reposición de espejos rotos). Las cantidades de estas emisiones serían pequeñas y los impactos insignificantes.

Estrategias de Mitigación de Impactos a la Calidad del Aire

Las prácticas y principios generales de mitigación que podrían aplicarse a cualquiera o todas las fases de un proyecto solar incluyen los siguientes:

- Minimizar el uso de vehículos en el sitio y ordenar el mantenimiento preventivo rutinario incluyendo afinaciones para cumplir con las especificaciones del fabricante que garantizan la combustión eficiente y las emisiones al mínimo.
- Utilizar técnicas de reducción de polvo en superficies no pavimentadas, sin plantas para minimizar el polvo suspendido en el aire durante las actividades de mueve tierra; antes de limpiar, antes de excavar, de terraplenado, compactado, nivelación y durante voladura.
- Colocar y hacer cumplir los límites de velocidad para reducir los gases de escape suspendidos por el tráfico vehicular.
- Programar las actividades de construcción durante los períodos de pocos vientos para reducir la concentración de gases de escape.
- Cubrir los materiales de construcción, pilas de almacenamiento y suelos de reserva si son una fuente contaminante.
- Mantener la humedad del suelo mientras se carga a camiones de volcar.
- Cubrir los vehículos que transportan materiales sueltos antes de recorrer los caminos públicos
- Apagar el equipo de construcción ocioso
- Limitar el acceso al sitio de construcción y a las áreas de andamiaje a vehículos autorizados solamente a través de los caminos tratados designados
- Resguardar la capa superficial del suelo de las actividades de excavación y construcción.

6.2.2.6 IMPACTOS EN EL SUELO POR LA ENERGÍA SOLAR

Los impactos comunes en los recursos del suelo incluyen la compactación de la tierra, la erosión del suelo y la deposición por el viento, erosión del suelo por agua y corrientes superficiales, sedimentación y contaminación del suelo. La implementación de medidas de mitigación para preservar la salud y el funcionamiento de los suelos en el sitio del proyecto reduciría la posibilidad de los impactos que se vuelven factores de afectación para otros recursos (tales como aire, agua, vegetación y fauna salvaje).

Las actividades que alteran el suelo durante la construcción incluirían:

- Limpieza y excavación de vegetación
- Excavación para cimientos, bases y zanjas para tubería subterránea y conexiones eléctricas
- Material excavado almacenado para relleno
- Perforación de roca para asentar cimientos y bases
- Perforación e instalación de pozos de suministro de agua subterránea
- Nivelación para caminos y preparación y tendido
- Instalación de estanques de evaporación
- La erosión del suelo ocurriría de todos modos durante la fase de operación ya que las superficies de suelo expuestas a limpieza de vegetación, alisamiento y excavación durante la fase de preparación del sitio continuarían estando expuestas a lo largo de la vida del proyecto

Estrategias de Mitigación contra Impactos al Suelo

- Limpiar y mantener cuencas de captación y alcantarillas de manera regular
- Minimizar las actividades de alteración del suelo en especial durante la temporada de lluvias
- Coloca barreras y aparatos de sedimentación alrededor de los drenajes y pantanos para evitar la contaminación por agua cargada de sedimentos

6.2.2.7 IMPACTOS ECOLÓGICOS POR ENERGÍA SOLAR Y ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

El desarrollo de la energía solar podría afectar a una gran variedad de recursos ecológicos en las áreas donde ésta se realiza; entre éstas se encuentra la vegetación y la vida animal.

Posibles impactos en las comunidades y hábitats debido al desarrollo de proyectos de energía solar a gran escala incluiría impactos directos de la remoción de los hábitats así como también los impactos indirectos tales como – cambios en la humedad y temperatura del suelo, cambios en las condiciones hidrológicas y la degradación de los hábitats. Estos impactos podrían ocurrir durante la preparación inicial del sitio y continuarían a lo largo de la vida del proyecto.

Todas las instalaciones de energía solar a gran escala que se construirían y operarían tienen el potencial de afectar la vida animal. Los efectos en las poblaciones de vida salvaje dependerían de lo siguiente:

- Tipo y cantidad del hábitat de los animales salvajes que se alteraría
- Naturaleza de la alteración – a largo plazo debido a la estructura del proyecto y la colocación de caminos de acceso; la alteración total a largo plazo debido a la colocación de líneas de transmisión, y tuberías de agua; o alteración temporal durante la fase de construcción.

Estrategias de Mitigación de los Impactos Ecológicos

- Revisar la información existente sobre las especies y los hábitats del área del proyecto. Entrar en contacto con las dependencias apropiadas al principio del proceso de planeación para identificar los recursos ecológicos potencialmente sensibles que puedan estar presentes en el área del proyecto.
- Conducir inspecciones anteriores a la alteración y localizar la preparación, las instalaciones del sitio y las áreas de estacionamiento lejos de los recursos ecológicos importantes (es decir, los pantanos, cuerpos de agua, hábitats importantes de tierras altas y poblaciones de especies sensibles incluyendo aves que anidan, aves de rapiña y murciélagos). Marcar con banderas las áreas de nidos activos y conservar la actividad lejos de los nidos activos.
- Evitar los retiros de agua superficial o de agua subterránea que afecten los hábitats sensibles
- Minimizar el número de vados cuando se colocan los caminos de acceso. Diseñar los vados para crear condiciones en el cruce que permitan y mantengan el movimiento y el paso seguro de los peces
- No plantar especies que atraerían a la fauna a lo largo de carreteras con alto índice de tráfico
- Instalar guardas protectoras de ganado y bardas para mantener alejado al ganado y a los animales salvajes de las instalaciones del proyecto y controlar su acceso a los caminos
- Evitar asentar las instalaciones solares cerca de cuerpos abiertos de agua o de otras áreas que se sabe atraen grandes números de pájaros.

6.2.3 IMPACTOS AMBIENTALES DE ENERGÍA EÓLICA Y MITIGACIÓN

Emplear energía del viento es una de las formas más limpias y más sostenibles para generar electricidad ya que no produce contaminación tóxica o emisiones que contribuyen al calentamiento global. El viento es también abundante. Sin embargo, existen varios impactos al medio ambiente asociados con la generación de energía eólica que deben ser reconocidos y atenuados mitigados.

Existen muchos componentes en un proyecto para desarrollo de energía eólica que incluyen turbinas eólicas, sistemas colectores, instalaciones de transmisión e interconexión, caminos de acceso, instalaciones de equipo para operación y mantenimiento y torres meteorológicas²²². Existen varias actividades de construcción que suponen la movilización, preparación, construcción de caminos y áreas de preparación y tendido, operaciones de deforestación, perforación, fijación de cimientos, instalación de aerogeneradores, de edificios, estructuras auxiliares, cavado de zanjas para los cables eléctricos subterráneos, instalación eléctrica y mecánica. Todas

²²² American Wind Energy Association (AWEA) 2008

estas actividades tienen un impacto potencial en el medio ambiente. Estos impactos se abordan en las siguientes secciones.

Para instalar los aerogeneradores se necesita infraestructura. Estos incluyen equipo lo suficientemente grande para transportar las partes de la turbina, los caminos de acceso para instalar el equipo, etc.

Un posible peligro de la energía eólica es el potencial de falla en el rotor de la turbina que puede dar como resultado que fragmentos del rotor salgan expulsados. En el estado de California, las preocupaciones en cuanto a la exposición del público a este riesgo hizo que los condados desarrollaran requerimientos específicos. Los condados típicamente basan la distancia mínima como una distancia fija o un múltiplo de la altura de la turbina. Una franja lateral común es tres veces la altura de la turbina general desde el límite de una propiedad.²²³

El potencial para energía eólica en los estados de Baja California y Tamaulipas es enorme, sin embargo, actualmente está detenido por los desafíos de transmisión fronteriza. Existen grandes oportunidades de inversión para empresas estadounidenses tanto en la generación de energía eólica como en el suministro del equipo para los parques eólicos. Una posibilidad es una estructura de producción integral para las turbinas que tiene equipo de producción tanto en México como en Estados Unidos. Esto sería más sencillo de lograr si hubiera compatibilidad en las normas de fabricación entre los dos países.

Los reglamentos de Estados Unidos permiten que se emplacen centrales de energía renovable en México. Los desarrolladores de energía renovable están interesados en ubicar estas centrales eléctricas en las áreas de la frontera entre Estados Unidos y México ya que facilita la interconexión. Sin embargo, la zona fronteriza en México se utiliza para el cultivo de frutas y vegetales. Las autoridades mexicanas deben tener conocimiento de la Ley Williamson de Estados Unidos²²⁴ y el impacto que podría tener en esta área. Lo anterior es un ejemplo de una medida preventiva de Estados Unidos para proteger tierras agrícolas y que México podría considerar adoptar.

6.2.3.1 IMPACTOS EN LA CALIDAD DEL AIRE POR ENERGÍA EÓLICA Y ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

La mayoría de los impactos en la calidad del aire ocurriría durante la fase de construcción. Las estructuras de las torres se construirían en la planta en secciones por camiones, ensamblado en áreas de tendido y se levantarían en el lugar con una grúa. Dependiendo de los factores ambientales, logísticos y de costos, se podría usar helicópteros para la transportación y levantamiento de las torres, lo que reduciría considerablemente el periodo de construcción, pero aumentaría en gran medida los niveles de contaminación por periodos cortos.

No existen emisiones atmosféricas directas por operar aerogeneradores ya que no se queman combustibles fósiles²²⁵. De ese modo, las instalaciones de energía eólica generarían niveles muy bajos de emisiones atmosféricas durante el periodo de operación. Las emisiones de plantas de energía eólica incluirían emisiones de escapes de motor de vehículos y equipo pesado asociado con las inspecciones regulares del sitio, actividades de mantenimiento poco frecuentes (por ejemplo, revisiones generales o reparaciones) y erosión del viento de suelo y caminos de acceso.

La fase de operación asociada con las líneas de transmisión para soportar la integración de la energía eólica a la red de transmisión, generaría cantidades muy pequeñas de contaminantes estándar, Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC), Gases de Efecto Invernadero (GHG) y Contaminantes Peligrosos del Aire (HAP), de actividades

²²³ Permitir los Requisitos de Franja Lateral para Turbina Eólicas en California, Noviembre 2006 California Wind Energy Collaboration

²²⁴ La Ley Williamson protege las áreas agrícolas y permite que los gobiernos locales celebren contratos con terratenientes privados con el fin de restringir parcelas específicas de tierra para uso agrícola o espacio abierto relacionado

²²⁵ Las Centrales eléctricas convencionales que queman combustibles fósiles (gas natural, carbono, combustóleos, líquidos derivados de carbono y gases) son las fuentes principales de los Contaminantes Estándar (Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC₃), y GHG tal como el CO₂)

tales como la inspección periódica al sitio y el mantenimiento. Todas estas emisiones durante la fase de operación serían bastante pequeñas, por lo tanto los impactos potenciales a la calidad del aire ambiente sería insignificante.

Estrategias de Mitigación de Impactos a la Calidad del Aire por Energía Eólica

- Usar caminos de acceso superficiales, caminos en el sitio y lotes de estacionamiento con conglomerados o que mantengan las condiciones del suelo compactado para reducir la generación de polvo
- Colocar y hacer cumplir los límites de velocidad inferiores en caminos de acceso de tierra y grava para minimizar la concentración de gases de escape en el aire
- Limitar el tiempo ocioso del equipo diésel a no más de 10 minutos a menos que sea necesario para la operación
- Rociar las reservas de suelos con agua, cubrir con lonas y tratar con supresores de polvo apropiados, en especial cuando hay grandes probabilidades de condiciones de viento o tormenta
- Cubrir los vehículos que transportan materiales sueltos cuando recorren los caminos públicos

6.2.3.2 IMPACTOS A LOS RECURSOS DE AGUA POR ENERGÍA EÓLICA Y ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

La degradación de la calidad del agua tanto de los recursos de agua superficial como agua subterránea es una inquietud importante para cualquier actividad que incluye alteración de terreno. Para los cuerpos de agua superficial (ríos, arroyos, lagos y pantanos), uno de los temas principales sobre calidad de agua es la carga de sedimento. El sedimento en el agua superficial es principalmente un resultado de la erosión del suelo. Cuando el agua subterránea es alterada, existe la posibilidad de que aumente la erosión del suelo y debido a que el suelo se afloja, los vertidos superficiales en áreas alteradas tienden a contener grandes cantidades de sedimento.

Estrategias de Mitigación de los Impactos a Recursos de Agua por Energía Eólica

Las estrategias de mitigación de los impactos en recursos de agua por energía eólica incluyen:

- Identificar y evitar las pendientes inestables y los factores locales que pueden ocasionar la inestabilidad de la ladera (condiciones de agua subterránea, actividad sísmica y estructura geológica).
- Minimizar la cantidad planeada de terreno que va a ser modificado; usar caminos existentes
- Aplicar los controles a la posible erosión de suelos del resultado del tráfico vehicular
- Limpiar y dar mantenimiento a colectores de fango, canales de drenaje y alcantarillas de manera regular
- Guardar la capa superior del suelo removida durante la construcción y usar para áreas alteradas al momento de la terminación de las actividades de construcción
- Rellenar cualquier cimientado y zanjas, de preferencia con el excedente de los materiales de excavación generados durante la construcción

6.2.3.3 IMPACTOS AL USO DEL SUELO POR ENERGÍA EÓLICA Y ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

El impacto al uso del suelo de las plantas de energía eólica varía sustancialmente dependiendo del sitio: colocación de aerogeneradores en áreas planas típicamente usan más terreno que aquellas que se ubican en áreas de colinas. Los aerogeneradores no ocupan todo el terreno. Las turbinas se deben espaciar de 5 a 10 diámetros de rotor de distancia (un diámetro de rotor es el diámetro de las cuchillas del aerogenerador). Las turbinas mismas y la infraestructura circundante (incluyendo caminos y líneas de transmisión) ocupan una pequeña porción del área total de una central eólica.

Las actividades que ocurren durante la operación de una central eólica incluyen principalmente la operación de las turbinas y su mantenimiento y los terrenos de la granja eólica, incluyendo los caminos de acceso y las líneas de transmisión asociados.

Estrategias de Mitigación para Uso de Suelo por Energía Eólica

- Minimizar los impactos a las operaciones normales de la planta colocando las estructuras a lo largo de las franjas laterales y en áreas no agrícolas cuando sea posible.
- Ubicar los caminos de acceso, que cruzan los campos agrícolas, a lo largo de las partes superiores de las cumbres y siguiendo los contornos del campo, cuando sea posible, para eliminar la necesidad de cortar y rellenar reduciendo el riesgo de crear problemas de drenaje.
- Todo el tráfico de vehículos y equipo y estacionamiento deberán limitarse al camino de acceso o a las áreas de trabajo designadas tales como los sitios de las torres y las áreas de tendido.
- La capa superior de la tierra desmontada de las áreas de trabajo (sitios de torres, áreas de estacionamiento, zanjas para cables eléctricos, a lo largo de los caminos de acceso) deberán reservarse separados de otros materiales excavados (rocas y/o subsuelo).

6.2.3.4 IMPACTOS A LA VIDA SILVESTRE Y HÁBITAT POR ENERGÍA EÓLICA Y ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

El impacto de los aerogeneradores a la fauna, en su mayoría pájaros y murciélagos ha sido ampliamente documentado y estudiado. El Comité Nacional Coordinador de Vientos, después revisar la investigación de sus colegas, encontró evidencia de pájaros y murciélagos muertos por colisión con aerogeneradores y debido a cambios en la presión del aire causados por el movimiento giratorio de las turbinas.

Estrategias de Mitigación en pro de la Vida Silvestre y el Hábitat por Energía Eólica

Aunque ha habido muertes de pájaros y murciélagos, el Comité Nacional Coordinador del Viento descubrió que estos impactos son relativamente bajos y no representan una amenaza para la población de estas especies. En Latinoamérica, 10 especies de murciélagos estaban representadas entre los 123 murciélagos encontrados muertos bajo aerogeneradores en 2007-2008 en el proyecto La Venta II al sur de México. En 2009, 20 especies diferentes de murciélagos estuvieron involucradas²²⁶. A pesar de las enormes concentraciones de pájaros migratorios que sobrevuelan o atraviesan el parque eólico la Venta II (más de 1 millón por año) los datos del monitoreo de INECOL (Instituto de Ecología A.C.) muestran que han muerto más murciélagos que pájaros.²²⁷

²²⁶ INECOL 2009

²²⁷ *Greening the Wind* - Consideraciones Ambientales y Sociales para el Desarrollo de Energía Eólica (George C. Ledec, Kennan W. Rapp y Roberto g. Aiello), Diciembre 2011

Las acciones de mitigación que se están estudiando son:

- Aumentar la visibilidad de los álabes de los rotores
- Utilizar luces intermitentes blancas en lugar de (lo que es usual) luces intermitentes rojas para advertir al tráfico aéreo
- Mantener los corredores de migración libres

6.2.4 IMPACTOS EN LOS NIVELES DE RADIOFRECUENCIA Y ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

Por años se han estudiado los campos electromagnéticos (EMF), incluyendo los niveles de radiofrecuencia. Recientemente, la Agencia Internacional para Investigación de Cáncer (IARC) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) revisó la investigación disponible en teléfonos celulares, los cuales utilizan radiofrecuencias (RF) similares a medidores inteligentes aunque causan niveles mucho mayores de exposición. La agencia identificó el uso de celulares como "posiblemente cancerígeno", observando que "podría haber algún riesgo, y por lo tanto necesitamos mantener una estrecha vigilancia en cuanto a un vínculo entre los celulares y el riesgo de cáncer: El informe de la OMS no abordó explícitamente los medidores inteligentes; éste, y los otros estudios comúnmente citados, se centran en los celulares, las líneas de transmisión de electricidad, hornos de microondas y otros emisores de EMF.

Dado que los medidores inteligentes también son emisores de RF, hay personas que están preocupadas de que los celulares puedan representar un riesgo para la salud, así como también lo representarían los medidores inteligentes. Un informe publicado por el Consejo de Ciencias y Tecnología de California en 2010 incluyó hallazgos del EPRI de que una persona a 10 pies de un medidor inteligente experimentaría solo una pequeña fracción de la exposición de RF - 250 a 1250 veces menos - de la que ellos estarían expuestos utilizando un celular. Así que independientemente de que los estudios futuros descubran o no que las RFs presentan ciertos efectos para la salud, los medidores inteligentes componen una parte muy pequeña de la exposición diaria de una persona.²²⁸

Estrategias de Mitigación de los Impactos por Niveles de Radio Frecuencia

Las inquietudes de los clientes deben abordarse de manera proactiva. Las empresas de servicios públicos y reguladores a nivel nacional podrían considerar una cláusula de exclusión voluntaria que permita a los clientes apagar la tecnología que transmite datos (dejando la opción para que un residente futuro vuelva a encender el transmisor). Ellos también podrían considerar de manera seria las redes de comunicación alternativas tales como banda ancha o las líneas eléctricas mismas para transportar los datos.

6.2.5 VEHÍCULOS ELÉCTRICOS DE RECARGA

El mayor potencial individual de la REI para entregar descuentos de carbono está en proporcionar energía limpia en aumento a precios efectivos para vehículos eléctricos de recarga (PEVs), incluidos dentro de esta clase de vehículos PHEVs, están los híbridos de la próxima generación.

²²⁸ <http://www.ccst.us/publications/2011>

Los PEVs son accionados por un electromotor y una sola batería. Los PEVs pueden realmente conectarse a un enchufe doméstico estándar para recargar sus baterías. Tal como el Ford Focus 2012 que tiene un motor de electro propulsión de 107 kW y de acuerdo con la Agencia de Protección al Medio Ambiente de Estados Unidos puede recorrer 76 millas con una sola carga. La mayoría de los vehículos eléctricos que operan con energía de batería cumplirían las necesidades diarias de la mayoría de los conductores, de acuerdo con el Instituto Eléctrico Edison (EEI). En comparación con un híbrido eléctrico, un PEV con un rango solo eléctrico de 20 millas podría reducir el uso de combustible en más o menos un tercio de acuerdo a un informe del Consejo Americano para una Economía de Energía Eficiente. EPRI calcula que el mismo PEV podría reducir el consumo de combustible en alrededor de 60% en comparación con los vehículos convencionales.

Los vehículos eléctricos híbridos de recarga reciben energía a través de un motor de gasolina y un motor eléctrico. Esta combinación permite que el vehículo utilice electricidad y siga funcionando indefinidamente después de que se descarga la batería. Los híbridos enchufables operan como los vehículos híbridos aunque pueden ser cargados desde la red eléctrica. El Chevrolet Volt 2014 conduce sin gasolina para EPA estimado de 38 millas luego de que el generador accionado por gas abordo proporciona electricidad de manera que puede ser conducido un total de 380 millas con una carga completa y el tanque lleno de gasolina. Esto rinde 900 millas entre recargas. En promedio, los PHEVs producirán tan solo un tercio de GHG emitido por los vehículos convencionales abastecidos de gasolina de escape a escape. De acuerdo con un estudio conjunto realizado por el EPRI y el Consejo para la Defensa de Recursos Naturales (NRDC), los PHEV tendrán el potencial de reducir las emisiones acumuladas de GHG en los Estados Unidos en una Cantidad de hasta 10.3 mil millones de toneladas del 2010 al 2050. De acuerdo con el mismo estudio, los PHEV podrían reducir el consumo nacional de petróleo hasta en una cantidad de cuatro millones de barriles por día en 2050.

No obstante, las ventajas de las tarifas eléctricas más bajas se devengan, sólo si estos vehículos son cargados estrictamente fuera de horas pico. Durante las horas pico solamente sobrecargarían la red eléctrica. Es importante que las empresas eléctricas administren la carga de EV. Una REI es la clave para la carga de EV "inteligente", proporcionando la visibilidad y el control necesario para proteger los componentes de la red de distribución, tales como transformadores, para que no se sobrecarguen debido a los EVs y para garantizar que la capacidad generadora de electricidad se utiliza de manera más eficiente. Las empresas eléctricas necesitarán entender dónde tienen los consumidores EVs y distribuir el régimen de carga para evitar la pérdida o los daños del transformador. Con una REI, las empresas eléctricas pueden controlar el momento y la forma en que se carga el EV al mismo tiempo que se apegan a las preferencias de los clientes, reúnen los datos de medidores específicos de EV, aplican tarifas específicas para recarga de EV, captar la atención de los clientes con información sobre la recarga de EV y recolectar los datos para créditos de deducción de GHG.

6.2.6 CRÉDITOS DE EMISIÓN DE CARBONO

La quema de combustibles fósiles es una fuente principal de GHG, en especial para las industrias de energía, acero, textiles y muchas otras industrias que dependen de los combustibles fósiles. Los gases de efecto invernadero principales emitidos por estas industrias son el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso, hidrofluorocarbonos (HFCs) todos los cuales aumentan la capacidad de la atmósfera para atrapar la energía infrarroja y de ese modo afectar el clima.

Bajo el Protocolo de Kioto, los países desarrollados del Anexo 1, han recibido un "tope" o cuota para GHG. La cantidad de monto asignado se denomina en unidades individuales llamadas "unidades de cantidad Asignada" y cada una de las cuales representa un permiso para emitir el equivalente a una tonelada métrica de dióxido de carbono, mismas que son asentadas en el registro nacional del país.

Una compensación de carbono es una reducción en las emisiones del dióxido de carbono o de los gases de efecto invernadero hecha con el fin de compensar o de contrarrestar una emisión hecha en otro lado. Las compensaciones de carbono se miden en toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente y podrán representar seis categorías primarias de los gases de efecto invernadero - dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, perfluorocarbonos, hidrofluorocarbonos y hexafluoruro de azufre. Una compensación de carbono representa la reducción de una tonelada métrica de dióxido de carbono o su equivalente en otros gases de efecto invernadero.

Existen dos mercados para la compensación de emisiones de carbono. En el más grande, el mercado de cumplimiento, las compañías, gobiernos u otras entidades compran compensaciones de emisiones de carbono con el fin de cumplir con los topes en la cantidad total de dióxido de carbono que tienen permitido emitir. En el mercado voluntario mucho más pequeño, las personas, compañías, o gobiernos compran compensaciones de emisiones de carbono para reducir sus propias emisiones de GHG de la transportación, uso de electricidad y otras fuentes. Las compensaciones de emisiones se logran típicamente a través del soporte financiero de los proyectos que reducen la emisión de GHG a largo o corto plazo.

Las compensaciones de energía renovable comúnmente incluyen la energía eólica, la energía solar, la energía hidroeléctrica y el biodiesel. Algunas de estas compensaciones de emisiones se utilizan para reducir la diferencia entre el costo de producción de energía renovable y de energía convencional, aumentando la posibilidad comercial de que se elija el uso de fuentes de energía renovables.

