



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

REGULACIÓN ELÉCTRICA DE ZONAS RURALES AISLADAS DE GUATEMALA

Erwin Vicente Say Cajchum

Asesorado por el Ing. Juan Carlos Morataya Ramos

Guatemala, octubre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REGULACIÓN ELÉCTRICA DE ZONAS RURALES AISLADAS DE GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ERWIN VICENTE SAY CAJCHUM

ASESORADO POR EL ING. JUAN CARLOS MORATAYA RAMOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELÉCTRICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Gustavo Benigno Orozco Godínez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Fernando Rodas
EXAMINADOR	Ing. Julio Rolando Barrios Archila
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

REGULACIÓN ELÉCTRICA DE ZONAS RURALES AISLADAS DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 10 de febrero 2009.


Erwin Vicente Say Cajchum

Guatemala, 23 de agosto de 2011

Ingeniero:

Jorge Luis Perez Rivera

Coordinador del Área de Potencia

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