Un crédito negociable puede ser una bonificación de emisiones o puede ser una compensación de emisiones. Tales actividades de compensación y atenuación pueden ocurrir en cualquier país que ha ratificado el Protocolo de Kioto y tiene un convenio nacional establecido para validar su proyecto de carbono a través de uno de los mecanismos aprobados de UNFCCC. Una vez aprobado, estas unidades reciben el término de Reducciones de Emisiones Certificadas o CERs. Para fines de comercio, una autorización de CER se considera que equivale a una tonelada métrica de emisiones de CO₂. Estas reservas pueden venderse de manera privada o en el mercado internacional al precio de mercado prevaleciente. Actualmente existen cinco bolsas de cambio en descuentos de carbono.

El financiamiento de proyectos de energía renovable a través de créditos de carbono está sucediendo en diversos países. Un ejemplo es el Proyecto de Energía Eólica de Changbin y Taichung en China lográndose reducciones de GHG a través del uso de energía eólica para generar electricidad, lo que de otro modo se generaría en centrales eléctricas por combustible fósil. El costo de construir parques eólicos fue sustancial. El ingreso adicional de la venta de los créditos de carbono proporcionó los incentivos necesarios para justificar la inversión de construir el parque eólico.

En India el mercado de energía eólica ha crecido considerablemente y mucho de este crecimiento se puede atribuir a las políticas e innovaciones del gobierno de financiamiento. Un proyecto de energía eólica de 6.5 MW en el estado de Madhya Pradesh se emitió 10,413 CER para compensar las emisiones de GHG durante un periodo de 13 meses.

México y los Estados Unidos deben desarrollar un enfoque compatible sobre las políticas de emisiones de carbono. Los Estados Unidos está dirigiéndose a un futuro de baja emisión de carbono y la posibilidad de un tope nacional y un sistema de comercio o tributario de carbono. Sería muy difícil lograr esto si los dos países tienen diferentes enfoques en cuanto a las emisiones de carbono. Si un impuesto sobre el carbono es factible a largo plazo tendría sentido que los dos países coordinasen sus enfoques, entre sí y con Canadá, para garantizar que los tres actores del TLCAN (Tratado de Libre Comercio de Norte América) está dirigiéndose en la misma dirección.

México y los Estados Unidos deben desarrollar un enfoque compatible en cuanto a la política de emisiones de carbono

6.3 EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL IMPACTO DEL DESARROLLO

6.3.1 ASPECTOS GENERALES

México tiene la segunda economía más grande de Latinoamérica y es un productor y exportador principal de petróleo; más o menos un tercio de los ingresos del estado provienen de la industria.

De acuerdo con el Banco Mundial, los pueblos indígenas representan el 11% de la población de México de los cuales 22% viven en áreas rurales.²²⁹ Existe una gran diferencia socioeconómica para muchos mexicanos.

México ha disfrutado recientemente de miles de dólares de inversión nueva en el país por parte de compañías extranjeras. La inversión directa del extranjero ascendió casi a 30 por ciento en los primeros seis meses de 2010 con un año de anticipación.

Las metas de las Naciones Unidas para el Desarrollo del Milenio son un grupo de ocho metas de desarrollo internacionales establecidas en la Cumbre del Milenio de las Naciones Unidas en el año 2000. Los 193 países miembros y 23 organizaciones internacionales se comprometieron a lograr estas metas para 2015. El Centro para el Desarrollo Mundial declara que México es uno de los tres países que han logrado la mejora más concreta en el cumplimiento de estas metas. México pudo cumplir su meta de combatir el VIH/SIDA y la malaria y logró la mayoría de las metas en las áreas sociales y de salud pública. También mejoraron su posición en el área de educación, en particular las escuelas primarias y la igualdad de género.

El Centro para el Desarrollo Mundial declara que México es uno de los tres países que han logrado la mejora más concreta en el cumplimiento de las Metas de las Naciones Unidas para el Desarrollo del Milenio.

En esta sección comentamos los efectos que la implementación de la REI tendrá en México en áreas como la infraestructura, la reforma orientada a los mercados, la construcción de capacidad de los recursos humanos y la transferencia tecnológica que México necesitará para implementar la REI.

6.3.2 INFRAESTRUCTURA

La transición a una red eléctrica más inteligente es tal vez la forma más efectiva en como las empresas eléctricas pueden reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y por lo mismo combatir el cambio climático. Una REI puede brindar a los clientes datos de uso de tiempo casi real que tienen efectos directos para fomentar la conservación de energía. Las tecnologías para REI permitirán que la red eléctrica se adapte mejor a la dinámica de la energía renovable y la generación distribuida y ayudará a las empresas de servicios públicos y consumidores a tener un acceso más fácil a estos recursos.

La REI tendrá efectos positivos para México y la economía mexicana incluyendo una mejor calidad de vida para los clientes. Al implementar un programa de medidores inteligentes será también el modelo para el desarrollo de alta tecnología dentro del país. Los medidores inteligentes en los hogares y negocios estarán en la interconexión entre el suministro y la demanda de energía y pueden actuar como un elemento facilitador para que México

²²⁹ Indicadores del Banco Mundial Población Rural % de la Población Total, 2013

realice las mejoras tecnológicas en la red eléctrica pública, en hogares y negocios y en potencia en las nuevas industrias y mercados de servicios energéticos.

Una parte vital para el éxito de la estrategia de REI es comprometer al consumidor. Para que los consumidores se comprometan tienen que estar motivados y habilitados. La participación del consumidor en el sistema de energía eléctrica es relativamente nueva como un concepto popular. Para posibilitar la participación del consumidor, los consumidores deben tener la información que necesitan para tomar decisiones. Utilizar AMI como la infraestructura básica hace posible la participación efectiva del consumidor ya que AMI proporciona datos sobre precios de electricidad, ofrece a los clientes la capacidad para usar la electricidad de manera más eficiente y brinda a las compañías de servicios públicos la capacidad de detectar los problemas de sus sistemas y el consumo para los clientes y servicios públicos.

Habrán un aumento dramático en la cantidad de datos que se obtendrán con la REI y la infraestructura en las estaciones secundarias y segmentos de distribución necesitarán actualizarse para adaptarse a este aumento. Estos interruptores y ruteadores desplegados a lo largo del sistema también necesitarán adaptarse a las demandas del incremento de datos apoyando el rendimiento mayor y también asistiendo en el ancho de banda inteligente.

En México, la inversión principal la realiza el operador de la red eléctrica y los proveedores de electricidad. Un modelo de participación justa en los costos necesita desarrollarse con el equilibrio correcto entre los costos de inversión y las utilidades a largo plazo con el fin de estimular a los operadores de la red eléctrica a asumir cualquier inversión sustancial.

Las necesidades adicionales de la infraestructura son:

- Desarrollar estándares técnicos
- Garantizar la protección de los datos para los consumidores
- Establecer un marco regulador que proporcione estímulos para el despliegue de la REI
- Garantizar un mercado minorista abierto y competitivo en el área de consumidores y
- Brindar soporte continuo para innovación de tecnología y sistemas

6.3.3 REFORMA ORIENTADA AL MERCADO

La AIE²³⁰ ha declarado en sus conclusiones que, debido a la complejidad, es poco probable que el mercado por sí solo implemente la REI en la escala necesaria. Los Estados necesitan establecer políticas claras y consistentes, reglamentos y planes para los sistemas de electricidad que permitirán la inversión innovadora en REI. También será necesario obtener el compromiso del público en cuanto a la necesidad de la REI y los beneficios que ofrecen. Los Gobiernos, el sector privado y los grupos de apoyo al consumidor y al medio ambiente deben trabajar juntos para definir las necesidades del sistema de electricidad y determinar las soluciones de la REI.

Aunque el precio es la barrera principal para el desarrollo de energía renovable en México, existen otras posibles barreras de Energía Renovable (regulatorios, estímulos, acceso de transmisión, permisos, etc.) que han sido

²³⁰ Mapa de Ruta de Tecnología de IEA para la Red Eléctrica Inteligente 2011

analizados por el equipo de CRE y ESTA y las estrategias de atenuación y recomendaciones proporcionadas en los Informes de Tarea 2 y Tarea 3 del Marco Regulatorio de la REI.

Debe observarse que de acuerdo con Nobuo Tanaka, Director Administrativo de la AIE, la expansión rápida de la REI será obstaculizada por una tendencia de los gobiernos a mantenerse alejados de la responsabilidad por la evolución o desarrollo de nuevos reglamentos, políticas y tecnología para los sistemas de electricidad. Tanaka comenta que esto ha promovido un gasto general reducido en desarrollo y demostración tecnológicos y el desarrollo de políticas. La CRE tiene un papel fundamental en el desarrollo de la REI de México y en colaboración con SENER y CFE ha tomado las iniciativas para enfrentar las barreras y desarrollar estímulos para un desarrollo acelerado de la REI en México.

6.3.4 DESARROLLO DE LA CAPACIDAD DE RECURSOS HUMANOS

La industria de la energía limpia es uno de los sectores de crecimiento más rápido en el mundo. En los Estados Unidos, entre 1998 y 2007 los trabajos en energía limpia aumentaron un 9.1 por ciento, mientras el número total de nuevos trabajos creció a tan solo 3.7 por ciento.

El 12 de septiembre de 2011, la Administración de Comercio Internacional (ITA) declaró : "La REI tiene el potencial de ser la plataforma vital para la economía de energía limpia del mundo y ya estamos viendo que desarrollar, diseñar, construir e instalar tecnología para REI es parte de la creación de puestos de trabajo. De acuerdo con los datos publicados por la ITA, se pronostica que el Estados Unidos más de 43,000 puestos de trabajo serán creados y más de 61,000 trabajos actuales serán respaldados por las tecnologías de Red Eléctrica Inteligente."

La energía eólica ha sido aclamada como una fuente principal de los denominados trabajos verdes y ha recibido el crédito de crear más trabajos por unidad de energía que las industrias tradicionales de generación de electricidad a base de hidrocarburos. El empleo es creado no solamente en la construcción, operación y administración de granjas eólicas sino en la fabricación de los aerogeneradores.

De acuerdo con el Centro Internacional para Académicos Woodrow Wilson, existe la posibilidad de construir un parque industrial de aerogeneradores mexicano que proporcione equipo y componentes para la expansión de granjas eólicas inminente en la región fronteriza. La construcción y consolidación de tal industria proporcionaría miles de trabajos especializados en una base permanente para los trabajadores de los estados fronterizos y permitiría que los fabricantes de equipo y componentes desarrollasen economías a niveles de escala y mayores de eficiencia que les permitirían exportar al resto de Norte América y más allá.²³¹

De acuerdo con el Centro Internacional para Académicos Woodrow Wilson, existe el potencial para construir un parque industrial de aerogeneradores mexicano que proporcione equipo y componentes para la expansión de granjas eólicas inminente en la región fronteriza.

La investigación por parte del Consejo de la Defensa de los Recursos Naturales (NRDC) concluye que una granja eólica típica de 250 MW crea 1,079 empleos durante el tiempo de vida del proyecto. Estos empleos no son solo para el sitio del parque eólico sino también en el sistema de granjas eólicas - la cadena de actividades y negocios que, con el paso del tiempo, constituyen la construcción de un parque eólico²³². La investigación identifica 557 trabajadores no pertenecientes al sector de construcción incluyendo planeación preliminar y desarrollo, fabricación, ventas y distribución y operaciones y mantenimiento. Los trabajos pertenecientes al sector de construcción suman otros 522 empleos e incluyen obras de ingeniería civil en el sitio tales como camino y

²³¹ Potencial de Energía Eólica en los Estados de la Frontera Norte de México, Mayo 2012

²³² Granjas Eólicas Americanas: Desglose de Beneficios de la Planeación a la Producción

cimientos, ensamble mecánico tal como la instalación de los aerogeneradores y el trabajo eléctrico en el sitio tales como la conexión de la red eléctrica.

Los empleos de la REI requieren un conjunto de capacidades diferentes a aquellos requeridos para trabajar en la industria eléctrica actual. La REI combina la tecnología de distribución y transmisión de electricidad, infraestructura de TI, y tecnología en telecomunicaciones. Los trabajadores de todos los sectores necesitarán entender los componentes interdisciplinarios de la REI ya que ésta posiblemente va a cambiar la combinación de empleos dentro de una empresa eléctrica, es posible que reduzca el número total de empleados, cambie los requisitos de preparación y conocimientos requeridos de los empleos y al mismo tiempo cree números significativos de empleos en la industria de energía eléctrica, en general. Aunque es posible que algunos empleos de poca capacitación como el lectorista de medidores y puestos administrativos se pierdan frente a las capacidades automatizadas de las nuevas tecnologías, es posible que mucho más trabajos de tecnologías avanzadas sean creados en la implementación del sistema de REI e incluso más en la economía en general ya que se están desarrollando nuevos mercados y tecnologías para beneficiarse de la plataforma de la red eléctrica inteligente.

Las áreas donde se pueden crear empleos en la REI incluyen:

- La instalación de la REI creará trabajos para técnicos
- Habrá un aumento en los empleos del área de técnicos de relevadores, técnicos en comunicaciones
- Seguridad informática
- "Trabajos detrás de la red eléctrica" para instaladores de energía solar y eólica, técnicos de red

Una de las características que define a la REI es el mayor control y automatización que se lleva a cabo a través de las computadoras. Como resultado, se requiere de analistas de sistemas de cómputo, administradores de los sistemas de red y cómputo, analistas de investigación de operaciones y desarrolladores de software para crear, operar y mantener los sistemas de cómputo que utiliza la REI. Después de la fase de diseño, los ingenieros evalúan la eficacia, el costo, la confiabilidad y la seguridad del diseño. En la obra se necesitan ingenieros electricistas, ingenieros electrónicos y técnicos en ingeniería eléctrica y electrónica.

Operar la REI requiere de equipo nuevo para que las centrales generadoras y subestaciones manejen el aumento de capacidad. Otras centrales y subestaciones deben modernizarse con tecnologías de REI. Para preparar y controlar estas instalaciones se necesitan ensambladores de equipo, distribuidores y despachadores de energía y operadores de centrales eléctricas.

La implementación de la REI afectará en gran medida a los revisores de medidores. Los medidores para la red eléctrica actual están conectados a las casas y otros edificios, donde de manera periódica son leídos y anotados por un revisor de medidores. La REI cuenta con infraestructura de medición avanzada. Los técnicos en medidores tienen mayores aptitudes que los revisores de medidores. Para evitar la contratación externa de estos puestos de trabajo, una empresa eléctrica debe volver a capacitar a sus revisores con todos los recursos disponibles. El técnico en medidores es un empleo para el cual se puede volver a capacitar a los revisores de medidores. Como resultado, los revisores de medidores pueden adquirir capacitación para otra ocupación.

La fuerza laboral del sector de energía eléctrica enfrentará otro desafío al cobrar, procesar, almacenar y proteger los datos producidos por AMI y otras aplicaciones cuando las redes de comunicaciones de la REI quede establecida y en operación. La gestión de datos de medidores, la gestión de redes y la seguridad informática son algunas de las cuestiones principales que enfrentarán muchas empresas eléctricas.

6.3.5 TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

De la misma forma que teléfono “inteligente” significa un teléfono con computadora integrada, REI significa “computarizar” la red de servicio público de energía eléctrica. Incluye agregar tecnología de comunicación bidireccional digital a los dispositivos asociados con la red eléctrica. Cada dispositivo en la red puede tener sensores para reunir datos (medidores de luz, sensores de tensión, detectores de fallas, etc.) más comunicación bidireccional digital entre el dispositivo en el campo y el centro de operaciones de la red de la empresa de servicios públicos. El número de aplicaciones que se pueden usar en la REI, una vez que se hace uso de la tecnología de comunicaciones de datos, está creciendo tan rápido como las compañías inventoras que las crean y producen. Los beneficios incluyen mejoras en la confiabilidad, reducción del costo de la electricidad suministrada, nuevos productos y servicios, oportunidad para crear conciencia de las oportunidades que brinda la eficiencia de energía, protección cibernética mejorada, manejo de fuentes de electricidad como la energía eólica y solar, y la integración de los vehículos eléctricos a la red eléctrica. Las compañías que hacen la tecnología para REI o que ofrecen tales servicios incluyen gigantes tecnológicos, empresas de comunicaciones establecidas y empresas tecnológicas nuevas.

Tabla 6-2: Categorías tecnológicas de la REI

Categorías tecnológicas de la Red Eléctrica Inteligente	Componentes
Categoría de Energía Eléctrica	Generación de energía, transmisión, subestaciones, red de distribución y consumo de energía
Categoría de Comunicaciones	Redes de área local (LAN), redes de área amplia (WAN), red de área de campo (FAN/AMI) y red de área doméstica (HAN) que respaldan la infraestructura de TI
Categoría de Aplicaciones	Facturación de control de respuesta a la demanda, control de apagones, monitoreo de carga, mercados energéticos en tiempo real y una nueva gama de servicios al cliente

Se identificaron las siguientes necesidades tecnológicas en el *Informe de Tarea 1 de la Red Eléctrica Inteligente para México* preparado por ESTA. Son:

- Una sólida infraestructura de comunicaciones que utilice fibra óptica con rendimientos tipo T1, T2
- Transductores de precisión de alta calidad, Transformadores de Corriente y Transformadores Potenciales serán necesarios para el cálculo de precisión de la corriente de salida de cada central eléctrica.
- Sistema de Gestión de Interrupciones
- Sistema de Asignación de Unidades
- Reporte de Datos Meteorológicos
- Los recursos renovables necesarios para pronosticar la corriente de salida de sus centrales eléctricas en MW y MWh con un día de anticipación para fines de programación
- Monitoreo de la extensión e impactos de la variabilidad y desarrollo de soluciones para su manejo
- Gestión de Variabilidad
- Medidores de Calidad
- Sistema de gestión de financiamiento

6.4 RECOMENDACIONES

ESTA da las siguientes recomendaciones:

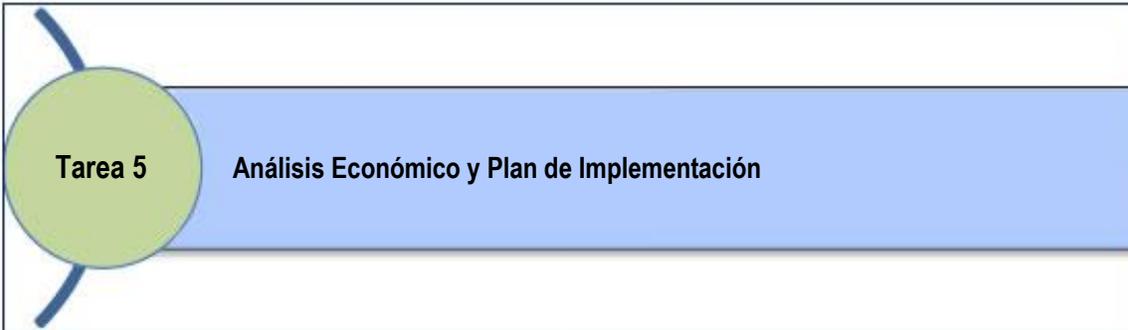
1. México y EE.UU. deben hacer compatibles sus **normas de fabricación** para favorecer la posibilidad de la colaboración conjunta en la producción de aerogeneradores.
2. Con el fin de que California cumpla con sus objetivos de energía renovable, ellos pueden obtener la energía renovable desde México. Sin embargo, la ley de California declara que esta energía debe cumplir con las normas de la Ley de Calidad Ambiental de California (CEQA). México debe contar con uno o más **expertos en este ordenamiento** y la aplicabilidad en México.
3. México debe **desarrollar un plan para el reciclaje** y la eliminación de paneles fotovoltaicos usados.
4. México debe **desarrollar un ordenamiento que proteja el sector agrario**, similar a la Ley Williamson para proteger la tierra agrícola colindante con la frontera México/EE.UU.
5. En la Unión Europea, los servicios y beneficios de la REI están bastante vinculados con los objetivos de las políticas de la Unión Europea que están impulsando la utilización de la REI (sustentabilidad, competitividad y seguridad del suministro). Por lo tanto, se puede considerar que son buenos indicadores para evaluar la aportación de los proyectos de red eléctrica inteligente al éxito de los objetivos de estas políticas. **Desarrollar un conjunto de indicadores es una tarea cuya adopción México debe considerar.**
6. Conforme se extiende cada vez más la REI y el uso de energía renovable, México debe considerar la **incorporación de la energía renovable en las instalaciones del sector público y en cualquier programa nacional de viviendas.**

La Tabla 6-3 indica las posibles acciones para prevenir incidentes ambientales relacionados con la implementación de la REI en México.

Tabla 6-3: Acciones para prevenir incidentes ambientales

Acción	Objetivo
Desarrollar un Plan de Prevención de Derrames y Respuesta a Emergencias	Identificar las fuentes, lugares y cantidades de las posibles liberaciones de químicos (a través de derrames, fugas o incendios) y definir las medidas de respuesta y los requisitos de notificación que se van a desarrollar y observar
Desarrollar un Plan de Gestión y Protección contra Incendios	Minimizar el posibilidad de incendios asociados con las sustancias utilizadas y almacenadas en el sitio
Desarrollar un Plan de Gestión de Aguas Pluviales	Garantizar el cumplimiento con las normas y prevenir el desplazamiento fuera del sitio de agua pluvial contaminada
Desarrollar un Plan de Gestión de Vegetación	En caso de que la planta utilice pesticidas/herbicidas
Desarrollar un Plan de Contingencia del Agua	Prevenir la posible contaminación o reducción de agua subterránea y superficial
Desarrollar un Plan de Control de Drenaje, Erosión y Sedimentación	Identificar los patrones de escorrentía del agua superficial y desarrollar las medidas de atenuación para prevenir la erosión del suelo.
Preparar el Plan de Supresión de Polvo	Debe ser específico en cuanto al proyecto y el lugar

7 TAREA 5 – ANÁLISIS ECONÓMICO Y PLAN DE IMPLEMENTACIÓN



El punto central de esta tarea como se explica en los Términos de Referencia, es desarrollar presupuestos aproximados para la implementación fase por fase de la Red Eléctrica Inteligente de México, comenzando con el proyecto piloto de Red Eléctrica Inteligente en curso de la CFE. Se realizó un análisis de costos-beneficios aproximado, utilizando información de la industria sobre los costos asociados a la implementación de Redes Eléctricas Inteligentes, así como también de los beneficios cuantificables de la implementación de Redes Eléctricas Inteligentes.

7.1 ASPECTOS GENERALES

Los sistemas eléctricos alrededor del mundo están enfrentando muchos desafíos. Debido a que mucha de la infraestructura actual de transmisión y distribución se instaló en las décadas de 1950, 60 y 70, muchos de los componentes de la red han llegado a sus límites de vida útil y necesitarán modernizarse para permitir el flujo energético bidireccional entre las fuentes de generación y el consumo. Se espera que continúe la presión en los precios debido al aumento en los costos de los productos básicos, el aumento del consumo y una baja en los inventarios laborales. La utilización de capital para suministrar el incremento de la carga y los requerimientos de confiabilidad puede volverse cada vez más difícil. Las órdenes gubernamentales, los límites de carbono y las regulaciones que limitan las fuentes de generación existentes y nuevas son problemas ambientales que van en aumento.

La Red Eléctrica Inteligente trata de la creación del servicio público eléctrico del siglo XXI. Involucra sistemas "inteligentes" para medir el consumo de electricidad en diferentes momentos del día, nuevas redes de comunicaciones para enviar los datos hacia y desde las empresas de servicios públicos y nuevos sistemas de bases de datos para gestionar y usar los nuevos datos valiosos que los sistemas de Red Eléctrica Inteligente generan. También puede involucrar nuevos sistemas "inteligentes" que puedan responder a las señales automáticamente para encenderse o apagarse, subir o bajar.

Muchas de las estrategias para la red eléctrica se están volviendo rápidamente una realidad debido a los avances en las tecnologías de comunicación, acopladas con la reducción en el costo de los componentes del sistema. La adhesión a las normas de la industria extensamente adoptadas para las interfaces de comunicación crea la posibilidad de una arquitectura abierta. De manera específica, la inclusión de interfaces de Ethernet en dispositivos instalados en la red eléctrica puede facilitar el acceso versátil, reiterado a los dispositivos de la infraestructura eléctrica. Para este esfuerzo, hemos evaluado el potencial para la implementación de una Red Eléctrica Inteligente para la CRE.

Además, la investigación y los análisis conducidos en años recientes han demostrado la forma en que se pueden incluir los activos de generación distribuida y almacenamiento de energía en los planes de la Red Eléctrica Inteligente de las empresas de servicios eléctricos para mejorar el rendimiento. Las aplicaciones de generación distribuida (DG) y almacenamiento de energía deben considerarse parte de la estrategia general de la Red Eléctrica Inteligente de cualquier empresa eléctrica de servicios públicos con el fin de responder a estos cambios y prepararse para los cambios futuros. Estas aplicaciones tienen el potencial de mejorar el uso de los activos a través del recorte de demanda pico; de mejorar la confiabilidad a través de unidades de respaldo distribuidas y de aumentar la flexibilidad y la eficiencia operativa acercando los recursos al consumidor final. La introducción de una combinación de estas aplicaciones también puede reducir el alto costo de las centrales de gran demanda y las emisiones de Gases de Efecto Invernadero que provienen de las formas no renovables de generación. Se prevé que la Red Eléctrica Inteligente redefinirá la forma en la cual las empresas de servicios eléctricos operarán y la manera en la que se gestionará y consumirá la electricidad.

Para este proyecto, hemos evaluado también la rentabilidad de diversas opciones de implementación y brindamos una base para decidir cómo optimizar el desarrollo de una red que conseguiría metas seleccionadas para energía renovable y almacenamiento de energía complementaria.

Este capítulo establece:

- Evaluación Económica del Programa de Energía Renovable
- Evaluación Económica del Programa de la Red Eléctrica Inteligente
- Observaciones y Recomendaciones

7.2 EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE ENERGÍA RENOVABLE

Dadas las tendencias de la industria dirigidas a la Red Eléctrica Inteligente y los crecientes desafíos en el suministro de energía y las restricciones del carbono (incluyendo los requerimientos de programas de eficiencia energética de niveles más altos, procesos comerciales actualizados y participación de empleados, y la creciente presencia de la energía renovable como parte de la cartera energética), el argumento comercial para la automatización del sistema necesita ser evaluado con el fin de entender la función, los requisitos y las conclusiones estratégicas de las opciones de despliegue. En la actualidad, el argumento comercial detrás de la ejecución de la red eléctrica inteligente y de los sistemas de recursos distribuidos a gran escala presenta un reto - uno que cambia conforme se desarrolla la tecnología y la incertidumbre regulatoria se desvanece. En un esfuerzo por responder y prepararse para las acciones obligatorias, las empresas eléctricas de servicios públicos están buscando integrar mayores niveles de penetración de fuentes de energía renovable en su cartera de generación. De manera específica, México se ha fijado la ambiciosa meta de que para el 2024, 35% de toda la producción energética provenga de fuentes de energía renovable.

Con el fin de evaluar el argumento comercial en favor de la Red Eléctrica Inteligente y los recursos de energía distribuidos, se desarrolló un modelo financiero de 10 años para medir la viabilidad de diferentes potenciales enfoques del sistema.

7.2.1 PLANTEAMIENTO DE MODELOS

Para este análisis, hemos desarrollado un modelo financiero y operativo que nos permita medir el posible impacto de un proyecto de energía renovable dedicada en la Red Eléctrica de México con una perspectiva de 10 años.

Con el fin de desarrollar el análisis financiero de un posible programa que presente una combinación de fuentes de energía renovable (Fotovoltaica y eólica) y almacenamiento de energía (Baterías de flujo, NaS y Bromo-Cinc) se utilizó un planteamiento de modelos que nos permita evaluar los posibles aspectos económicos de un programa de recursos de energía distribuida. Los pasos claves involucrados son:

1. Medimos las posibles ventajas de esta iniciativa de acuerdo con los métodos establecidos para demostrar el valor positivo del sistema y a través del uso de fuentes de la industria establecida para una variedad de premisas (por ejemplo, valor de generación, precio de compensación de la regulación de frecuencia, costo de reserva sincronizada, etc.)
2. Evaluamos los costos de la inversión para este esfuerzo y los cargos de depreciación anual asociados.
3. Construimos un método de pronósticos para evaluar los aspectos económicos proyectados para la empresa.

La Tabla 7-1 destaca el resumen de ventajas evaluadas durante este análisis.

Tabla 7-1: Resumen de las Ventajas Evaluadas del Programa

Aplicación	Descripción	Metodología para Cálculo de Ventajas
Aplazamiento de Generación	Reduce el consumo de horas pico del sistema con el fin de reducir las inversiones en generación	Reducción de consumo de horas picos x ahorros por kW
Demanda de Recursos de Mercadeo Mayorista	Reduce el consumo de horas pico del sistema con el fin de proporcionar flexibilidad en los requerimientos de generación durante el consumo de horas pico de verano	Reducción de consumo de horas pico x ahorros por kW
Regulación de Frecuencia	Fuentes de energía en línea, con base a un control de generación automática que puede responder rápidamente a las solicitudes del operador del sistema para movimientos ascendentes y descendentes	Capacidad del sistema x horas por año x precio de autorización de regulación
Reservas Sincronizadas	Fuentes de energía que pueden aumentar la producción inmediatamente en respuesta a la interrupción mayor de generación o transmisión	Capacidad del sistema x horas por año x costo de reserva
Reservas Suplementarias	Los compromisos que pueden disminuirse inmediatamente en respuesta a la interrupción mayor de generación o transmisión	Capacidad del sistema x horas por año x costo de reserva
Integración de Renovables	Involucrarse en (a) atenuar, (b) desplazar y (c) modelar fuentes de energía renovable	Capacidad del sistema x horas por año x ahorros en el costo de combustible
Arbitraje de Energía	Oportunidad para comprar energía a tarifas en horas de carga normal y venderla en tarifas de horas de mayor saturación	Capacidad del sistema x valor de arbitraje
Arranque en negro	Proceso de restaurar una central eléctrica a operación sin el apoyo de la red de transmisión de energía eléctrica externa	Capacidad del sistema x valor contractual x kW
Aplazamiento de transmisión	Reduce el consumo de horas pico del sistema con el fin de reducir las inversiones en la transmisión	Reducción de transmisión x ahorros por kW
Soporte de Voltaje	La inyección o absorción de la energía reactiva para mantener los voltajes del sistema de transmisión dentro de los rangos requeridos	Capacidad del sistema x ahorros de transmisión y distribución por kW
Aplazamiento de distribución	Reduce el consumo de horas pico del sistema con el fin de reducir las inversiones en la distribución	Reducción de distribución x ahorros por kW
Mitigación de Interrupciones	Capacidad de almacenamiento distribuida para mantener la continuidad en el suministro de energía en caso de una interrupción	Reducción de apagones x beneficio por minuto de corte
Calidad de la Energía	Mantener la energía eléctrica que habilita una carga eléctrica y la capacidad de la carga para funcionar correctamente con esa energía eléctrica	Número de eventos de calidad de energía x ahorros por evento
Reducción en Pérdida de Distribución	Las funciones dispersas permiten que la generación existente funcione de manera más eficaz y aumenta la eficacia general del sistema eléctrico	Pérdidas de línea x tasa de mejora x costo de energía al mayoreo

7.2.2 SUPUESTOS DEL MODELO

La Tabla 7-2 destaca los supuestos preliminares del modelo utilizados para este análisis.

Tabla 7-2: Supuestos de los datos del modelo

Supuestos Predeterminados		
	Unidades	Supuesto
<u>Aplazamiento de Generación</u>		
Valor de Generación	por kw-año	\$1,306
Porcentaje de Escalamiento del Valor de Generación	por año	1.0%
<u>Demanda de Recursos de Comercialización al Mayoreo</u>		
Valor de Generación	por kw-año	\$1,306
Porcentaje de Escalamiento del Valor de Generación	por año	1.0%
<u>Regulación de Frecuencia</u>		
Precio de Autorización de Regulación	por kW-mes	\$157.83
Índice de Escalamiento de Precio de Autorización de Regulación	por año	3.5%
<u>Reservas Sincronizadas</u>		
Costo de Reserva	por kW-mes	\$157.83
Índice de Escalamiento de Precio de Autorización de Regulación	por año	-1.0%
<u>Reservas Suplementarias</u>		
Costo de Reserva	por kW-mes	\$25.91
Índice de Escalamiento de Precio de Autorización de Regulación	por año	-1.0%
<u>Integración de Renovables</u>		
Ahorros en Costo de Combustible	por kWh	\$1,0226
Índice de Escalamiento de Ahorros de Costo de Combustible	por año	1.0%
Índice de Aumento de Almacenamiento		100.0%
<u>Arbitraje de Energía</u>		
Valor de Arbitraje	por kw-año	\$0
Índice de Escalamiento del Valor de Arbitraje	por año	0.0%
<u>Arranque en Negro</u>		
Valor del Contrato	por kw-año	\$59.81
Índice de Escalamiento del Valor Contractual	por año	0.0%
<u>Aplazamiento de Transmisión</u>		
Valor de Transmisión	por kw-año	\$59.81
Índice de Escalamiento del Valor de Transmisión	por año	1.8%
<u>Soporte de Voltaje</u>		
Porcentaje de la Carga Controlable	de total	25.0%
Valor de Transmisión	por kw-mes	\$46.89
Valor de Distribución	por kw-mes	\$179.44
Índice de Escalamiento del Valor de Transmisión	por año	1.8%
Índice de Escalamiento del Valor de Distribución	por año	0.0%
<u>Aplazamiento de Distribución</u>		
Valor de Distribución	por kw-mes	\$179.44
Índice de Escalamiento del Valor de Distribución	por año	0.0%
<u>Mitigación de interrupciones</u>		
Impacto de Interrupción Local	por evento	1.0%
Valor de Interrupción - Suministro	por MW - minuto	\$1.31
<u>Calidad de la Energía</u>		
Porcentaje del Impacto	por evento	100.0%
Valor de Interrupción - Suministro	por MW - minuto	\$1.31
<u>Reducción de la Pérdida de Distribución</u>		
Porcentaje del Impacto	por evento	25.0%
Tasa de Pérdida de Línea	por evento	7.0%

Supuestos Predeterminados		
Potencial de Optimización	por evento	10.7%
Valor de Distribución	por kw-mes	\$179.44
Índice de Escalamiento del Valor de Distribución	por año	0.0%

7.2.3 RESULTADOS DE LOS MODELOS

Los recursos de energía distribuida al igual que los programas de energía renovable ofrecen la posibilidad de entregar soluciones mensurables para una amplia variedad de áreas. Un programa bien diseñado puede entregar una diversidad de servicios, incluyendo:

- Disminución de consumo en horas pico del sistema con el fin de reducir las inversiones tanto en generación como en transmisión
- Fuentes de generación que pueden incrementar su potencia de salida inmediatamente en respuesta a la pérdida importante de generación o transmisión
- Compromisos que pueden ser inmediatamente disminuidos en respuesta a la pérdida importante de generación o transmisión
- Participación de fuentes energéticas renovables (a) atenuantes, (b) cambiantes y (c) modeladoras
- Proceso de restauración de una central eléctrica que opere sin apoyo de la red de transmisión de energía eléctrica externa
- La inyección o absorción de energía reactiva para mantener los voltajes de transmisión/sistema dentro de los rangos requeridos
- Disminución de consumo en horas pico del sistema con el fin de reducir las inversiones de distribución
- Capacidad de almacenamiento distribuido para mantener la continuidad en el suministro de energía en caso de una interrupción
- Mantener la energía eléctrica que habilita una carga y la capacidad de la carga para que funcione correctamente con esa energía eléctrica
- Funciones distribuidas que permiten que la generación existente funcione de manera más eficiente y aumente la eficiencia general del sistema eléctrico
- Disminución de emisiones de GHG con el fin de lograr beneficios en pro del medio ambiente y cumplir con los compromisos del cambio climático

Si bien, los resultados del argumento comercial se basan en supuestos de colaborar con expertos en materia local que al final necesitarán ser validados de manera adicional dentro del alcance de un estudio operativo más a fondo, los resultados muestran un escenario posible muy firme para la implementación de los programas de REI a la red eléctrica mexicana como se muestra en la Tabla 7-3.

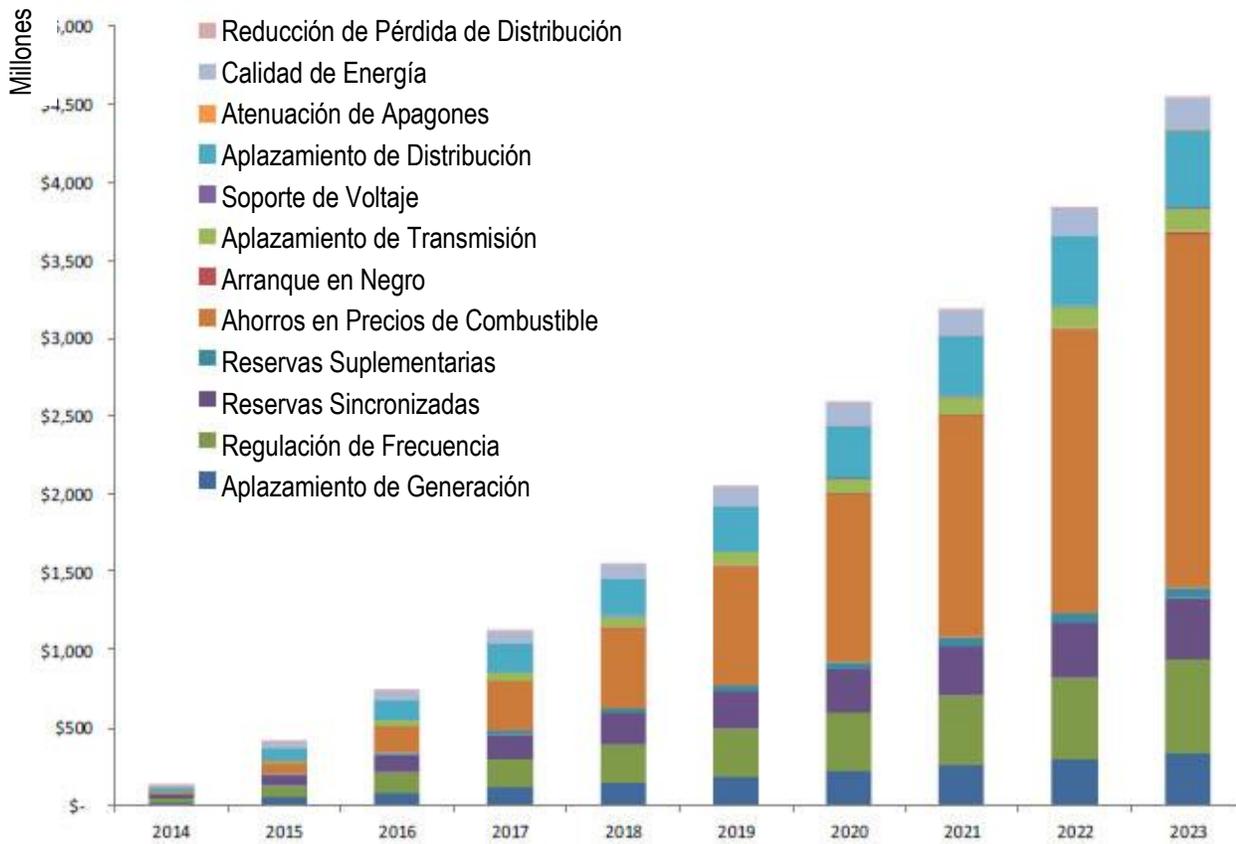
Tabla 7-3: Resultados Financieros Resumidos

<u>Modelo Comercial de Energía Renovable</u>										
Preparado para:						Preparado por:				
<u>Resultados del Argumento Empresarial (\$MM)</u>										
	<u>2014</u>	<u>2015</u>	<u>2016</u>	<u>2017</u>	<u>2018</u>	<u>2019</u>	<u>2020</u>	<u>2021</u>	<u>2022</u>	<u>2023</u>
Ganancias Netas	\$ 128.7	\$ 403.3	\$ 731.3	\$ 1,112.8	\$ 1,548.1	\$ 2,037.4	\$ 2,581.0	\$ 3,179.1	\$ 3,832.0	\$ 4,540.0
Depreciación	\$ 197.7	\$ 358.9	\$ 492.1	\$ 603.5	\$ 698.1	\$ 779.5	\$ 850.4	\$ 912.9	\$ 968.6	\$ 1,018.8
Ingreso Neto	\$ (69.0)	\$ 44.4	\$ 239.2	\$ 509.2	\$ 849.9	\$ 1,257.9	\$ 1,730.6	\$ 2,266.2	\$ 2,863.4	\$ 3,521.2
CapEx	\$ 1,977.2	\$ 1,612.0	\$ 1,331.5	\$ 1,114.7	\$ 945.9	\$ 813.5	\$ 708.7	\$ 625.0	\$ 557.3	\$ 502.1
Flujo de Caja	\$ (1,848.5)	\$ (1,206.7)	\$ (600.3)	\$ (1.9)	\$ 602.2	\$ 1,223.9	\$ 1,872.2	\$ 2,554.1	\$ 3,274.7	\$ 4,037.9
Flujo de Caja Acumulativo	\$ (1,848.5)	\$ (3,057.2)	\$ (3,057.2)	\$ (3,569.4)	\$ (3,057.2)	\$ (1,833.4)	\$ 38.9	\$ 2,593.0	\$ 5,867.6	\$ 9,905.5
<u>Métrica Financiera</u>										
NPV	\$ 17,033.7									
Tasa de Rendimiento Interno (IRR)	40.2%									

Pronosticamos que los beneficios anuales totales aumentarán de MXN \$ 145 millones de pesos el primer año a MXN 4,870 mil millones de pesos para el año 10. En principio, este beneficio se logra reconociendo las oportunidades para obtener la reducción de costos en los precios de combustible, logrando así beneficios adicionales reduciendo la regulación de frecuencia y los costos de reserva sincronizados y posibilitando el aplazamiento del capital de distribución y generación tal como se describe en la Tabla 7-4.

Además, el Valor Neto Actual en total (NPV) del proyecto se calcula en MXN \$17.0 mil millones de pesos mientras que la Tasa de Rendimiento Interno (IRR) se calcula que es 40.2%.

Tabla 7-4: Fuentes Proyectadas de Beneficios Anuales



Beneficios (Anuales)										
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	\$ 128,729,716	\$ 403,319,663	\$ 731,258,359	\$ 1,112,762,987	\$ 1,548,059,281	\$ 2,037,381,897	\$ 2,580,974,805	\$ 3,179,091,696	\$ 3,831,996,400	\$ 4,539,963,333
Aplazamiento de Generación	\$ 17,186,433	\$ 49,355,743	\$ 82,166,720	\$ 115,628,982	\$ 149,752,271	\$ 184,546,464	\$ 220,021,566	\$ 256,187,714	\$ 293,055,184	\$ 330,634,38
Regulación de Frecuencia	\$ 25,351,398	\$ 74,426,110	\$ 126,904,997	\$ 182,966,234	\$ 242,796,299	\$ 306,590,335	\$ 374,552,528	\$ 446,896,502	\$ 523,845,726	\$ 605,633,948
Reservas Sincronizadas	\$ 24,579,985	\$ 69,327,921	\$ 113,178,439	\$ 156,145,015	\$ 198,240,942	\$ 239,479,335	\$ 279,873,137	\$ 319,435,114	\$ 358,177,865	\$ 396,113,817
Reservas Suplementarias	\$ 4,035,307	\$ 11,381,597	\$ 18,580,556	\$ 25,634,399	\$ 32,545,306	\$ 39,315,432	\$ 45,946,901	\$ 52,441,809	\$ 58,802,225	\$ 65,030,187
Ahorros en Precio de Combustible	\$ 9,373,551	\$ 61,288,605	\$ 163,042,111	\$ 314,634,068	\$ 516,064,477	\$ 767,333,337	\$ 1,068,440,650	\$ 1,419,386,414	\$ 1,820,170,629	\$ 2,270,793,297
Arranque en Negro	\$ 781,716	\$ 2,224,884	\$ 3,668,052	\$ 5,111,220	\$ 6,554,388	\$ 7,997,556	\$ 9,440,724	\$ 10,883,892	\$ 12,327,060	\$ 13,770,228
Aplazamiento de Transmisión	\$ 7,444,503	\$ 21,531,046	\$ 36,121,541	\$ 51,229,552	\$ 66,868,969	\$ 83,054,014	\$ 99,799,248	\$ 117,119,578	\$ 135,030,269	\$ 153,546,947
Soporte de Voltaje	\$ 370,690	\$ 1,058,613	\$ 1,751,786	\$ 2,450,349	\$ 3,154,447	\$ 3,864,229	\$ 4,579,847	\$ 5,301,455	\$ 6,029,213	\$ 6,763,283
Aplazamiento de Distribución	\$ 28,141,776	\$ 80,095,824	\$ 132,049,871	\$ 184,003,919	\$ 235,957,967	\$ 287,912,015	\$ 339,866,062	\$ 391,820,110	\$ 443,774,158	\$ 495,728,206
Atenuación de Apagones	\$ 224,274	\$ 638,318	\$ 1,052,363	\$ 1,466,407	\$ 1,880,451	\$ 2,294,495	\$ 2,708,540	\$ 3,122,584	\$ 3,536,628	\$ 3,950,672
Calidad de Energía	\$ 11,213,699	\$ 31,915,912	\$ 52,618,126	\$ 73,320,339	\$ 94,022,552	\$ 114,724,766	\$ 135,426,979	\$ 156,129,192	\$ 176,831,406	\$ 197,533,619
Reducción en Pérdidas de Distribución	\$ 26,383	\$ 75,090	\$ 123,797	\$ 172,504	\$ 221,211	\$ 269,918	\$ 318,624	\$ 367,331	\$ 416,038	\$ 464,745

El ingreso neto se vuelve positivo el segundo año de operación del sistema como se muestra en la Figura 7-1: Pronóstico del Impacto en el Ingreso Neto.

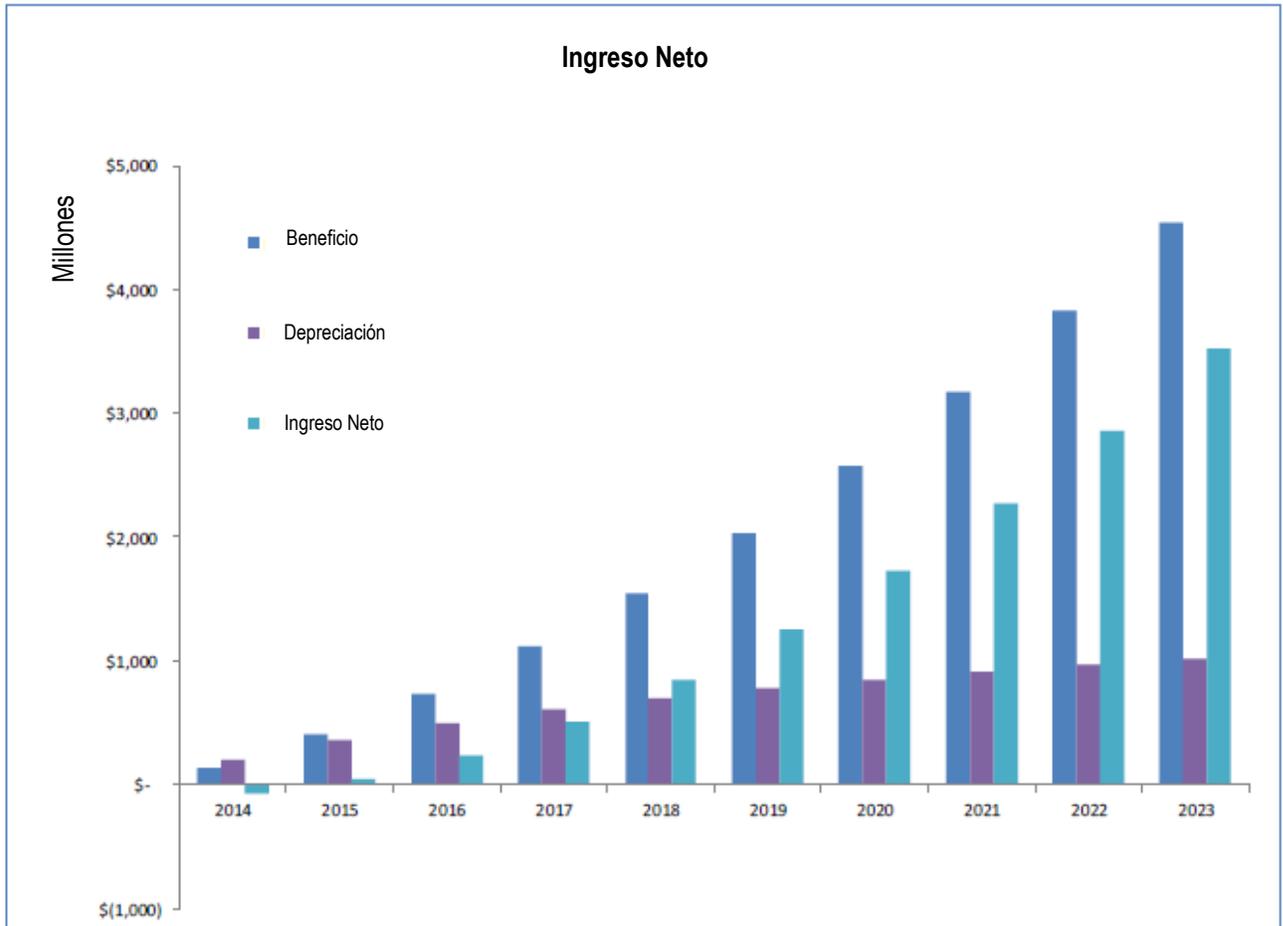


Figura 7-1: Pronóstico del Impacto en el Ingreso Neto

El pronóstico indica la total restitución de todo el capital invertido para el 7o. año de operación como se demuestra a continuación en la Figura 7-2.

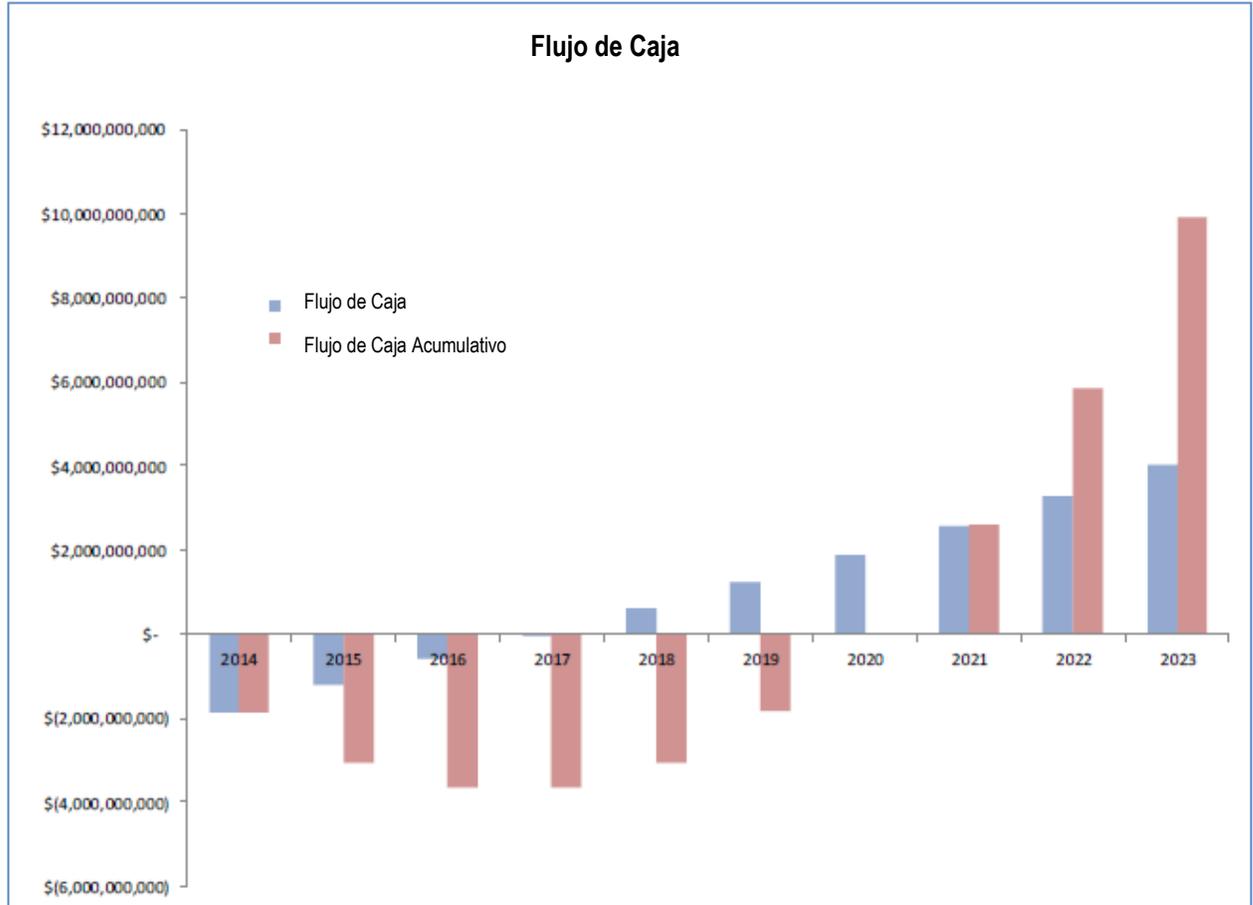


Figura 7-2: Impacto Pronosticado en el Flujo de Caja

Como se muestra en la Figura 7-3: Gastos de Capital Estimados se anticipa que los gastos de capital vayan a la baja con el paso del tiempo conforme el costo de las fuentes de energía renovable distribuidas se reduce a un ritmo de MXN \$/kW:

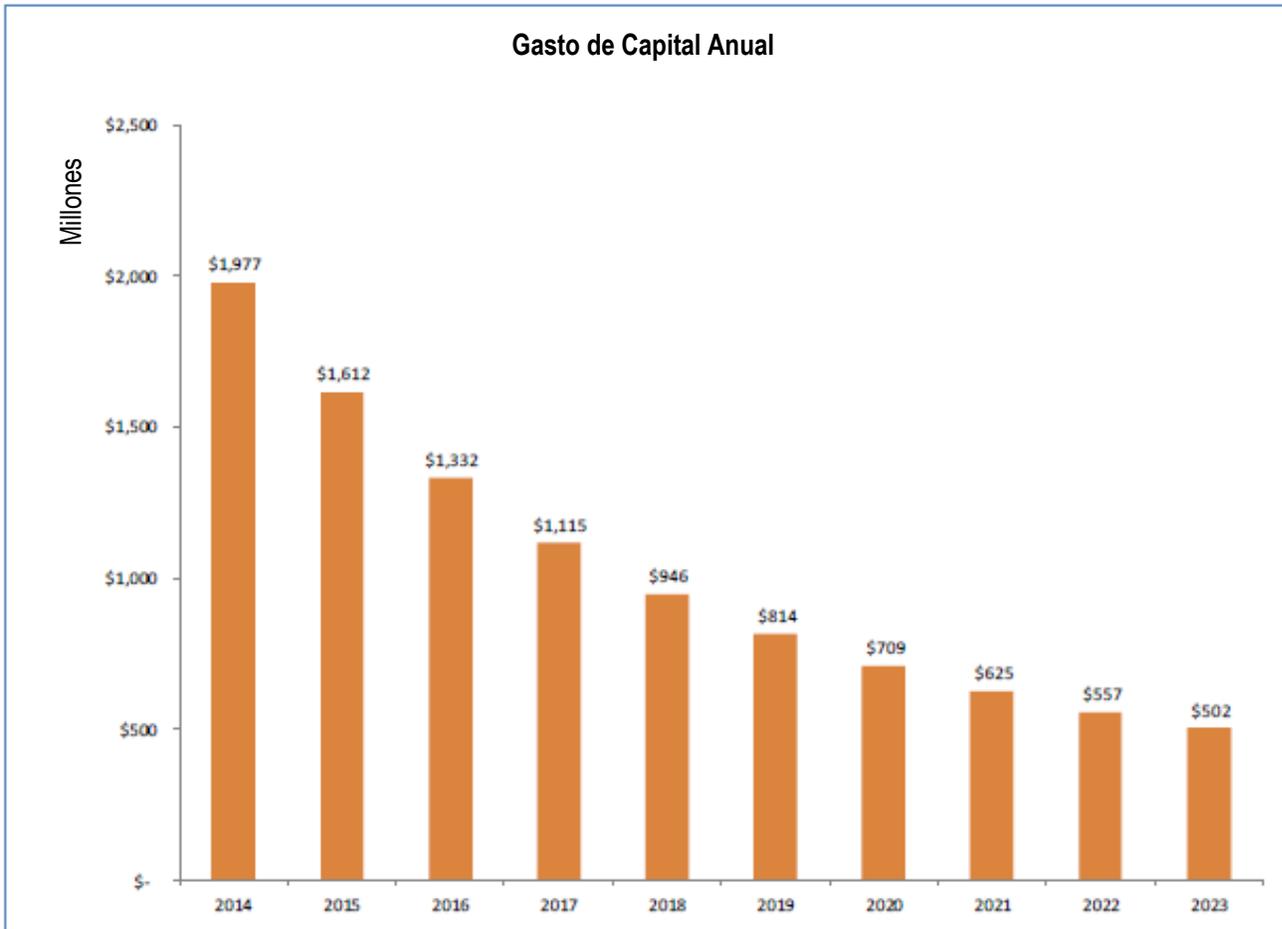


Figura 7-3: Gastos de Capital Estimados

Con base en las conclusiones del estudio, los elementos clave para las posibles ventajas de este programa incluyen:

- Ahorros en el precio de combustible - Al integrar los renovables a la red eléctrica de modo integral (uno que suponga reforzamiento efectivo de los recursos), podemos reducir la dependencia en las fuentes de combustible tradicionales y los gastos asociados.
- Regulación de Frecuencia - Algunos Recursos de Energía Renovable proporcionan soporte para la regulación.
- Reservas Sincronizadas - El programa de energía renovable nos permitirá dar energía a fuentes que pueden aumentar la producción inmediatamente en respuesta a una interrupción mayor de generador o transmisión
- Aplazamiento de Distribución y generación - La reducción del consumo de horas pico del sistema puede permitir el aplazamiento de las inversiones en las redes de distribución y los recursos de generación.

La Figura 7-4 y la Figura 7-5 siguientes son dos ilustraciones de los cinco beneficios principales pronosticados para tal iniciativa:

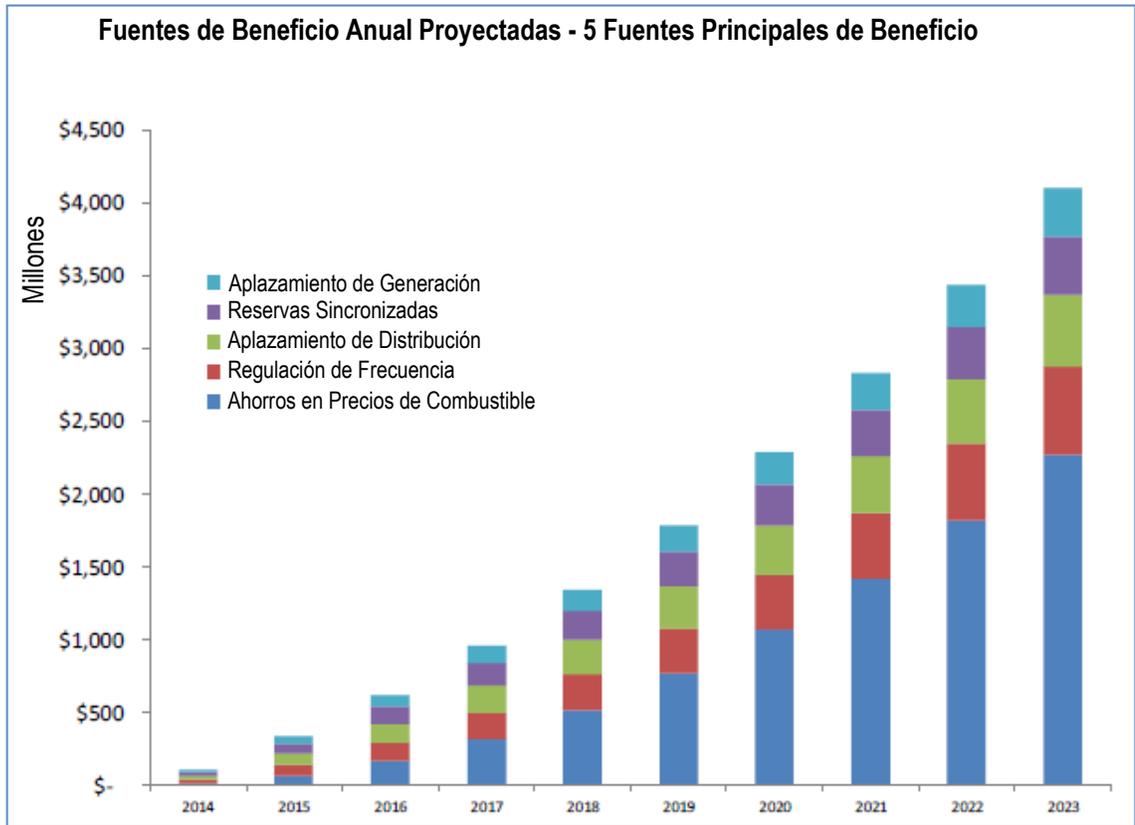


Figura 7-4: Beneficios anuales acumulativos proyectados de las cinco fuentes principales de beneficio

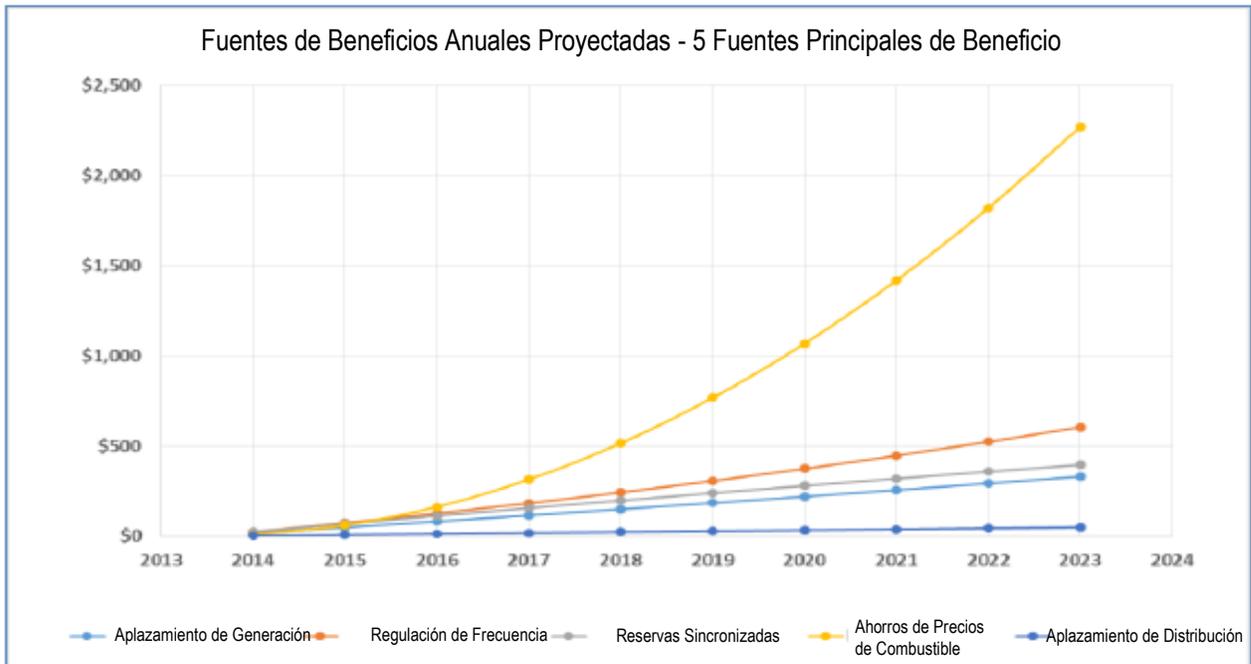


Figura 7-5: Beneficios anuales proyectados de cada una de las cinco fuentes principales de beneficio

7.3 EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE

Las empresas de servicios públicos eléctricos históricamente han logrado el mayor valor y eficiencia posible con los controles manuales. Sin embargo, en la actualidad, vemos un cambio importante en el pensamiento dentro del sector del servicio público eléctrico conforme éste aborda el tema de construir la infraestructura eléctrica que garantice servicio eléctrico confiable y rentable a partir de una serie de retos que están ocurriendo todos al mismo tiempo a nivel internacional:

- Los especialistas en la industria calculan que las pérdidas para la economía debido a interrupciones, perturbaciones de calidad y otros eventos que ascienden a cientos de miles de millones anualmente, requieren una aceleración en la rotación de los activos de capital, incluyendo las instalaciones de generación, transmisión y distribución.
- Los difíciles tiempos financieros están poniendo en duda como pueden continuar teniendo acceso las empresas de servicios públicos eléctricos al capital necesario para mantener el ritmo con los requisitos del sistema proyectado debido a las restricciones de la red eléctrica legada²³³.
- La fluctuación en los costos del combustible y los costos de capacidad de los precios del carbón y gas natural al mismo tiempo amenaza con provocar una sacudida económica importante para los consumidores.
- Aunque la presencia de las tecnologías en evolución ofrece oportunidades para explorar nuevas estrategias para producir eficientemente electricidad a los consumidores, las empresas de servicios públicos eléctricos con frecuencia se ven paralizadas debido a las obstrucciones que presentan las redes eléctricas en operación que de muchas maneras no están diseñadas para integrarse con las nuevas propuestas técnicas.

Este conjunto de situaciones - que ocurren al mismo tiempo - presenta una forma de "tormenta perfecta" que desafía a la industria del servicio público eléctrico a que identifique la propuesta óptima y entregue electricidad rentable y confiable a los clientes en el siglo XXI. La "Red Eléctrica Inteligente" - una forma de agregar inteligencia y nuevos protocolos a la red eléctrica nacional - es vista por muchos como la manera de superar los desafíos dentro del sector. Aunque los componentes específicos de cualquier determinada red eléctrica inteligente pueden variar con base en las necesidades particulares de un área o infraestructura determinada, hay algunas marcas distintivas comunes en la utilización de la red eléctrica inteligente.

- Aumento en los controles digitales de toda la red eléctrica en lugar de un énfasis continuo en los sistemas electromecánicos y/o analógicos
- Sólidas comunicaciones bidireccionales a lo largo de la red que permiten al operador eléctrico ver y responder a los eventos en línea
- Sistemas que permiten a la empresa de servicios público eléctricos trabajar con generación distribuida y almacenamiento de energía en lugar de solo la generación central convencional
- Sistemas que permiten a los operadores del sistema interactuar con toda la red eléctrica en lugar de tan solo con componentes aislados
- Aumento en el número de monitores y sensores a lo largo de la red eléctrica.
- Aumento de atribuciones del sistema que proveen total monitoreo y una eliminación del gran número de puntos "ciegos" a lo largo de la red
- Sistemas de restauración basados en información de tiempo real que dirigen de inmediato a la fuerza laboral de la empresa al problema, en lugar de basarse en métodos de restauración puramente manuales.

²³³ Para los fines de este análisis, suponemos que toda la red nacional mexicana sería modernizada. No obstante, un análisis operativo más detallado sugiere que un esfuerzo de modernización más limitado podría resultar en un argumento comercial más sólido.

- Sistemas que proporcionan protección flexible y aislamiento del sistema para evitar las tendencias hacia fallas y cortes del sistema.
- Sistemas que verifiquen de forma remota el equipo en la red y elimine la dependencia de inspecciones manuales.
- Establecimiento de sistemas de soporte de decisión automatizada y confiabilidad pronosticable
- Sistemas de control más generalizado que dé a los operadores del sistema mayor control sobre los flujos energéticos
- Información completa de precios que se transmita a los clientes
- Mayor grado de elección para el cliente en el consumo de electricidad

El Sistema de Entrega de Electricidad está compuesto de todos los elementos físicos que producen, transportan, distribuyen y usan electricidad, tales como generadores, líneas de transmisión y distribución y dispositivos de uso final. También incluye todos los dispositivos que perciben y controlan el flujo de electricidad a través del sistema de entrega, tales como interruptores, limitadores de corriente de fallas, capacitores y otros dispositivos de línea.

El Sistema de Información/Inteligencia está compuesto de los datos generados por los sensores y los controles, la arquitectura de las comunicaciones utilizada para comunicar los datos y los procesos de planeación y administración (y posiblemente, los sistemas de software) que usan los datos.

Como se muestra en la Figura 7-6, una característica clave que hace a la red "inteligente" es la capacidad de comunicarse de manera imperceptible entre estos dos sistemas paralelos en todos los niveles, incluyendo el consumo de uso final.

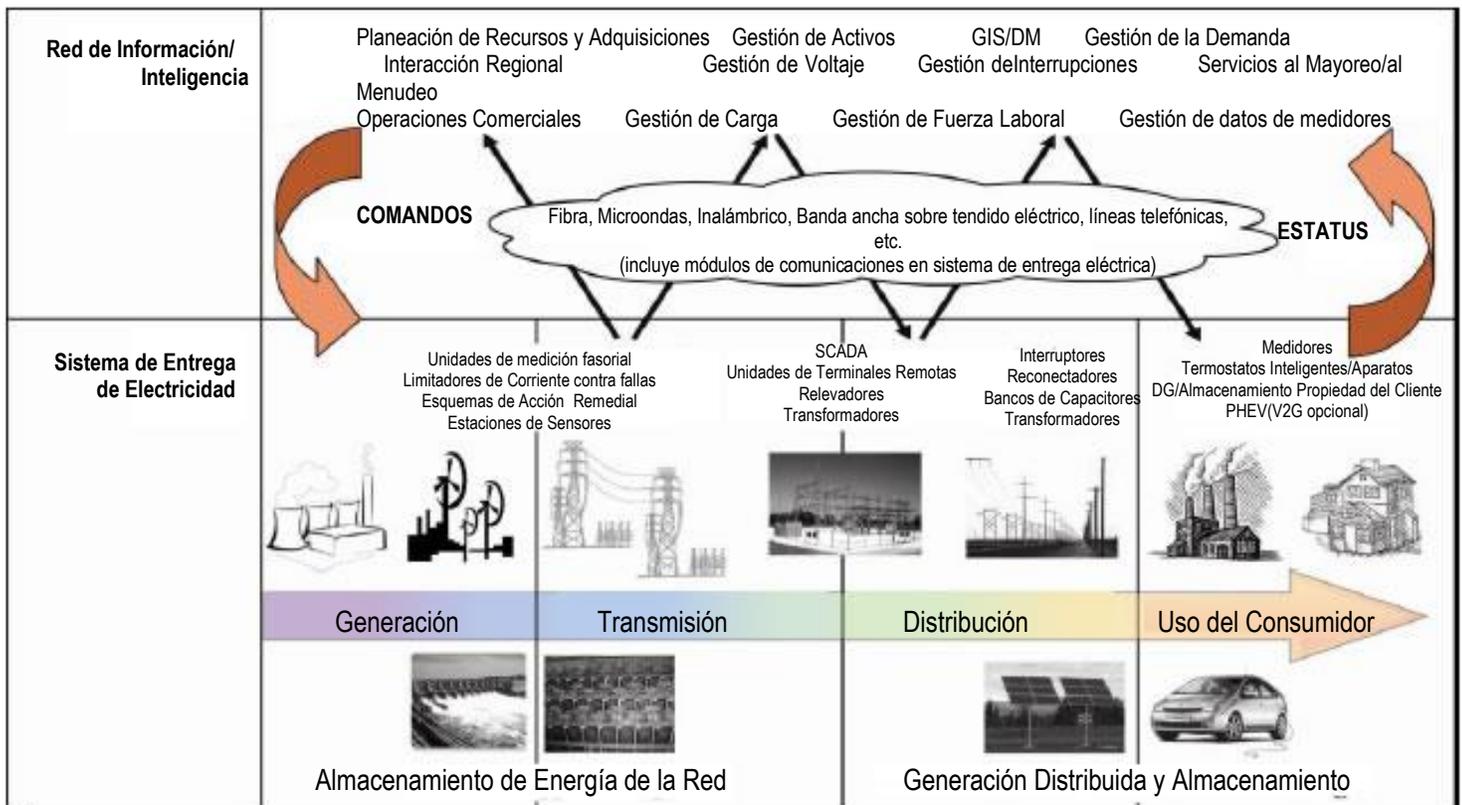


Figura 7-6: Marco de la Red Eléctrica Inteligente de Alto Nivel

7.3.1 ESTRATEGIA DEL MODELO

Para la evaluación de la Red Eléctrica Inteligente, hemos desarrollado un modelo financiero y operativo adicional que nos permita medir el posible impacto de los programas dentro del alcance de (a) transmisión, (b) distribución y (c) carga del cliente. De manera específica, hemos analizado la oportunidad que concierne específicamente a la red eléctrica mexicana. En cada elemento del análisis, reunimos datos relacionados con los aspectos de la red eléctrica mexicana y por lo tanto realizamos ejercicios de modelado que fueron apropiados para la potencial oportunidad en México.

Con el fin de desarrollar el análisis financiero de un programa en potencia, se utilizó una estrategia de modelos que permite la evaluación de la potencial economía de la implementación de una propuesta para Red Eléctrica Inteligente. Los pasos clave incluidos son:

1. Se midieron los potenciales beneficios de cada uno de los programas de automatización de sistemas seleccionados en la transmisión (sincrofasores, monitoreo de temperatura de línea, mantenimiento predictivo de subestación, actualización de SCADA), la distribución (Infraestructura de Medición Avanzada-AMI, conectar/desconectar, detección de fallas, monitoreo de voltaje, equilibrio de fase y carga, monitoreo de la temperatura de la compuerta del alimentador) y programas de cliente (gestión de demanda de energía, recursos de energía distribuida, servicio al cliente)
2. Se evaluaron los costos de capital para cada programa y se evaluaron los costos de depreciación anual asociados
3. Se construyó un modelo de pronóstico a 20 años para evaluar la economía general proyectada para la empresa

Tabla 7-5: Controles del Programa Integrados al Modelo

Transmisión	
	<u>Encendido/Apagado</u>
Sincrofasores	Encendido
Monitoreo de Temperatura de Línea	Encendido
Mantenimiento Predictivo de Subestación	Encendido
Actualización de SCADA	Encendido

Distribución	
	<u>Encendido/Apagado</u>
Infraestructura de Medición Avanzada- AMI	Dispersa
Conectar/Desconectar	Dispersa
Detección de Fallas	Dispersa
Monitoreo de Voltaje	Encendido
Equilibrio de Fase y Carga	Encendido
Monitoreo de Temperatura de Compuerta de Alimentador	Encendido

Cliente	
	<u>Encendido/Apagado</u>
Gestión de Demanda de Energía	Encendido
Recursos de Energía Distribuida	Encendido
Servicio al Cliente	Encendido

7.3.2 SUPUESTOS DEL MODELO

Las siguientes tablas ilustran los supuestos utilizados en el análisis de los modelos para la Red Eléctrica Inteligente (nota - todas las cifras de financiamiento se indican en Pesos Mexicanos):

Tabla 7-6: Supuestos Base

Datos demográficos		
<u>Índice de Crecimiento</u>		
Medidores		2.8%
Carga		3.5%
Subestaciones		3.5%
Alimentadores		2.0%
<u>Medidores</u>		
Residenciales		33,311,490
Comerciales		3,701,822
Industriales		285,840
En Minas		-
Otros		-
<u>Ventas Anuales (\$MM)</u>		
Residenciales	\$	60,702.1
Comerciales	\$	40,625.8
Industriales	\$	189,475.6
En Minas	\$	-
Otros	\$	-
<u>Suministro de Electricidad (MM kWh)</u>		
Residenciales		52,557
Comerciales		13,734
Industriales		120,561
En Minas		-
Otros		-
<u>Consumo de horas pico del Sistema (MW)</u>		
Verano		40,271.0
Invierno		34,549.0

Infraestructura	
Alimentadores de Línea Principal	10,148
Transformadores de Distribución	1,327,958
Transformadores de Distribución - Otros	-
Subestaciones	1,899
Transformadores de Subestación	2,639
Sitios de Generación	-

Tabla 7-7: Supuestos de Transmisión

Sincrofasores		
<u>Reducción en Pérdida de Ingresos</u>		
Minutos de Cliente Fuera		1,570,294,299
Diagnóstico y Respuesta %		60.0%
Reparación %		40.0%
Reducción en el Tiempo de Diagnóstico y Respuesta		10.0%
Reducción en Tiempo de Reparación		10.0%
Ingreso Perdido por Minuto	\$	0.0500
Costo de Energía Marginal		36.2%
<u>Ahorros de Mano de Obra</u>		
Interrupciones Anuales		10.000
Horas de Mano de Obra por Interrupción		2.89
Porcentaje de Mano de Obra	\$	250.00
Monitoreo de Temperatura en Línea		
<u>Mantenimiento de Líneas</u>		
Mantenimiento Anual CapEx	\$	60,000,000
Mantenimiento Anual OpEx	\$	10,000,000
Porcentaje de Reducción		15.0%
<u>Impacto de Interrupción</u>		
Minutos de Cliente Fuera		1,470,294.299
Porcentaje de Interrupción de Transmisión		2.0%
Porcentaje de Reducción		15.0%
Ingresos perdidos por Minuto	\$	0.0500
Costo de Energía Marginal		36.2%
Mantenimiento Predictivo de Subestación		
<u>Reducción del Presupuesto de Mantenimiento</u>		
Mantenimiento Anual CapEx	\$	60,000,000
Mantenimiento Anual OpEx	\$	10,000.00
Índice de Mantenimiento Predictivo Actual		20.0%
Índice de Mantenimiento Predictivo Potencial		60.0%
Ahorro Anual Actual	\$	1,000,000
Actualización de SCADA		
<u>Inspección de Subestación</u>		
Gasto de Inspección Anual	\$	8,000,000
Porcentaje de Reducción		40.0%
<u>Eficiencia de Capital</u>		
Presupuesto de Actualización Anual	\$	5,000,000
Porcentaje de Reducción		1.5%

Tabla 7-8: Supuestos de Distribución (Parte 1)

Infraestructura de Medición Avanzada-AMI			
	<u>Reposición</u>	<u>Actualización</u>	<u>Disperso</u>
<u>Lectura de medidores</u>			
Costo de lectura de medidores	\$ 6.00	\$ 6.00	-
<u>Lectura de facturación</u>			
Días promedio para acelerar cobranza	2.00	2.00	0.40
<u>Manipulación</u>			
Pérdida estimada por manipulación	\$ 13,000,000,000	\$ 13,000,000,000	\$ 13,000,000,000
Aumento de facturación proyectado	25.0%	25.0%	12.5%
<u>Calibración de medidores</u>			
Pérdida de uso en Calibración defectuosa	\$ 25,000,000	\$ 25,000,000	\$ 25,000,000
Reducción de Gasto	75.0%	0.0%	15.0%
<u>Instalación Vacante</u>			
Ingresos de Instalación Vacante	1,000,000,000	1,000,000,000	1,000,000,000
Reducción de Gasto	30.0%	30.0%	6.0%
<u>Medidores defectuosos</u>			
Porcentaje de Medidores Electromecánicos	27.0%	27.0%	27.0%
Relación de Medidores Lentos :Rápidos	9	9	9
Índice de Pérdida de Medidores Defectuosos Promedio	2.1%	2.1%	2.1%
Índice de Medidores Incorrectos	3.2%	3.2%	3.2%
Reducción de Gasto	100.0%	0.0%	20.0%
<u>Análisis de Medidores</u>			
Medidores probados al Año	-	-	-
Costo de Evaluación de Medidores	\$ -	\$ -	\$ -
Reducción de Gasto	0.0%	0.0%	0.0%
<u>Lecturas Especiales</u>			
Lecturas Especiales Anuales	17,736	17,736	17,736
Costo por Lectura Especial	\$ 70.00	\$ 70.00	\$ 70.00
Reducción de Gasto	90.0%	90.0%	18.0%
<u>OK al Llegar</u>			
Número de Visitas OK al Llegar	250,000	250,000	250,000
Costo por Rodamiento de Camión	\$ 250.00	\$ 250.00	\$ 250.00
Reducción de Gasto	50.0%	50.0%	10.0%
<u>Ahorros de Flotilla</u>			
Vehículos de Lectura de medición	2,000	2,000	2,000
Costo de Operación por Vehículo	\$ 50,000	\$ 50,000	\$ 50,000
Porcentaje de Reducción Vehicular	90.0%	90.0%	0.0%
<u>Emisiones</u>			

Infraestructura de Medición Avanzada-AMI			
Número promedio de millas por Vehículo de Lectura de Medición	-	-	-
Número de Vehículos de Lectura de Medición	-	-	-
Tasa de Reducción Vehicular	0.0%	0.0%	0.0%
Reducción de CO ₂ por Milla (gramos)	-	-	-
Conectar/Desconectar			
	<u>Reposición</u>	<u>Actualización</u>	<u>Disperso</u>
<u>Reducción Laboral</u>			
Actividades Anuales de Desconexión	4,182,324	4,182,324	4,182,324
Gasto Anual de Cobranza en Campo	\$ 10,000,000	\$ 10,000,000	\$ 10,000,000
Reducción de Desconexión	90.0%	90.0%	18.0%
<u>Reducción de Cuentas Incobrables</u>			
Cuentas Anuales Incobrables	\$ 4,608,974,650	\$ 4,608,947,650	\$ 4,608,947,650
Reducción de Pérdidas	25.0%	25.0%	5.0%
<u>Emisiones</u>			
Vehículos de Cobranza en Campo Impactados	-	-	-
Número Promedio de Millas Anuales por Vehículo	-	-	-
Reducción de CO ₂ por Milla (gramos)	-	-	-

Tabla 7-9: Supuestos de Distribución (Parte 2)

Monitoreo de Voltaje		Detección de Fallas			
<u>Reducción de Pérdidas</u>		<u>Interrupción de Alimentadores</u>			
Pérdidas en Líneas (kWh)	20,553,685.075	Interrupciones relacionadas con Alimentador	2.500		2.500
Costo Promedio para producir 1 kWh	\$ 0.500	Horas Hombre por Interrupción de Alimentador	10.00		10.00
Disminución de pérdida prevista con automatización	10.7%	Índice de Reducción Laboral	50.0%		25.0%
Potencial de Optimización	25.0%	Costo de Mano de Obra	\$ 250.00	\$	250.00
<u>Reducción de Capacidad</u>		<u>Detección de Fallas en Elementos de Distribución</u>			
Porcentaje de Pérdida en Líneas	11.00%	Fallas Anuales de Elementos	50.000		50.000
<u>Optimización de Voltaje Nominal</u>		Tasa de Detección de Fallas	50.0%		25.0%
Voltaje Base	120.00	Reemplazos realizados durante tiempo extra	25.0%		25.0%
Reducción de Voltaje para Optimización del Sistema	2.2%	Jornadas por Reemplazo	18.0		18.0
Potencial de Optimización	5.0%	Jornadas Normales	\$ 250.00	\$	250.00
Costo Promedio para Producir 1 kWh	\$ 0.500	Jornadas Horas Extra	\$ 375.00	\$	375.00
<u>Emisiones</u>		<u>Optimización de Transformador</u>			
Impacto de Uso en Horas de Consumo Pico	0.0%	Vida Promedio del Transformador	30		30
Emisiones de CO ₂ promedio (gramos) por kWh	-	Extensión de Vida del Transformador	10.0%		5.0%
Compensación de Fases y Cargas		Costo del Transformador	\$ 140,000	\$	140,000
<u>Reducción de Pérdidas</u>		<u>Reparación de Conductor</u>			
Pérdidas de Líneas de Distribución (kWh)	20,553,685.075	Fallas de Conductor por Año	7,500		7,500
Reducción de Pérdidas en Líneas por Compensación de Fases	1.0%	Costo por Conexión de Conductor	\$ 7,500	\$	7,500
Reducción de Pérdidas de Líneas por Compensación de Cargas	2.0%	Tasa de Reducción	50.0%		25.0%
Costo promedio para producir 1 kWh	\$ 0.500	<u>Gestión de Interrupción</u>			
<u>Emisiones</u>		Minutos de Cliente Fuera	1,570,294,299		1,570,294,299
Impacto de Uso en Horas Pico	0.0%	Diagnóstico y Respuesta %	60.0%		60.0%
Emisiones Promedio de CO ₂ (gramos) por kWh	-	Reparación %	40.0%		40.0%
Monitoreo de Temperatura de Compuerta de Alimentador		Reducción en Tiempo de Diagnóstico y Respuesta	30.0%		15.0%
<u>Reducción de Capacidad</u>		Reducción en Tiempo de Reparación	12.0%		6.0%
Potencial de Reducción de Capacidad	26.9%	Ingresos Perdidos por Minuto	\$ 0.0500	\$	0.0500
Impacto del sistema	10.0%	Costo de Energía Marginal	36.2%		36.2%
Índice de utilización	4.2%	<u>Interrupciones generales</u>			
		Interrupciones anuales	200,000		200,000
		Horas laborales por Interrupción	2.89		2.89
		Tarifa de Mano de Obra	\$ 250.00	\$	250.00
		Reducción en tiempo de reparación	25.0%		12.5%

7.3.3 RESULTADOS DE LOS MODELOS

Nuestro planteamiento de modelos financieros analizó y calculó los impactos financieros progresivos con relación a la estructura de costos vanguardista de dónde estará CFE si continua adelante sin la red eléctrica inteligente (el negocio como siempre). Es decir, medimos el rendimiento financiero con relación a dónde la CFE estaría sin la Red Eléctrica Inteligente en cada punto del tiempo en lugar de donde se encuentra en la actualidad. En efecto, cada actor debe considerar el costo de una 'estrategia de Red Eléctrica no Inteligente'. Una vez concluida la evaluación, podemos considerar la propuesta de verdadero valor de la Red Eléctrica Inteligente frente a la Estrategia 'de No hacer Nada'.

Desde el punto de vista de la tecnología, las Redes Eléctricas Inteligentes tienen todas como objetivo la aplicación de nuevas tecnologías para reducir el costo, aumentar la eficiencia y mejorar la calidad y confiabilidad del servicio eléctrico. Consideramos cinco tecnologías clave que son la esencia de las Redes Eléctricas Inteligentes, y hemos adoptado esta misma perspectiva para elaborar una definición de la Red Eléctrica Inteligente. Los cinco aspectos del esfuerzo para una Red Eléctrica Inteligente son los siguientes²³⁴ :

- **Comunicaciones Integrales** - Conectar todos los componentes de la red eléctrica, a través de arquitecturas abiertas, lo que dará información y control en tiempo real de la Red Eléctrica y de ese modo permitirá que cada componente "hable" así como "escuche".
- **Monitoreo y Medición** - Los dispositivos que monitorean y miden diversos aspectos de la operación de la red y de ese modo soportan la respuesta más rápido y con más exactitud tal como un monitoreo remoto de voltaje, corriente, ángulos de fase, etc.
- **Componentes Avanzados** - Aplicando las tecnologías más nuevas de superconductividad que reducen las pérdidas de línea, almacenamiento que permite el uso de generación fuera de las horas pico para cumplir con los requerimientos del periodo de horas pico y la electrónica de potencia y el diagnóstico que mejorarán la operación y eficiencia de la red de energía eléctrica.
- **Controles Avanzados** - Monitoreo de componentes esenciales en tiempo real y de ese modo posibilitar la detección temprana y el diagnóstico rápido con el fin de dar soluciones precisas adecuadas a cualquier evento antes de que estos puedan provocar reacción en cadena hacia mayores problemas.
- **Interfaces Mejoradas y Soporte de Decisión** – Mejorar la toma de decisiones humana - brindando a los operadores de la red eléctrica y a los gerentes la información y aptitud que les dé la oportunidad de operar como visionarios cuando se trata de ver en sus sistemas.

Con base en el análisis conducido en datos reunidos de la CFE, pronosticamos que el argumento comercial general de la Red Eléctrica Inteligente para CFE ofrece el potencial de sumar valor considerable para los actores clave participantes:

- NPV = MXN \$34.0 miles de millones de pesos
- Tasa de Rendimiento Interno = 11.9%
- Erogación de Capital a 20 Años = MXN \$169.6 miles de millones de pesos

De la Figura 7-7 a la Figura 7-11 se muestran los resultados del análisis.

²³⁴ Este marco proviene del Departamento de Energía de los Estados Unidos. Aunque la utilización de cualquier red eléctrica inteligente mexicana no necesariamente seguiría el marco de EE.UU., estamos de acuerdo en que es una forma útil de ver cualquier esfuerzo de planeación para redes eléctricas inteligentes, independientemente de la geografía.

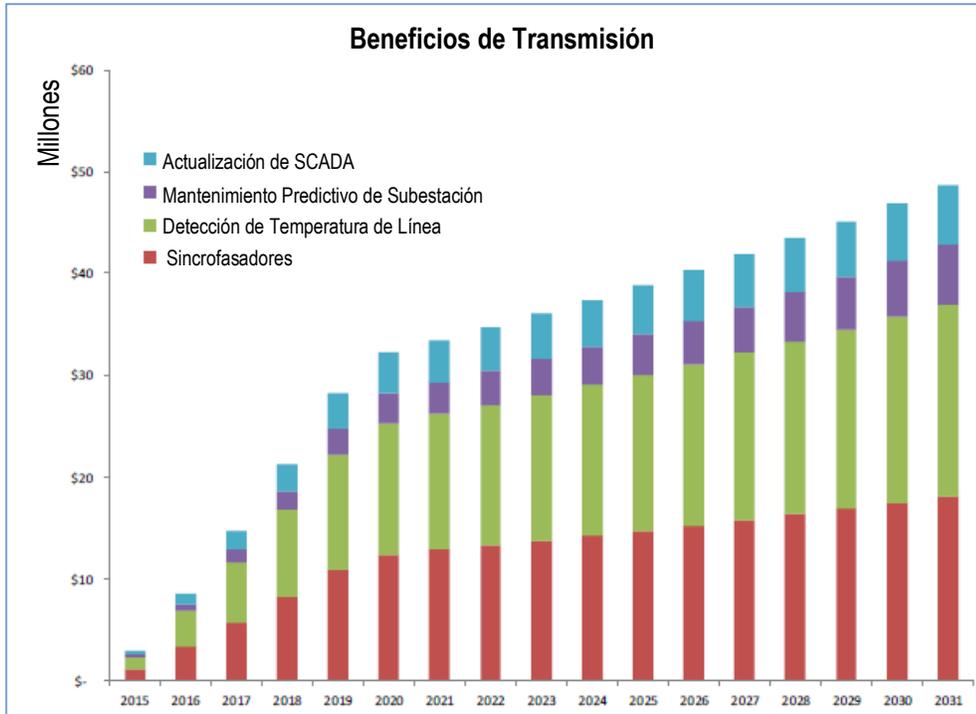


Figura 7-7: Beneficios de Transmisión Pronosticados

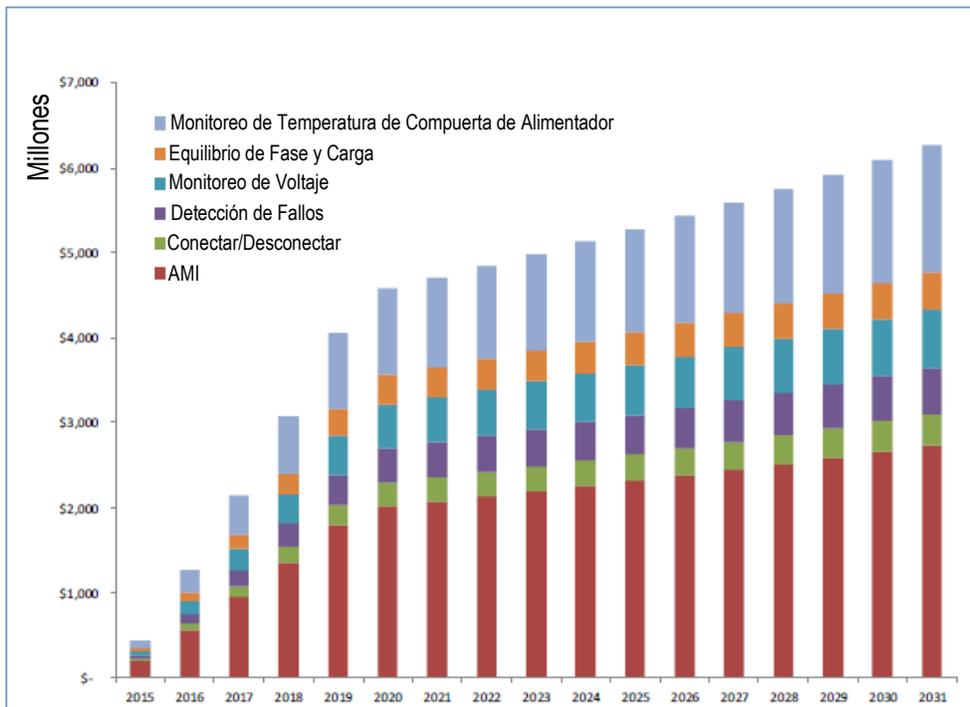


Figura 7-8: Beneficios de Distribución Pronosticados

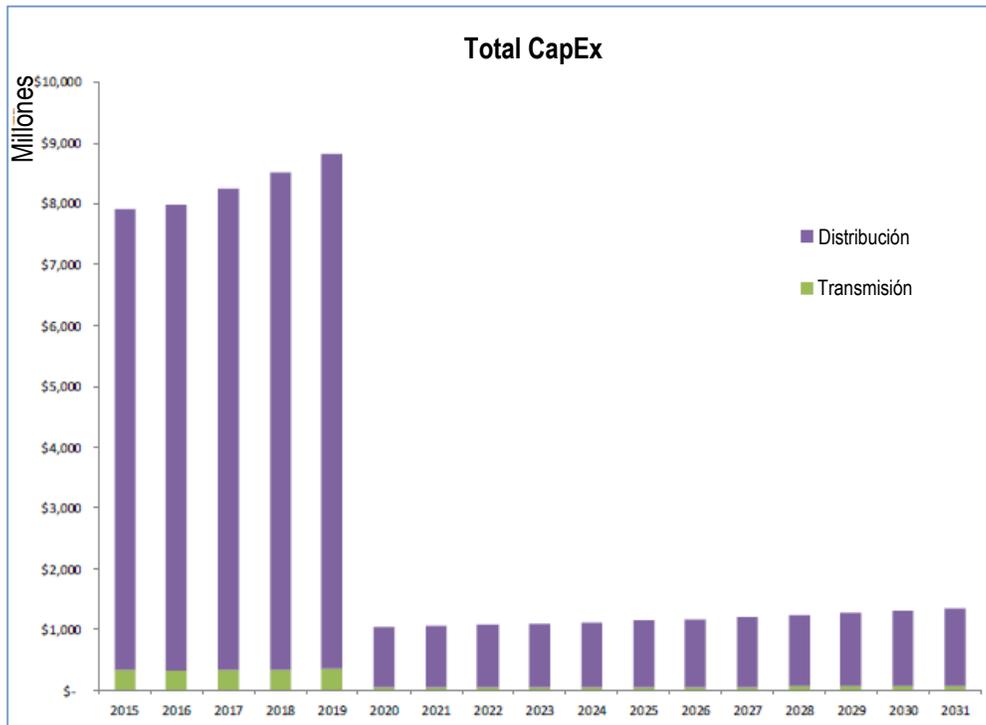


Figura 7-9: Presupuesto de Gasto de Capital Pronosticado

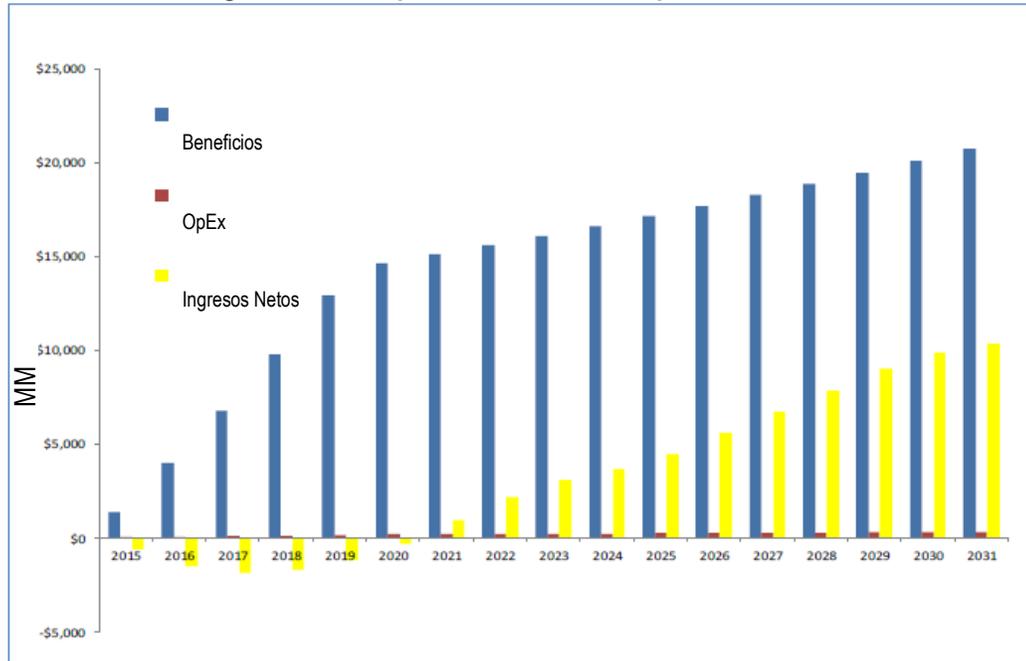


Figura 7-10: Impacto del Ingreso Neto Pronosticado

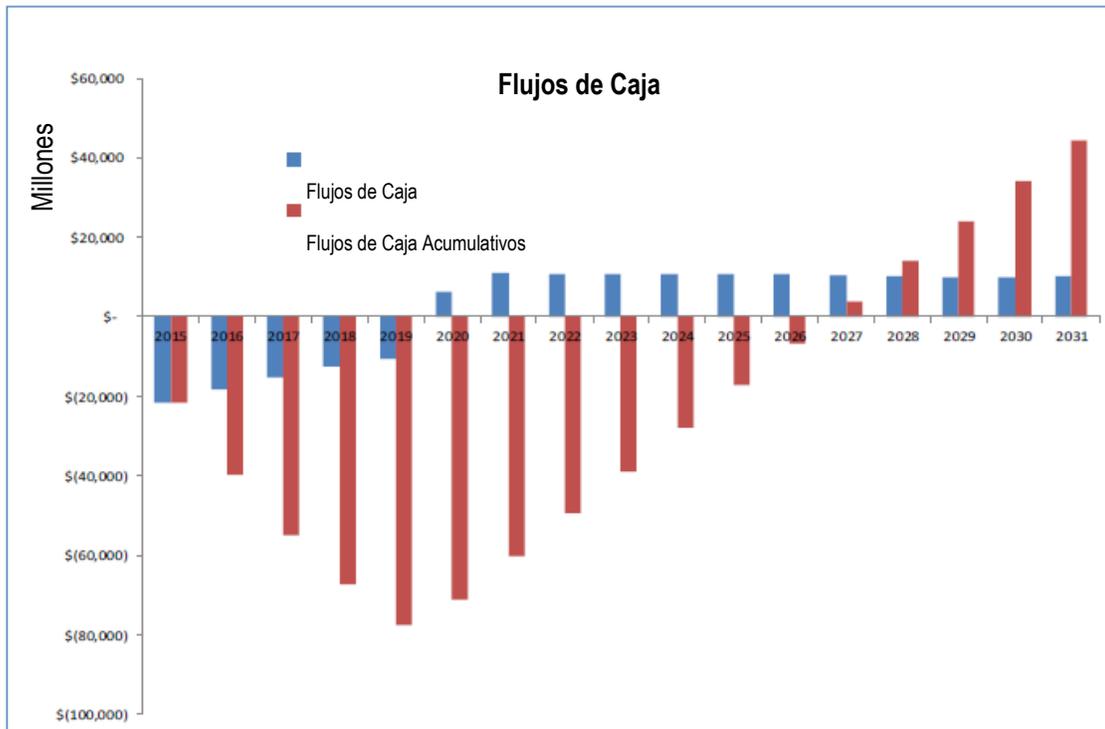


Figura 7-11: Flujos de Caja

7.4 RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES

La evaluación de la Red Eléctrica Inteligente y los programas de energía renovable en México sugieren la creación de un valor significativo.

Al desarrollar un programa dedicado de energía renovable, vemos grandes posibles beneficios por reducciones en el gasto de combustible. Más que eso, vemos además beneficios importantes del aplazamiento de requerimientos para la red de distribución y las reducciones en los requerimientos para reservas sincronizadas y regulación de frecuencia.

En la iniciativa para la Red Eléctrica Inteligente, las ventajas más grandes se originan en las oportunidades asociadas con las operaciones de distribución automatizada. El mayor recurso de valor único surge de automatizar el proceso de lectura de medidores, que pasa de una lectura manual a un proceso automatizado con una arquitectura digital. Otros beneficios importantes también se derivan de los programas de monitoreo de temperatura de compuerta del alimentador y del monitoreo de voltaje. Habiendo un valor adicional resultante de la detección de fallas y el equilibrio entre fases y cargas. Los beneficios proyectados para la red de transmisión son mucho más pequeños, no obstante son oportunidades viables para desarrollar las capacidades de monitoreo de la temperatura en las líneas y la utilización de sincrofasores.

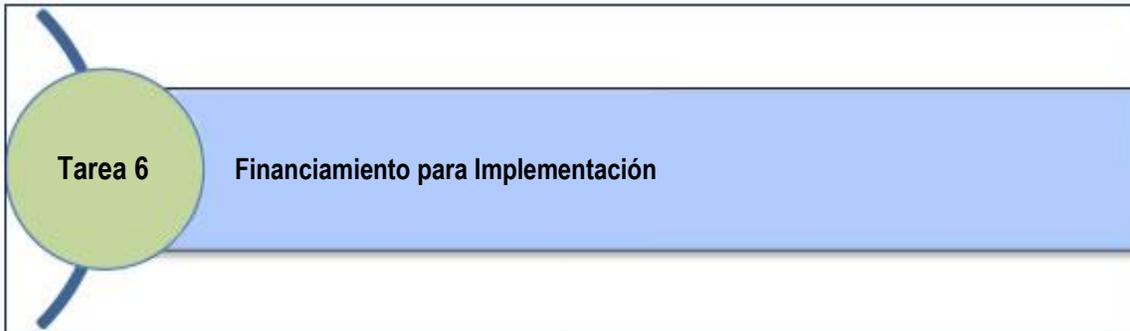
La propuesta del valor total tanto para el programa de Red Eléctrica Inteligente como para la iniciativa de energías renovables supera MXN \$50 mil millones de pesos frente a la estrategia de "no hacer nada". Con base en la propuesta de alto valor de estos programas, recomendamos más esfuerzos operativos para comenzar.

El análisis de FODA de la Tarea 1 identificó las Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas con relación a la Red Eléctrica Mexicana. La Tarea 2 suministró las recomendaciones de las políticas para facilitar el desarrollo de la Red Eléctrica Inteligente mientras que la Tarea 3 dio las recomendaciones para fomentar las inversiones en México para la Red Eléctrica Inteligente todo enfocado en las acciones que podrían ser tomadas por CRE al desarrollar la Red Eléctrica Inteligente de México.

El análisis financiero realizado en esta Tarea incluye diversos componentes de la Red Eléctrica Inteligente fuera de los temas regulatorios. Algunas de las observaciones y recomendaciones clave del análisis emprendido en este informe se resaltan a continuación.

- Al trabajar con la Red Eléctrica Inteligente de México, refinar la visión de la Red Eléctrica Inteligente con datos de diversos grupos de actores.
- Aventurarse a una evaluación más detallada del potencial de estos programas con base en las características físicas de la infraestructura de la red eléctrica mexicana. Esto nos permitirá validar las estimaciones preliminares y apoyar el desarrollo de un programa operativo detallado.
- Usar los resultados del estudio operativo para guiar la implementación de los esfuerzos de planeación enfocados en las áreas de los programas específicos. Este paso facilita el siguiente valor de detalle que finalmente será necesario para respaldar una fase de implementación del sistema.
- Identificar las áreas adicionales (fuera de aquellas ya emprendidas por CFE), áreas donde un proyecto piloto dedicado se garantizaría antes de aventurarse a la utilización extensa de un sistema completo. Debido a que una utilización a escala total requeriría tiempo y fondos importantes, el primer paso es saber acerca del potencial de sistema verdadero con una fase piloto de escala limitada.
- Trabajar para garantizar que los programas adoptados demuestran la habilidad del sistema para interconectarse con aplicaciones existentes. La meta de cualquier esfuerzo de automatización del sistema será lograr las eficiencias del sistema; estas eficiencias no pueden manifestarse salvo que nuevos sistemas se integren con éxito de manera imperceptible al ambiente de operación existente.
- Promover el desarrollo de un plan de telecomunicaciones que respaldará las aplicaciones futuras deseadas tanto en tamaño como en alcance. Sin una red de comunicaciones fiable será imposible capturar los beneficios establecidos en este estudio.
- Evaluar la actual red de gestión de información e identificar las posibles mejoras para crecimiento futuro; crear un plan para realizarlos. Junto con la necesidad de una red de comunicaciones sólida, la integración de un sistema de gestión de datos completo es de igual modo importante.
- Cualquier decisión tomada debe ser examinada en cuanto a su posible impacto en el futuro potencial de la Red Eléctrica Inteligente. Deben evitarse los sistemas de patente que obstaculizan la utilidad de futuros programas; es de mucha mayor importancia la flexibilidad del sistema.
- Identificar las áreas específicas de beneficio que deben perseguirse y su posible valor. Los programas deben utilizarse en "la velocidad de valor", lo que sugiere un escenario de utilización escalonado.
- Poner a prueba esos componentes para compatibilidad, idoneidad e impacto financiero. Cada decisión relativa a la dirección de la utilización de la red supone impactos financieros y técnicos que deben ser considerados en cada paso del proceso.
- Monitorear los beneficios logrados para usarlos como supuestos en el esfuerzo operativo. Será importante asegurarse de que los costos y beneficios son monitoreados con pronósticos o identificar los desafíos que están entorpeciendo este esfuerzo.
- Implementar tecnologías y aplicaciones viables. Cada sistema utilizado debe haber sido probado en otra parte reduciendo así los riesgos tecnológicos.
- Monitorear los resultados y mantener la uniformidad del proyecto. Esto permitirá la corrección a lo largo del curso a cada paso del proceso.
- Volver a evaluar las nuevas oportunidades según lo necesario

8 TAREA 6 – FINANCIAMIENTO PARA IMPLEMENTACIÓN



El punto central de la Tarea 6 fue conducir consultas preliminares con instituciones financieras que pudieran proporcionar financiamiento para deuda y otorgar préstamos y garantías para los proyectos de la REI en México. Estas instituciones financieras deberán incluir, aunque no limitarse, al Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Mundial (incluyendo el Banco Internacional para la Reconstrucción y Desarrollo para proyectos del sector público y la Corporación Financiera Internacional para proyectos de sector privado), y el Banco para Exportaciones e Importaciones de los Estados Unidos.

Este capítulo establece:

- La descripción general de las instituciones financieras multilaterales líderes (Banco Mundial, Corporación Financiera Internacional, el Banco Interamericano de Desarrollo, US OPIC, y US Ex-Im Bank) y ejemplos de los proyectos respaldados por estas instituciones con base en entrevistas e investigación de mercado.
- Contactos clave de estas instituciones que se encuentren activos en México
- Observaciones

8.1 CONTACTOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN

8.1.1 CONTACTOS

Durante estas tareas, ESTA internacional entrevistó a las personas responsables de las instituciones clave como se muestra en la siguiente Tabla 8-1.

Tabla 8-1: Contactos y Fuentes de Información

 <p>Craig O'Connor, Director de Desarrollo de Negocios – Grupo de Energía Alternativa División de Proyectos & Finanzas Estructuradas Banco de Exportación-Importación de los Estados Unidos 811 Vermont Avenue, NW Washington, DC 20571 (O) 202.565.3556 (directo) Correo Electrónico: craig.oconnor@exim.gov Sitio web: www.exim.gov</p>	 <p>Robert W. Sexton Consejero Sociedad de Inversión Privada Exterior 1100 New York Avenue, NW Washington DC 20527 (O) 202.408.6240 (C) 202.436.6409 Correo Electrónico: Robert.sexton@opic.gov Sitio web: www.opic.gov</p>
 <p>Gabriel Goldschmidt Director Senior CFI para Infraestructura en Latino América y el Caribe Departamento de Infraestructura Corporación Financiera Internacional 2121 Pennsylvania Ave., NW Washington, DC 20433 Tel: +1 (202) 473.7732 Fax: +1 (202) 974.4307 Correo Electrónico: ggoldschmidt@CFI.org Sitio web: www.CFI.org</p>	 <p>Guillermo Hernández González Especialista en Energía Industrias de Energía & Extractivas Ciudad de México, México T: +52 (55) 5480.4210 Correo Electrónico: gghernandez9@worldbank.org Sitio web: www.worldbank.org</p>
 <p>Arnaldo Vieira de Carvalho Especialista Principal de Energía, División de Energía Sector de Infraestructura y Medio Ambiente Banco de Desarrollo Interamericano (IDB) 1300 New York Avenue, N.W. Washington, DC 20577 USA Tel: 202-623-1719 Correo Electrónico: arnaldov@iadb.org</p>	

8.1.2 FUENTES DE INFORMACIÓN

Además de las entrevistas con las personas indicadas que están a cargo en las instituciones antes mencionadas, ESTA también realizó un extenso estudio de mercado. Esto incluye el uso de recursos disponibles en Internet así como también informes de diversas instituciones y descripciones de proyectos relacionados con proyectos clave.

Durante esta investigación, ESTA revisó dos excelentes informes, cada uno con información abundante respecto al financiamiento de proyectos de energía renovable en México como se indica a continuación. Se sugiere que los involucrados en el desarrollo de proyectos revisen estos informes.

- “*Estudio de Mercado de las Finanzas para Energía Sustentable en México*”, por Corporación Financiera Internacional publicado en 2012⁴⁴⁴
- “México, Informe Final, Producto 3: Mecanismo Financiero” Observatorio de Energía Renovable en Latino América y el Caribe, por Latin-American Energy Organization (Olade), UNIDO. Agosto 2011⁴⁴⁵

⁴⁴⁴ <http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/96f316004cf49988afa3eff81ee631cc/October+2012-Market+Study+of+SEF+in+Mexico-EN.pdf?MOD=AJPERES>

⁴⁴⁵ http://www.renenergyobservatory.org/uploads/media/Mexico_Product_3_Eng_.pdf

8.2 ASPECTOS GENERALES DE LAS INSTITUCIONES FINANCIERAS

8.2.1 CORPORACIÓN FINANCIERA INTERNACIONAL

La Corporación Financiera Internacional (CFI) – www.ifc.org es un miembro del Grupo del Banco Mundial responsable de promover la inversión sostenible del sector público. La visión declarada de la CFI se divide en dos: 1) terminar con la pobreza extrema para el año 2030; y 2) promover la prosperidad compartida en todo país en desarrollo. La CFI da financiamiento y apoyo a los proyectos que ayudan al medio ambiente en la promoción de esta visión. Como tal, los proyectos de Energía Renovable han sido un énfasis global de CFI durante los últimos años.

México es un país miembro clave para la CFI donde las inversiones de energía renovable se han concentrado en energía eólica y solar. La nueva reforma del mercado también podrá estimular más inversión privada y por ello oportunidades para que CFI promueva el desarrollo del sector energético en México.

Los apoyos de la CFI ofrecen una solución de financiamiento completo atrayendo a otros operadores financieros para respaldar proyectos. Típicamente la CFI no da más de 25% de financiamiento. Cada solicitud de fondos se revisa con base en sus méritos y actualmente la CFI no tiene un límite de asignación de fondos a nivel regional de manera que la asignación de fondos en un país redujera la posible asignación de fondos para otro país en la región. La presencia de la CFI también ayuda a obtener apoyo de otras instituciones financieras.

Las actividades recientes de financiamiento de la CFI en México incluyen:

- El Proyecto Aura Solar– préstamo de \$25 millones de dólares americanos para construcción y operación de \$75 millones, para una central eléctrica fotovoltaica en terreno no urbanizado de 30 MW en La Paz, Baja California Sur⁴⁴⁶. Es el primer proyecto a gran escala en México y la central de energía fotovoltaica es la más grande de Latino América. En marzo de 2004 se conectó a la red eléctrica nacional de México. El BID también participó en este proyecto. Fue el ganador del Premio del BID en la categoría Clima y Medio Ambiente.⁴⁴⁷
- El proyecto de EDF La Ventosa⁴⁴⁸ - préstamo de \$31.23 millones de dólares americanos para la central eólica de 67.5 MW localizada en Oaxaca. Este proyecto incluye \$21.93 millones de financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo⁴⁴⁹.
- Proyecto EURUS⁴⁵⁰ - la CFI proporcionó un préstamo de \$75 millones de dólares para construcción de un parque eólico de 250.5 MW en el Municipio de Juchitán de Zaragoza en el estado de Oaxaca. El costo total del proyecto es de \$600 millones de dólares. Para este proyecto, CFI participó con otros diez acreedores incluyendo a BBVA Bancomer, Banco Espíritu Santo, Banco Interamericano de Comercio Exterior, Instituto de Crédito Oficial (España), DEG (Alemania), Nacional Financiera y Proparco (Francia)⁴⁵¹.
- Proyecto Optima⁴⁵² - préstamo de \$10 millones para la mejora en eficiencia energética en más hoteles de México.

⁴⁴⁶ <http://ifcext.ifc.org/IFCExt/spiwebsite1.nsf/0/8750F8FE100815C585257B0C0057EEB2>

⁴⁴⁷ <http://www.iadb.org/en/structured-and-corporate-finance/scf-360awards/winners-2014,9661.html>

⁴⁴⁸ <http://ifcext.ifc.org/IFCExt/spiwebsite1.nsf/0/81aceb3c99869a77852576ba00e32e3>

⁴⁴⁹ <http://www.iadb.org/en/projects/project-description-title,1303.html?id=me-11076>

⁴⁵⁰ http://ifcext.ifc.org/IFCExt/spiwebsite1.nsf/ProjectDisplay/SPI_DP28434

⁴⁵¹ <http://www.aurasolar.com.mx/Administrador/presentaciones/72.pdf>

⁴⁵² <http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/3bbd7780478ce176bdd5b86d3bfc329/Optima.pdf?MOD=AJPERES>

El informe mencionado anteriormente sobre el financiamiento de Energía Sustentable en México, que publicó la CFEn 2012 brinda información abundante respecto al financiamiento dedicado a la energía en México.⁴⁵³

8.2.2 EL BANCO MUNDIAL

El Banco Mundial es un Banco de Desarrollo Multilateral que promueve los proyectos de infraestructura y desarrollo en países de ingresos medios e ingresos bajos alrededor del mundo. El Banco Mundial ha tenido una participación activa en México durante muchos años y ha apoyado proyectos para Energía Renovable, Eficiencia Energética, Captación y Almacenamiento de Carbono y reducción de Quemadores de Gas a nivel Mundial.

El Banco Mundial requiere garantías de los gobiernos soberanos para dar los préstamos. Como esto no ha sido posible para la CFE, el financiamiento del Banco Mundial se ha otorgado en conjunto con otros programas y a través de instituciones del desarrollo tales como NAFIN y BANOBRAS. El Banco Mundial ha colaborado en su mayor parte a nivel federal aunque recientemente se ha comprometido en proyectos con algunos estados y entidades locales tales como Oaxaca y el gobierno de la Ciudad de México.

Las actividades de financiamiento del Banco Mundial en el sector de Energía Renovable han incluido la promoción tanto de proyectos de energía solar como de energía eólica. Los proyectos de energía solar incluyen la energía solar Fotovoltaica (PV) en mini-redes remotas en electrificación rural y Energía Solar Concentrada (CSP).

Algunos proyectos financiados por el Banco Mundial incluyen:

- El Proyecto La Venta II que consta de los dos componentes siguientes⁴⁵⁴
 - Compra de reducciones de emisiones de carbono
 - Central eléctrica de energía eólica y línea de interconexión
- Programa de eficiencia energética residencial muy exitoso que incluyó el cambio de 22.9 millones de focos a Lámparas Fluorescentes Compactas (CFL) así como más refrigeradores de mayor eficiencia energética y aire acondicionado⁴⁵⁵. México recibió un record mundial Guinness por este esfuerzo⁴⁵⁶.
- Proyecto de Eficiencia Energética Urbano – mejorar la eficiencia energética en los municipios más pequeños⁴⁵⁷.
- Un proyecto de CCS de dos fases; implementación de capacidad y construcción
- Proyecto de Quemadores de Gas Residual - apoyando a PEMEX para reducir la actividad de quemadores de gas residual.
- Proyecto de Energía Renovable en el sector agrícola – PV solar en invernaderos así como también el fomento de negocios agrícolas⁴⁵⁸⁴⁵⁹⁴⁶⁰.

El Banco Mundial también está interesado en proyectos de micro-redes para México. Promueve proyectos que cumplen con sus dos mandatos clave de reducir la pobreza y aumentar la prosperidad.

⁴⁵³ <http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/96f316004cf49988afa3eff81ee631cc/October+2012-Market+Study+of+SEF+in+Mexico-EN.pdf?MOD=AJPERES>

⁴⁵⁴ <http://www.worldbank.org/projects/P080104/mexico-wind-umbrella?lang=en>

⁴⁵⁵ <http://www.worldbank.org/projects/P120654/mx-gef-efficient-lighting-appliances?lang=en>

⁴⁵⁶ <http://www.worldbank.org/en/news/feature/2012/08/01/foco-a-foco-mexico-consigue-record-guinness>

⁴⁵⁷ <http://www.worldbank.org/en/news/feature/2014/07/03/urban-energy-efficiency-key-to-mexicos-ambitious-goals-for-energy-and-low-carbon-growth>

⁴⁵⁸ <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2013/06/05/clean-energy-agriculture-mexico-environment>

⁴⁵⁹ <http://www.worldbank.org/en/news/press-release/2012/11/20/wb-mexico-promotion-green-growth>

⁴⁶⁰ <http://www.worldbank.org/projects/P106261/sustainable-rural-development?lang=en>

8.2.3 BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (IDB)

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) – www.iadb.org al igual que los Bancos Mundiales es un Banco de Desarrollo multilateral que fomenta los proyectos de infraestructura y desarrollo en países de ingresos medios e ingresos bajos. Sin embargo, el BID se enfoca en países de Latino América y el Caribe.

El BID hace préstamos a los sectores público y privado (federal, estatal y municipal). Los préstamos directos al sector privado no son posibles salvo a través de NAFIN o BANOBRAS, los principales bancos de desarrollo en México.

Además, el BID tiene varios proyectos bajo consideración en este momento incluyendo más de 30 sistemas de energía solar PV en diversas regiones. Incluso, también ha promovido proyectos geotérmicos en México. Asimismo, el banco también utiliza Fondos para Tecnología Limpia promovidos por fondos de Australia, Japón y otros países.

Algunos proyectos activos del BID en México incluyen:

- Proyecto de Parque Eólico EDF- La Ventosa – el BID está dando cofinanciamiento por \$21.93 millones de dólares para un parque eólico de 67.5 MW en la región de La Ventosa en el estado de Oaxaca, México. El costo total del proyecto es \$190 millones de dólares ⁴⁶¹
- Proyecto EURUS – el BID también fue socio financiero para el proyecto EURUS de \$600 millones de dólares junto con CFI y otras organizaciones.

El BID muestra interés en la REI y los programas de energía limpia. Ya ha financiado proyectos de REI en Chile, Ecuador y Colombia.

Aunque los grandes desarrolladores están familiarizados con el BID, este Banco se encuentra desarrollando un mecanismo para atraer desarrolladores interesados en proyectos más pequeños (de menos de 30 MW).

De la misma manera que otras instituciones, el BID monitorea estrechamente los desarrollos asociados con la Reforma Energética. México es considerando un país clave⁴⁶².

8.2.4 EXIM BANK

El Banco de Exportaciones e Importaciones de Estados Unidos (Ex – Im Bank) www.exim.gov es la institución crediticia oficial para exportaciones de los Estados Unidos. La misión de Ex – Im Bank es ayudar en el financiamiento de la exportación de bienes y servicios de los Estados Unidos hacia los mercados internacionales⁴⁶³. Como tal, proporciona apoyo financiero y garantías de préstamo para fabricantes y proveedores de servicios estadounidenses⁴⁶⁴. El Ex – Im Bank puede tomar una decisión de crédito en cuanto a un proyecto probable en una de tres formas: como préstamo empresarial basado en el balance general del deudor; como un financiamiento para proyecto de recursos limitados con un deudor empresarial de objetivo

⁴⁶¹ <http://www.iadb.org/en/projects/project-description-title,1303.html?id=me-11076>

⁴⁶² <http://www.iadb.org/en/countries/mexico/mexico-and-the-idb,1048.html>

⁴⁶³ <http://www.exim.gov/about/whoweare/>

⁴⁶⁴ <http://www.exim.gov/generalbankpolicies/content/Services-Content-Policy.cfm>

especial y flujos de caja del proyecto como la fuente de devolución; y, como una transacción de financiamiento estructurado con el balance general del deudor aumentado por características especiales^{465/466}.

Ex – Im Bank no compete con los acreedores del sector privado aunque proporciona productos de financiamiento para exportación para cubrir los déficits en el financiamiento comercial. Una condición para obtener el apoyo financiero de Ex – Im es el uso de productos y servicios de los Estados Unidos. Ex – Im ayuda a nivelar el campo de juego para los exportadores estadounidenses igualando el financiamiento que otros gobiernos dan a sus exportadores. Proporciona garantías de capital de exportación, seguro de créditos de exportación, garantías de préstamos y préstamos directos⁴⁶⁷. Esto último permite que las entidades mexicanas puedan recibir préstamos para pagar los productos y servicios de los Estados Unidos. Los términos de financiamiento de Ex – Im varían de 2 a 15 años para proyectos energéticos independientes y hasta 18 años para proyectos de Energía Renovable.

Un ejemplo del apoyo de Ex – Im en México es el préstamo de \$780,000 dólares a UPS Capital Business Credit para financiar la exportación de paneles solares fotovoltaicos por una empresa estadounidense (Suniva, Inc.) al Grupo Metal Intra S.A.P.I. de C.V. (GMI) – una compañía líder en la industria mexicana de construcción de edificios prefabricados. Este préstamo a 10 años fue posible utilizando el financiamiento de comprador a medio plazo que está disponible para respaldar proyectos de energía renovable a escala más pequeña. El proyecto energético de paneles solares de 500 kW se llevará a cabo en el techo de la planta de producción principal de GMI en la ciudad de Querétaro. El proyecto será una de las instalaciones más grandes de energía solar por paneles de México⁴⁶⁸.

8.2.5 OPIC

OPIC es la institución financiera de desarrollo del gobierno de los Estados Unidos. Moviliza capital privado para ayudar a solucionar los desafíos críticos de desarrollo y al hacerlo fomenta la política exterior de los Estados Unidos. Debido a que OPIC colabora con el sector privado de Estados Unidos, ayuda a que los negocios estadounidenses obtengan un punto de apoyo en los mercados emergentes, catalizando los ingresos, los empleos y las oportunidades de crecimiento, tanto a nivel nacional como en el extranjero. OPIC logra su misión dando a los inversionistas financiamiento, garantías, seguros de riesgos políticos y apoyo para fondos de inversión de patrimonio privado⁴⁶⁹.

La asignación de fondos para proyectos por parte de OPIC puede variar entre \$10 millones y \$250 millones de dólares. Una condición para el apoyo financiero es la presencia de una compañía estadounidense con patrimonio de por lo menos 25% en el proyecto. OPIC no trabaja directamente con las autoridades estatales o federales, sino con compañías locales para asumir el control conforme a contratos de compra de energía a largo plazo. Hasta el 75% de un proyecto puede ser financiado por OPIC.

En el sector energético, OPIC promueve proyectos que pueden tener beneficios ambientales para la sociedad, como tal, no apoyaría un proyecto tal como centrales eléctricas a carbón.

OPIC ha apoyado proyectos en México, principalmente:

⁴⁶⁵ Source: Ex-Im Bank Ex-Im Bank: Corporate, Structured, and Project Finance document

⁴⁶⁶ http://www.exim.gov/products/loanguarantee/projectstructuredfinance/upload/intro_proj_fin.pdf

⁴⁶⁷ <http://www.exim.gov/about/whoweare/>

⁴⁶⁸ <http://www.exim.gov/newsandevents/releases/2013/ExIm-Bank-Approves-780000-Loan-Guarantee-To-Finance-US-SolarModule-Exports-to-Mexican-Rooftop-SolarPower-Project.cfm>

⁴⁶⁹ <http://www.opic.gov/who-we-are/overview>

- El proyecto energético Optima – OPIC dio \$50 millones de dólares americanos durante 12 años para apoyar el desarrollo, la instalación y la implementación de alumbrado público de LED de alta eficiencia energética a través de arrendamientos comerciales con clientes municipales. El destinatario mexicano es Celsol S.A.P.I. de C.V. y el patrocinador/ socio en Estados Unidos es True North Venture Partners. El costo total del proyecto es de \$67 millones de dólares ⁴⁷⁰.
- El proyecto Tres Mesas⁴⁷¹ - que incluye dos proyectos de parques eólicos, ambos en la misma instalación en el estado de Tamaulipas, México.
 - El primero, de 62.7 MW se beneficiará del contrato de compra de energía con Sigma Alimentos S.A. OIC dio una garantía de inversión de \$90 millones con una vigencia de hasta 19 años.
 - El segundo, de 85.8 MW se beneficiará del contrato de compra de energía con Walmart de México. El segundo proyecto es cofinanciado por el banco Norteamericano de Desarrollo (NADB). OPIC ha dado una garantía de \$96 millones en moneda local de OPIC denominado en pesos mexicanos con una vigencia de hasta 16.5 años.

OPIC también se encuentra monitoreando estrechamente la reforma energética de México.

8.3 OBSERVACIONES

Con base en las entrevistas y la investigación de mercado se pueden hacer las siguientes observaciones.

1. Aunque cada una de las cinco organizaciones tienen diferentes enfoques, todas consideraron a México como uno de los actores clave para recibir financiamiento.
2. El enfoque de varias de las instituciones es financiar proyectos que mejoran el medio ambiente y aumentan el bienestar social de los ciudadanos mexicanos.
3. La Reforma Energética en México es vista positivamente – en especial el potencial para mayor participación privada en el sector energético.
4. A menudo, las instituciones colaboran en sociedad con otras organizaciones para dar asignación de fondos. Estas incluyen al Fondo de Inversión Climática (CIF), el Fondo de Tecnología Limpia (CTF), la Institución Global para el Medio Ambiente (GEF), Mecanismo para Desarrollo de un Ambiente Limpio (CDM), y otras.
5. Otras fuentes de financiamiento reportadas para proyectos de energía limpia en México incluyen el Banco Norteamericano de Desarrollo (NADB), el Banco Alemán de Desarrollo (KfW), el Banco Europeo de Inversión (EIB), el Banco Japonés para la Cooperación Internacional (JBIC)⁴⁷², y otros.
6. El apoyo para proyectos de Energía Renovable, programas de Eficiencia Energética, Micro redes, y otros proyectos relacionados son de interés para todas las organizaciones.
7. Dentro de la Energía Renovable, los proyectos de energía solar y eólica tanto a gran escala como a pequeña escala (tal como los paneles solares) son de interés.
8. Para el financiamiento del sector público, los bancos locales de desarrollo en México como por ejemplo Nacional Financiera, S.N.C., (Nafin)⁴⁷³ y Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos⁴⁷⁴,

⁴⁷⁰ <http://www.opic.gov/sites/default/files/files/optima-energia-info-summary-2013.pdf>

⁴⁷¹ [http://www.opic.gov/sites/default/files/files/Tres%20Mesa%201%20and%202%20Project%20Summary\(1\).pdf](http://www.opic.gov/sites/default/files/files/Tres%20Mesa%201%20and%202%20Project%20Summary(1).pdf)

⁴⁷² Fuente: <http://www.aurasolar.com.mx/Administrador/presentaciones/72.pdf>

⁴⁷³ "Las fuentes principales de los recursos de Nafinsa son préstamos de instituciones internacionales de desarrollo tales como el Banco Internacional para Reconstrucción y Desarrollo (IBRD) y el Banco Interamericano de Desarrollo (IDB), líneas de crédito de bancos extranjeros y colocación de valores en los mercados nacionales e internacionales". Fuente: <http://www.nafin.com/portalfn/content/otros/english.html>

(Banobras⁴⁷⁵) tienen un papel importante concertando el financiamiento extranjero y local para los proyectos.

9. Una de las barreras clave citadas es el subsidio de tarifas del gobierno.

⁴⁷⁴ Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos

⁴⁷⁵ *"Banobras es el Banco Mexicano de Desarrollo a cargo de promover y financiar proyectos de infraestructura y servicios públicos, principalmente, a través de préstamos y financiamiento de proyectos del gobierno subnacional"*. Fuente : <http://www.banobras.gob.mx/opcionesdeayuda/Paginas/English.aspx>

9 ACRÓNIMOS Y DEFINICIONES

ACRÓNIMO	DESCRIPCIÓN
AGC	Control Automático de Generación
AIE	Agencia Internacional de Energía
AMI	Infraestructura de Medición Avanzada
AMR	Lectura Automática de Medidores
ANCE	Asociación de Normalización y Certificación, A.C.
ANEEL	Agencia Reguladora de Electricidad del Brasil
APIs	Interfaz de Programación de Aplicaciones
ARRA	Ley de Reinversión y Recuperación Americana de EE.UU.
AVRs	Reguladores Automáticos de Voltaje
AWEA	Asociación Americana de Energía Eólica
AWG	Grupo de Trabajo de Subastas
Banobras	Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos
BAU	“Situación de Normalidad Absoluta”
CDM	Mecanismo de Desarrollo Limpio
CEC	Comisión de Energía de California
CEM	Ministerio de Energía Limpia
CEMODAT	Centros de Monitoreo de Datos de Activos de Transmisión
CENACE	Centro Nacional de Control de la Energía
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energía Eléctrica
CEQA	Ley de Calidad del Medio Ambiente de California
CER	Reducción Certificada de Emisiones
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CIF	Fondos de Inversión para Energía Limpia
CITC	Comisión de Comunicaciones y Tecnología de Información Árabe
CO ₂	Dióxido de Carbono
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
CPUC	Comisión de Servicios Públicos de California
CRE	Comisión Reguladora de Energía
CREZs	Zonas de Energía Renovable Competitivas
CSP	Energía Solar Concentrada
CTF	Fondos para Tecnología Limpia
CTs	Transformadores de Corriente Eléctrica
DAC	Doméstica de Alto Consumo
DEH	Electrohidráulico Digitales
DER	Recursos de Energía Distribuida
DG	Generación Distribuida
DHS	Departamento de Seguridad Nacional de EE.UU.
DOE	Departamento de Energía de EE.UU.
DSM	Gestión Sobre la Demanda
DSO	Operadores del Sistema de Distribución
EEI	Instituto Edison de Electricidad
EIA	Evaluación del Impacto Ambiental
EIB	Banco de Inversiones Europeas
EMF	Campos Electromagnéticos
EMS	Sistema de gestión Energética
EPRI	Instituto de Investigación de Energía Eléctrica

ACRÓNIMO	DESCRIPCIÓN
ESB (Ireland)	Suministrador de Electricidad líder Irlandés
EV	Vehículo Eléctrico
Ex-Im	Banco Ex-Import de EE.UU.
FACTS	Sistemas de Transmisión de AC Flexible
FAN	Red de Área de Campo
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
FIP	Práctica de Información Transparente
FODA	Fortalezas, Debilidades, Oportunidades, Amenazas
FTC	Comisión de Comercio Federal
FTTH	Fibra a Viviendas
GATT	Contrato General de Tarifas y Comercio
GEF	Fondo Global del Medioambiente
GHG	Gases de Efecto Invernadero
GIS	Sistemas de Información Geográfica
GPRS	Servicios de Radiopaquetes Generales
HAN	Redes de Área Doméstica
HAP	Contaminantes Aéreos Peligrosos
HFC	Hidrocarburos
IARC	Agencia Internacional para Investigación sobre el Cáncer
ICO (UK)	Oficina del Comisionado de Información (RU)
ICT	Tecnología de Información y Comunicaciones
IDB	Banco Interamericano de Desarrollo
IEA	Agencia Internacional de Energía
IEC	Comisión Internacional de Electrotécnicos
IEEE	Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos
IFAI	Instituto Federal para el Acceso a la Información y Protección de la Información
IFC	Sociedad Financiera Internacional
IIE	Instituto de Investigaciones Eléctricas
IP	Protocolo de Internet
IPC (Canadá)	Oficina del Comisionado de Información y Privacidad de Ontario
IPP	Productores Independientes de Energía
IRENA	Agencia Internacional de Energías Renovables
IRR	Tasa Interna de Retorno (medida de solvencia financiera)
ISGAN	Red Internacional de Acción de la Red Eléctrica Inteligente
TI	Tecnologías de la Información
JBIC	Banco Japonés de Cooperación Internacional
JRC	Centro de Investigación Conjunta
KfW	Banco de Desarrollo Alemán KfW Entwicklungsbank
KPI	Índices de Rendimiento Clave
KSGA	Alianza de Red Eléctrica Inteligente de Corea
KSGI	Instituto de la Red Eléctrica Inteligente de Corea
KW	Kilovatio (medida de demanda del consumo eléctrico)
LAC	Latinoamérica y el Caribe
LAERFTE	Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética
LAN	Red de Área Local
LASE	Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía

ACRÓNIMO	DESCRIPCIÓN
LCRE	Ley de la Comisión Reguladora de Energía
LCRs	Requisitos de Contenido Local
LFMN	Ley Federal sobre Metrología y Normalización
LFPDPPP	Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares
LFTAIPG	Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información
LOAPF	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal
LSPEE	Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica
MEF	Foro de las Principales Economías
MEN (Perú)	Secretaría de Energía y Minas Perú
MME (Brasil)	Secretaría de Energía y Minas (Brasil)
MoDiCoSEN	Sistema de Monitoreo Dinámico y Control del Sistema Eléctrico Nacional
MOU	Carta de Intenciones
Mtoe	Millones de Toneladas de Petróleo Equivalente
MW	Megavatios
MXN	Pesos Mexicanos
NADB	Banco Norteamericano de Desarrollo
NAFIN	Nacional Financiera, S.N.C.
NAFTA	Convenio de Libre Comercio Norteamericano
NARUC	Asociación Nacional de la Comisión Reguladora de Servicios Públicos
NDP	Plan de Desarrollo Nacional
NEP	Política Energética Nacional
NERC	Corporación Norteamericana de Confiabilidad Eléctrica
ENE	Estrategia Energética Nacional
NIST	Instituto Nacional de Normas y Tecnologías
NMX	Normas Mexicanas
NOM	Normas Oficiales Mexicanas
NOx	Óxido de Nitrógeno
NPV	Valor Presente Neto (medición de la propuesta de valor de programas seleccionados)
NRDC	Consejo para la Defensa de los Recursos Nacionales
NRF	Normas de Referencia
OE	Oficina de EE.UU. de Entrega de Electricidad y Funcionalidad Energética
Olade	Organización Latinoamericana de Energía
OPIC	Instituto de Finanzas para el Desarrollo del Gobierno de EE.UU.
OSINERGMIN (Perú)	Regulador de Energía y Minas (Perú)
PbD (Canadá)	Privacidad por Diseño
PEV	Vehículo Eléctrico de Recarga
PHEV	Vehículo Eléctrico Híbrido de Recarga
PII	Información de Identificación Personal
PLC	Líneas de Transmisión Electrónica de Alta Tensión
PLMP	Precio Marginal por Ubicación Reemplazante
PMUs	Unidades de Medición Fasorial
POISE	Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (2011-2025)
PPA	Contrato de Compra de Energía
PROFECO	Procuraduría Federal del Consumidor
PTs	Transformadores en Potencia

ACRÓNIMO	DESCRIPCIÓN
PV	Fotovoltaico
R&D	Investigación y Desarrollo
RF	Radio Frecuencia
RIG	Compuerta Inteligente Remota
ROW	Derecho de Vía
SCADA	Sistema de Control de Supervisión y Adquisición de Datos
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transporte
SE	Secretaría de Economía
SEE Action	Red de Acción de Eficiencia Energética del Estado
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía (México)
SFP	Secretaría de la Función Pública
SGCC	Sociedad de la Red Eléctrica del Estado de China
SGTF	Grupo de Trabajo para la Red Eléctrica Inteligente
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SIAD	Sistema Integral de Administración de Distribución
SIEPAC	Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central
SIMEFAS	Sistema de Medición de Sincro-frasores
SIMOCE	Sistema de Monitoreo de Calidad de Energía (SIMOCE)
SIN	Sistema Interconectado Nacional
SISCOED	Sistema de Seguimiento de la Confiabilidad del Equipamiento de Distribución
SOx	Óxidos de Azufre
SSA	Secretaría de Salud
SUTERM	Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana
T&D	Transmisión y Distribución
TCP/IP	Protocolo de Control de Transmisión/ Protocolo de Internet
TWACS	Sistema de Comunicaciones y Direccional Automático
UHV	Ultra Alta Tensión
UNEP	Programa Ambiental de las Naciones Unidas
UNFCCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
UNIDO	Organización de Desarrollo Industrial de las Naciones Unidas
U.S.	Estados Unidos
USTDA	Agencia de Comercio y Desarrollo de Estados Unidos
VCC	Código de Conducta Voluntario
VOC	Compuestos Orgánicos Volátiles
WAM	Sistema de Medición de Área Extensa
WAN	Red de Área Amplia
WECC	Consejo Coordinador de Electricidad del Occidente
WHO	Organización Mundial de la Salud

APÉNDICE A IMPULSORES DE LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE Y FACILITADORES TECNOLÓGICOS

A.1 MOTIVADORES IDENTIFICADOS POR LA RED INTERNACIONAL DE ACCIÓN DE LA REI (ISGAN)

ISGAN, es un grupo compuesto de 22⁵⁰⁸ países comprometido a compartir información acerca de sus programas para REI han identificado los siguientes motivadores:

- o **Confiabilidad**
 - o Mejoras de confiabilidad
 - o Mejoras en la calidad de energía
 - o Mejoras en la restauración de la energía
 - o Suficiencia de transmisión
 - o Suficiencia de generación

- o **Eficiencia**
 - o Mejoras en la eficiencia del sistema (reducción en la carga durante horas de consumo pico, y pérdidas de T y D, etcétera.)
 - o Optimización de la utilización de activos
 - o Mejoras de la eficiencia energética
 - o Habilitación de nuevos productos , servicios y mercados
 - o Habilitación de la elección y participación del cliente

- o **Económico**
 - o Ventajas económicas
 - o Incentivos gubernamentales
 - o Mejoras en la cobranza y aseguramiento de ingresos
 - o Reducción de costos de operación y mantenimiento

- o **Medio ambiental**
 - o Estándares u objetivos de energía renovable
 - o Ventajas para el medio ambiente
 - o Cumplimiento de la regulación

- o **Seguridad**
 - o Situaciones de seguridad nacional
 - o Flexibilidad del sistema de energía contra amenazas naturales y humanas

- o **Seguridad**
 - o Mejoras en la seguridad

- o **Transversalidad**
 - o Preocupaciones por envejecimiento de la fuerza laboral
 - o Preocupaciones por obsolescencia de la infraestructura
 - o Electrificación rural
 - o Creación de puestos de trabajo

⁵⁰⁸ Del 2012.

A.2 MOTIVADORES CONSIDERADOS POR ESTA EN LA INVESTIGACIÓN DE INICIATIVAS PARA LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE

1. Permitir la Elección y Participación del Cliente
2. Bienestar de la comunidad
3. Aumentar la satisfacción del consumidor
4. Servicios nuevos / mejorados para los Clientes
5. Aumentar la Cobranza y Aseguramiento del Ingreso
6. Problemas del medio ambiente
7. Iniciativas Gubernamentales
8. Cumplimiento con la Ley
9. Preocupaciones en Cuanto al Envejecimiento de la Fuerza Laboral
10. Gestión de Conocimiento
11. Reducción de Error Humano
12. Ahorros Laborales
13. Reducción de Costos de Operación y Mantenimiento
14. Problemas por obsolescencia de infraestructura
15. Mejor Utilización de Activos
16. Mejoras de en red eléctrica
17. Aumento en el Consumo de Energía
18. Mejora en la Calidad de la Energía Eléctrica
19. Reducción de Pérdidas Técnicas
20. Mejoras de Confiabilidad
21. Mejoras en la restauración del servicio
22. Restricciones en el Suministro de Generación
23. Seguridad en el Suministro Energético
24. Flexibilidad de la Red contra amenazas naturales y humanas
25. Interés en Micro Redes Eléctricas
26. Integración de Recursos de Energía Distribuida
27. Nuevos Avances en la Tecnología
28. Aumento en Vehículos Eléctricos e Híbridos
29. Mejoría en la Coordinación de Soluciones Empresariales
30. Eficiencia Energética
31. Integración de la Energía Renovable

A.3 TECNOLOGÍA DE LA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE - FACILITADORES TECNOLÓGICOS IDENTIFICADOS DE ISGAN

ISGAN ha identificado los siguientes como Facilitadores Tecnológicos

Transversalidad

Herramientas para planeación, operación, análisis
Monitoreo, medición y control de todo el sistema
Tecnología de información y comunicaciones
Dispositivos con base en electrónica de potencia, incluyendo dispositivos electrónicos inteligentes (interruptores, relés, circuitos disyuntores, aparatos de reconexión, transformadores, batería de capacitores), limitadores de corriente de corto circuito, inversores y convertidores reguladores y mejorador de circuitos
Recursos de energía distribuida
Almacenamiento de energía
Respuesta a la demanda
Prueba de estándares y cumplimiento
Seguridad informática
Compatibilidad electromagnética
Nuevos modelos de mercado
Herramientas de capacitación de operadores y procedimientos de emergencia

Usuario final

Gestión de energía para el consumidor residencial (incluyendo utilización en hogares, redes de área doméstica, integración de la participación del consumidor, herramientas de software, electrodomésticos inteligentes)
Gestión y automatización de electricidad para edificios
Integración de recursos de energía distribuida
Vehículos eléctricos y equipo de suministro asociado
Micro redes y mini redes
Energía sostenible local

Generación

Carbón Limpio, por ejemplo, ciclo combinado con gasificación integral (IGCC)
Ciclo combinado de gas natural
Nuclear
Eólica
Energía fotovoltaica térmica solar
Energía hidroeléctrica
Energía mareomotriz
Energía térmica del océano
Energía undimotriz
Geotérmica
Biomasa
Biogás

Distribución

Sistemas de gestión de distribución y sistemas de gestión de interrupciones
Automatización de circuitos alimentadores de distribución
Detección, identificación y restauración de fallas (FDIR)
Control directo de carga
Monitoreo y mantenimiento con base en condiciones
Control de voltaje y VAR
Automatización de capacitores
Infraestructura para medición avanzada (AMI)
Sistema administrativo empresarial - sistema de la información geográfica (GIS), sistema de gestión de cortes, sistema de información al cliente, sistema de gestión de datos de medidores.

Transmisión y Subestación

Herramientas de planeación, análisis y pronóstico de generación
Integración de fuentes de energía renovable variables de gran escala
Sistemas de medición fasorial
Sensores de líneas de subestación y transmisión
Tecnologías de CD de Alto voltaje
Dispositivos para sistema de transmisión de corriente alternativa flexible (FACTS)
Potencia de circuito dinámico - térmico
Conductores avanzados para línea de transmisión
Dispositivos de superconducción de alta temperatura (por ejemplo SFCL, cables, etcétera)
Líneas de transmisión de AC de alto voltaje

APÉNDICE B CASO DE USO PARA SUBASTAS DE ENERGÍA RENOVABLE PARA PROYECTOS DE PEQUEÑOS PROYECTOS DE PEQUEÑA PRODUCCIÓN (ASOCIADOS CON LA TAREA 3)

Descripción

Hasta antes de la Reforma Energética, el marco legal Mexicano establecía que la generación de electricidad para el servicio público tenía que ser llevado a cabo por la empresa estatal Comisión Federal de electricidad (CFE, por su acrónimo en español), y existían otros esquemas que no eran considerados como servicio público de energía eléctrica como el autoabastecimiento, la cogeneración, la producción independiente de energía, pequeña producción, exportación e importación.

Con respecto a la generación de electricidad a través de los recursos renovables, y considerando los objetivos establecidos por el gobierno de México en su Programa Especial de Energía Renovable, se ha adoptado una política de diversificación de fuentes de generación basada en la promoción del desarrollo de sus posibles energías renovables. Por lo tanto, para finales de 2008 la LAERFTE fue promulgada y en la misma se delegaron facultades específicas a la CRE, con el fin de plantear esquemas de estímulos para promover la inversión privada y la penetración de energía renovable en la red eléctrica.

La ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (Ley LSPEE) hacía referencia a “pequeña producción”, la cual no se excede de 30 MW de capacidad instalada y cuya electricidad generada se vende totalmente a CFE.

Subastas de Energía

Es importante definir un mecanismo que funciona bajo los criterios de eficiencia económica y promueve el desarrollo de la generación renovable a través de procesos competitivos con el fin de promover el costo más bajo posible y que reconoce las características especiales de fuentes variables y no variables de energía renovable.

Este es el caso del mecanismo de subasta que es un mecanismo de adquisición simplificado y basado en el mercado para los proyectos de energía renovable de *pequeña producción* que son elegibles por la CFE, en términos de los objetivos definidos en el Programa Especial. Como resultado de este esfuerzo, el 14 de noviembre de 2012 se publicó el Documento “Lineamientos para Subastas de Renovables para la generación de electricidad a través de Proyectos de Pequeña Producción” (Lineamientos para Subastas), el cual define el marco general que CFE debe seguir para ejecutar los procesos de subasta para proyectos de *Pequeña Producción*”

En cuanto al objetivo principal de los Lineamientos de Subasta, se puede decir que: este proyecto tiene como objeto desarrollar los principios de orientación que CFE debe seguir para delinear cada proceso de subasta para proyectos de pequeña producción de electricidad renovable que conducirá.

Finalmente, en cuanto a la implementación del mecanismo de subasta, se planea una subasta piloto para proyectos de celdas fotovoltaicas para Pequeña Producción. Los procesos de subasta se basarán en el programa de subastas de planeación desarrollado por el equipo de trabajo de subastas.

- I. **Escenario 1. Uso de subastas para proyectos de Pequeña Producción que participan en el mercado mexicano de electricidad.** Dados los hechos, el esquema de Pequeña Producción en México todavía no se ha desarrollado totalmente debido al precio de electricidad que puede afrontar un inversionista en términos de rentabilidad. En este caso, para este esquema, las subastas representan una oportunidad para que los inversionistas participen bajo condiciones de competencia a fin de obtener

- tanto el mejor precio de electricidad en el cual ellos pueden amortizar su inversión como el mejor precio que pueden ofrecer a CFE (en caso de un ganador de la subasta).
- II. **Escenario 2. Uso de subastas para promover la competencia y obtener los costos más bajos posibles para CFE.** CFE debe cumplir con su mandato legal de adquirir electricidad al precio más bajo comparado con aquel que costaría en caso de que CFE generase la electricidad. Considerando que el costo de electricidad utilizando fuerzas renovables sigue siendo mucho mayor que el costo de electricidad al utilizar hidrocarburos, las subastas serán utilizadas para promover la competencia y en consecuencia buscar la obtención del costo más bajo posible del suministro de electricidad para la red eléctrica utilizando recursos renovables para CFE.
 - III. **Escenario 3. Uso de subastas para alentar el desarrollo de pequeños recursos de energía renovable extendidos en el territorio nacional.** México tiene un gran potencial para generar electricidad utilizando recursos renovables. Debido a que se ha detectado que este potencial está ampliamente extendido en el territorio mexicano, se exploró la idea de hacer que la mayor parte de estos recursos naturales provengan de proyectos de subasta de Pequeña Producción de hasta 30 MW. Además, ésta es una solución que contribuye al problema de aumentar la inversión en las líneas de transmisión en zonas donde la infraestructura es insuficiente para adquirir la electricidad generada.
 - IV. **Escenario 4. Uso de subastas para cumplir con las metas del Programa Especial de Energía Renovable en el corto y largo plazo.** La Secretaría de Energía es la responsable de publicar y actualizar el Programa Especial de Energía Renovable donde se debe capturar las metas nacionales de la generación de energía utilizando recursos renovables. Por ello, para el logro de estas metas, se han distribuido las responsabilidades entre CFE y los inversionistas privados en tanto que en el último caso se ha considerado la oferta de estímulos regulatorios para Pequeña Producción como los procesos de subastas.
 - V. **Escenario 5. Uso de subastas para reducir costos de transacción para los actores.** Actualmente, muchos países han desarrollado diferentes instrumentos normativos en beneficio de promover las inversiones en recursos renovables. De ese modo, de manera comparativa, las subastas representan un instrumento que facilita la comunicación y el intercambio de información entre el subastador y el postor, así como también, representa una oportunidad de bajo costo de operación para los postores que presentan su mejor oferta de la electricidad que pueden generar. A largo plazo esto también es una posibilidad rentable de adquirir electricidad en comparación con tarifas reguladas, por ejemplo.
 - VI. **Escenario 6. Uso de subastas para dar una señal del mercado a los desarrolladores que construyen nuevas plantas generadoras.** El pronóstico de precio de electricidad basado en los contratos a medio y largo plazo provoca una reacción positiva en consecuencia a través de la creación de nueva capacidad. En este caso, los inversionistas asegurarían la devolución de la inversión a través de contratos a largo plazo en un precio fijo con la CFE y podrían proteger parte de su precio y los riesgos del mercado con instrumentos financieros.
 - VII. **Escenario 7. Uso de subastas para ofrecer garantías de inversionistas a gran escala a través de PPA a largo plazo.** Las centrales generadoras de energía renovable representan enormes inversiones en el sector de electricidad, aun cuando se trata de proyectos de Pequeña Producción hasta de 30 MW. Por ello, el rendimiento de la inversión se vuelve un tema importante para alentar la instalación de esta clase de centrales eléctricas. En este momento, los PPAs a largo plazo, que son adjudicados a través de procesos competitivos como subastas, ofrecen una excelente oportunidad para definir a plazo medio y largo el rendimiento de la inversión dando garantía financiera a los inversionistas privados.

- VIII. **Escenario 8. Uso de subastas para volumen de capacidad y control de presupuesto de la CFE.** Los proyectos de Pequeña Producción a través de subastas deben planearse anualmente en el presupuesto de CFE y ser autorizados por el Secretario de Hacienda. Por lo tanto, CFE puede controlar de manera eficiente tanto la capacidad de volumen de licitación en cada proceso competitivo como el presupuesto que debe reservarse para comprar electricidad correspondiente a esa capacidad.
- IX. **Escenario 9. Uso de subastas para garantizar el suministro de electricidad a través de los proyectos de Pequeña Producción que utilizan energía renovable.** Las subastas dan incentivos atractivos a inversionistas medianos que podrán beneficiarse de la posibilidad identificada distribuida construyendo nuevas centrales eléctricas bajo el esquema de Pequeña Producción. En el mismo sentido, mientras que el mecanismo es más atractivo más se aumentará el número de proyectos de Pequeña Producción a medio plazo. Debido a que estos proyectos están comprometidos a suministrar energía a CFE a través de contratos a largo plazo, de ese modo se aumenta el número de proyectos de Pequeña Producción que garantizarán el suministro de electricidad a CFE.
- X. **Escenario 10. Uso de subastas para aumentar la capacidad de pronóstico del suministro de energía renovable.** Los proyectos de energía renovable obligados legalmente a través de contratos a largo plazo dan seguridad a CFE una vez que se ha iniciado la operación comercial. En este sentido, la identificación de los modelos de generación de electricidad brinda al inversionista conocimiento acerca del comportamiento previsible de la central generadora. A través de este conocimiento, el inversionista puede establecer entregas de electricidad a CFE, mientras que será tan preciso como sea posible.

NOTA. El primer escenario se analiza conforme a la metodología de Caso de Uso para fines de demostración solamente.

Supuestos

1. Se entiende que cada proceso de subasta tiene como objeto proporcionar electricidad de más de un proyecto de energía renovable cuya capacidad no está debajo de la capacidad determinada por CFE a través de Documentos de la subasta y tampoco exceda de 30 MW.
2. A medio plazo un Mercado para proyectos de Pequeña Producción a través de recursos renovables se desarrolla fomentando la competencia entre los inversionistas medianos.
3. A medio plazo los proyectos de Pequeña Producción obtienen los costos más bajos posibles para CFE.
4. El número de permisos de Pequeña Producción se aumenta con base en el interés de los inversionistas en las subastas.
5. La capacidad instalada de proyectos de Pequeña Producción aumenta hasta la capacidad necesaria en términos de metas definidas en el Programa Especial de Energía Renovable.

Prerrequisito general

1. Durante 2013, CFE publica documentos de subastas para la subasta piloto de energía solar.
2. Evaluación regulatoria de esta subasta piloto requiere ajustes mínimos en los Lineamientos.
3. La confianza entre los participantes se edifica a través de una subasta piloto organizada y transparente.
4. Como resultado de la subasta piloto y hasta la capacidad total subastada por CFE, más de un proyecto solar se adjudica con PPAs a largo plazo.

5. Los proyectos solares adjudicados cumplen con la fecha de operación comercial comprometida.
6. Las metas específicas de los proyectos de Pequeña Producción se definen en el Programa de Especial de Energía Renovable para finales de 2013.
7. Para finales de 2013, se lleva a cabo un programa de subasta para planeación a largo plazo a través del equipo de trabajo de subastas de la Secretaría de Energía, CFE y CRE.

Aspectos Generales de Condiciones Posteriores

Por un lado, la subasta piloto se llevó a cabo según lo previsto considerando el calendario y los documentos de la subasta publicados por CFE. Por otro lado, la Pequeña Producción con recursos renovables ayuda a cumplir con las metas establecidas por el Programa Especial de Energía Renovable, así como también, el equipo de trabajo de subastas cuenta con un documento de planeación a largo plazo para ejecutar los procesos competitivos en un futuro cercano.

Participación de los Actores

Tabla A- 1: Actores de Subastas para Renovables

Nombre del actor	Tipo de actor	Descripción de la participación
SENER - Subsecretaría de Electricidad	Institución	Entidad que establece el <i>Equipo de Trabajo de Subastas</i> .
SENER - Subsecretaría de Electricidad	Institución	Entidad que desarrolla el <i>Programa Especial para el Desarrollo de Energías Renovables</i> .
Equipo de Trabajo de Subastas (todavía sin habilitar)	Grupo	Equipo de Trabajo que es responsable de: <ul style="list-style-type: none"> - Ayudar a identificar los proyectos de transmisión necesarios para ajustar las metas de energía renovable - Facilitar la asignación del corredor de transmisión - Facilitar el permiso de emplazamiento de transmisión y generación - Respalda la futura política energética con relación a las subastas.
Programa para el Desarrollo de Energías Renovables (Programa Especial de ER)	Documento	Establece las metas de capacidad y electricidad que se van a llevar a cabo a través de proyectos de energía renovable desarrollados por la CFE y participantes privados.
Lineamientos para Subastas de Energía Renovable para generación de electricidad a través de proyectos de pequeña producción	Documento	Establece los criterios que utilizará la CFE para llevar a cabo la convocatoria y las reglas de cada proceso de subasta.
Metodología de Fijación de Precios	Documento	Establece el método que utilizará la CRE para establecer el precio máximo que va a ser pagado por los postores cuyas propuestas técnicas logran tanto el mínimo de los requisitos técnicos de CFE y las propuestas económicas como hasta el máximo establecido por CRE. Publicado por CRE en octubre de 2012.
PPA - Contrato estándar	Documento	Establece el PPA que va a ser firmado entre cada ganador del proceso de subasta y CFE. Define un compromiso de compra venta durante 20 años.
Dirección General de Electricidad y Energías Renovables (CRE)	Departamento	Entidad que desarrolla tanto el documento <i>Lineamientos para subastas de energías renovables para generación de electricidad a través de proyectos de pequeña producción</i> como el modelo del PPA.
Dirección General de Asuntos Jurídicos (CRE)	Departamento	Entidad que valúa legalmente la validez de ambos documentos, <i>Lineamientos para subastas de energías renovables para generación de electricidad a través de proyectos de pequeña producción</i> como el modelo del PPA.
Dirección General (CFE)	Asesor	Coordina diferentes departamentos que conjuntamente participan en el diseño de las subastas de energía renovable.
Gerencia de Proyectos de Energía Renovable - Generación (CFE)	Departamento	Entidad que prepara tanto el informe de análisis de costos - beneficios como las especificaciones técnicas de proyectos de energía renovable.
Programación - Planeación (CFE)	Departamento	Entidad que prepara tanto el informe de análisis de costos - beneficios de proyectos de energía renovable e identifica los puntos de interconexión para nuevos proyectos de energía renovable a través de Pequeña Producción.
Proyectos de inversión financiados - Legal (CFE)	Departamento	Entidad que prepara los documentos de subasta (convoca la subasta y las reglas).
Proyectos de inversión financiados - Proyectos de Desarrollo (CFE)	Departamento	Entidad que prepara los documentos de subasta (convoca la subasta y las reglas).
Proyectos de inversión financiados - Construcción (CFE)	Departamento	
SHCP (Secretaría de Hacienda y Crédito)	Institución	Institución que aprueba el informe de análisis de costos

Nombre del actor	Tipo de actor	Descripción de la participación
Público)		beneficios elaborado por CFE (Gerencia de proyectos de energía renovable y programación).
SFP (Secretaría de la Función Pública)	Institución	Institución que aprueba los documentos de subasta y el modelo de PPA elaborados por CRE y convenidos con los proyectos de inversión financiados - Departamentos Jurídico y de Proyectos en desarrollo.

Intercambio de información

Tabla A- 2: Intercambio de Energía para Subastas de Energía Renovable

Nombre de Objeto de Información	Descripción del Objeto de Información
Programa especial de energía renovable	Secretaría de Energía define y publica metas de energía renovable para proyectos de pequeña producción por región y capacidad
Análisis de costo- beneficio	CFE evalúa el costo - beneficio de proyectos de pequeña producción para energía renovable que se van a llevar a cabo en determinada región por la Secretaría de Energía. La Secretaría de Hacienda y Crédito Público aprueba y autoriza el presupuesto solicitado por CFE
Documento de subasta	CFE elabora los documentos de subasta: convoca la subasta y da las reglas; CRE elabora el modelo de PPA. Esos documentos son aprobados y autorizados por la Secretaría de Función Pública y contienen: <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología, límite de capacidad total (límite del proyecto de 30 MW por participante), límite de capacidad más pequeño aceptado por participante y datos de máxima operación comercial • Garantías de cumplimiento solicitadas; • Calendario de eventos clave; • Demostración de la experiencia del desarrollador y la capacidad financiera; • Utilización mínima de suministro de ingeniería mexicana; • Lista de puntos de interconexión, incluyendo el costo de estimado de interconexión para MW;
Licitaciones selladas	Cada participante para la subasta presentará su licitación sellada a CFE con anterioridad a una fecha de entrega. Las licitaciones deben indicar los precios mínimos en los cuales los licitadores están dispuestos a generar electricidad y deben estar integrados tanto por la propuesta técnica como la económica. Los participantes podrían ofrecer la capacidad total solicitada o una capacidad parcial (igual o mayor que el mínimo aceptable por participante)
Proceso de subasta	Primera junta. CFE abre las propuestas técnicas presentadas por los licitadores y las evalúa en silencio para identificar aquellas que cumplen con los requisitos técnicos. Antes de la segunda junta CFE evalúa por encima las propuestas técnicas y elige a todas aquellas que cumplen con los requisitos técnicos. Segunda junta. Las propuestas económicas correspondientes a las propuestas técnicas se apilan del precio ofrecido más bajo al más alto para determinar a los ganadores
Precio máximo	CRE establece el precio máximo que podrá pagarse a los licitadores. Es revelado durante la segunda junta para comprar las propuestas económicas de los licitadores y se establece de acuerdo con la "Metodología de Fijación de Precios"
PPA	Una vez que se determinan los ganadores de la subasta, CFE firmará un PPA con cada uno a fin de establecer un compromiso de compra venta de electricidad a largo plazo por 20 años.
Permiso de generación	Los ganadores del proceso de subasta deben solicitar un permiso de pequeña producción en el CRE

Subastas paso por paso bajo el escenario 1: “uso de subastas para proyectos de Pequeña Producción que participan en el mercado mexicano de electricidad”.

Tabla B- 1: Subastas RE Paso por Paso

Paso	Actor	Descripción	Notas
1	CRE	Publica el documento “Lineamientos par Subastas de Energías Renovables para electricidad a través de proyectos de Pequeña Producción”. Publica el modelo de PPA previo a convenio con los proyectos de inversión financiados (CFE) - Departamentos Jurídico y de Proyectos en desarrollo.	
2	SENER - Subsecretaría de Electricidad	Apoya a CFE para la realización de la subasta piloto.	
3	SENER - Subsecretaría de Planeación	Establece las metas de energía renovable para Pequeña Producción a través del <i>Programa Especial para el Desarrollo de Energías Renovables</i> .	
4	Programación - Planeación (CFE)	Establece las necesidades de capacidad de la región donde se llevará a cabo la subasta. Define la lista de puntos de interconexión. Junto con Generación (CFE) prepara el informe de análisis de costos - beneficios de nuevos proyectos de energía renovable.	
5	Gerencia de Proyectos de Energía Renovable - Generación (CFE)	Junto con Programación - Planeación (CFE) prepara el informe de análisis de costos - beneficios de nuevos proyectos de energía renovable.	
6	SHCP	Aprueba el informe de análisis de costos - beneficios.	Si SHCP aprueba el proceso de subasta, se continúa con el punto 7.
7	Proyectos de inversión financiados (CFE): Proyectos Jurídico y proyectos en Desarrollo	Prepara los documentos de subasta (convoca la subasta y las reglas) con soporte técnico de Generación (CFE).	
8	SFP	Aprueba los documentos de subasta	
9	SENER	Verifica los documentos de la subasta	
10	Proyectos de inversión financiados (CFE): Jurídico y proyectos en Desarrollo	Publica los documentos de subasta y el modelo de PPA en diferentes medios de comunicación nacionales e internacionales	
11	CRE	Comparte el precio máximo para el proceso de subasta con CFE	A menos que
12	Proyectos de inversión financiados (CFE): proyectos en Desarrollo	Realiza el proceso de subasta	Incluye las juntas con licitadores y el proceso de valuación de las propuestas
13	Proyectos de inversión financiados (CFE): proyectos en Desarrollo	Firman los PPAs con los ganadores de la subasta	
14	Ganadores de Subasta	Comienzan la operación comercial de acuerdo a lo convenido	En la fecha comprometida

Diagrama Secuencial de Acciones

SUBASTA PILOTO

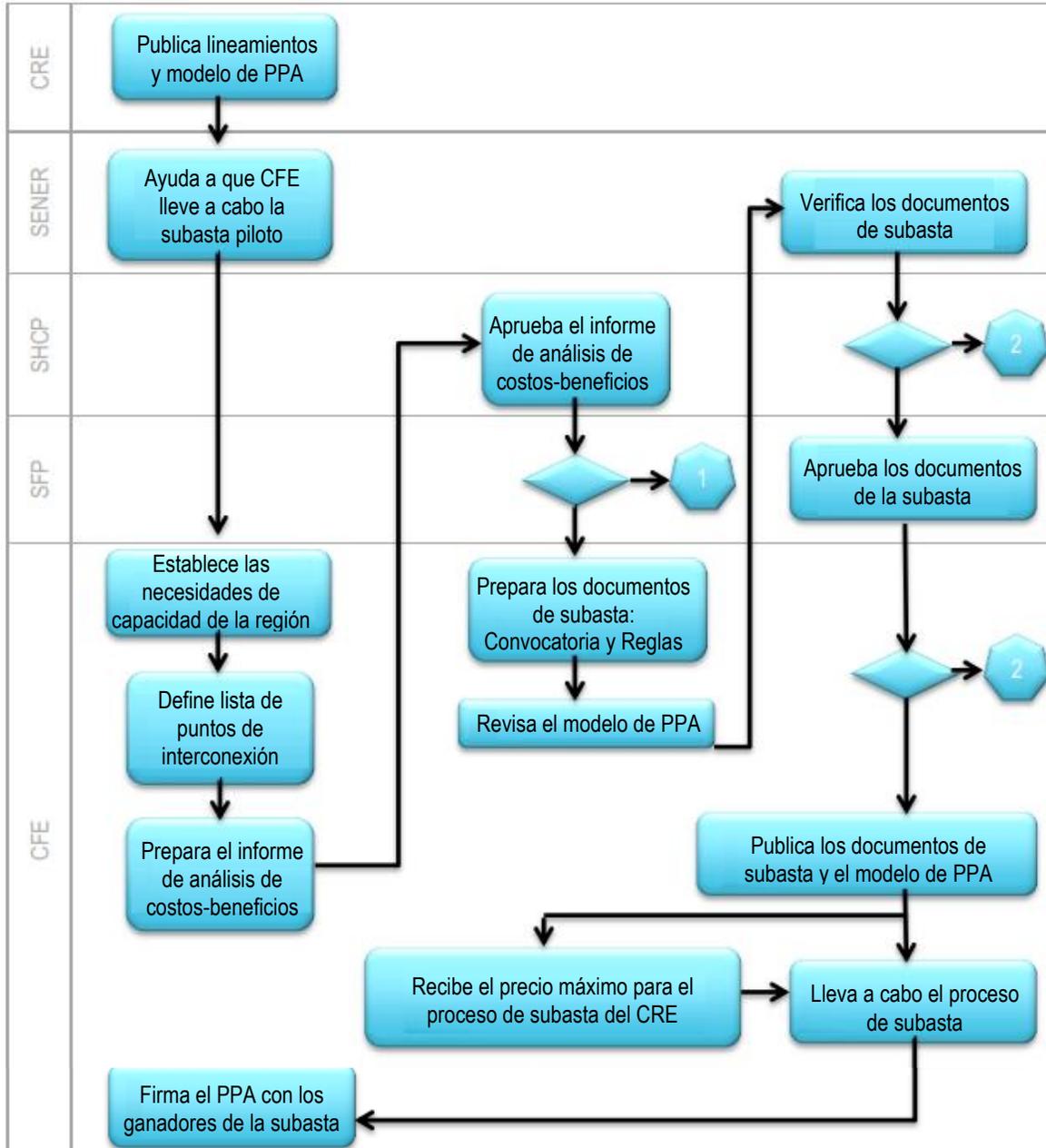


Figure B-1: Diagrama de Acciones Secuenciales del Sistema de Subastas

1. CFE redefine el análisis de costos - beneficios 2. CFE revisa los documentos de subasta

DESPUÉS DE LOS PROCESOS DE SUBASTA

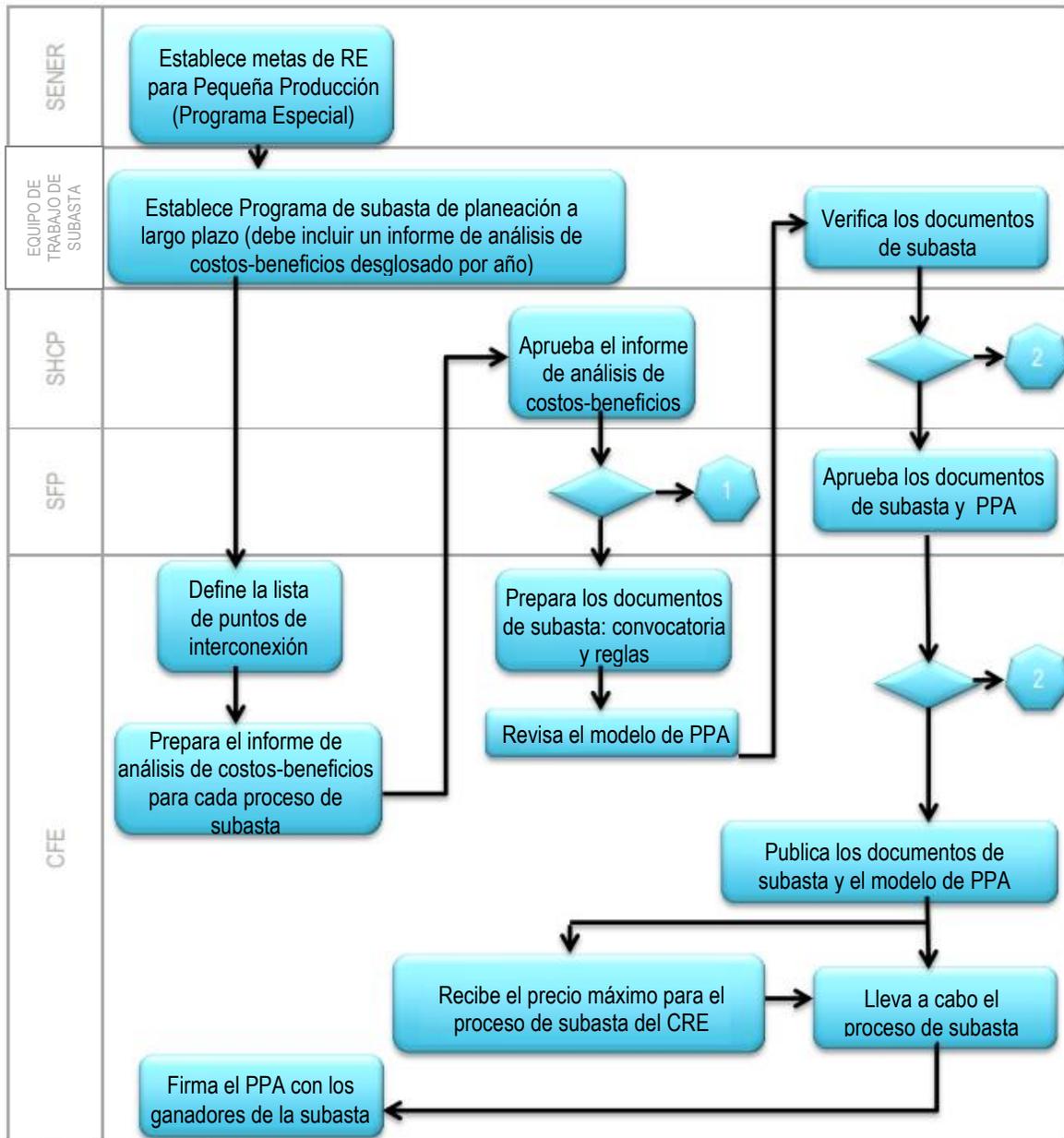


Figure B-2: Procesos de Subasta

1. CFE redefine el análisis de costos-beneficios

2. CFE revisa los documentos de subasta

APÉNDICE C DATOS REUNIDOS DE CFE PARA ANÁLISIS ECONÓMICO

Número de Medidores Eléctricos	
• Residencial	33,311,490
• Comercial	3,701,822
• Industrial	285,840
Índices de Crecimiento Anual	
• Medidores	2.8%
• Subestaciones	3.5%
• Transformadores	2.0%
Ventas Anuales (MXN \$MM)	
• Residencial	MXN \$60,702.1
• Comercial	MXN \$40,625.8
• Industrial	MXN \$189,475.6
Ventas de Energía (MM kWh)	
• Residencial	52,557.2
• Comercial	13,733.6
• Industrial	120,560.8
Consumo en Horas Pico del Sistema (MW)	
• Verano	40,271.0
• Invierno	34,549.0
Infraestructura Eléctrica	
• Alimentadores de la Línea Principal de la Red	10,148
• Transformadores de Distribución	1,327,958
• Subestaciones	1,899
• Transformadores de Subestación	2,639
Datos de Operaciones del Sistema	
• Porcentaje de Medidores Electromecánicos	27.0%
• Casos Documentados de Robo del Sistema	109,171
• Número Anual de Lecturas Especiales	17,736
• Desconexiones Anuales de Medidores	4,182,324
• Cuentas Incobrables Anuales	MXN \$4,608,947,650
• Minutos Anuales de Corte por Cliente	42.1
• Duración Promedio de Cortes (Minutos)	95.0

(Todos los otros datos se reunieron a través de la investigación en el sector)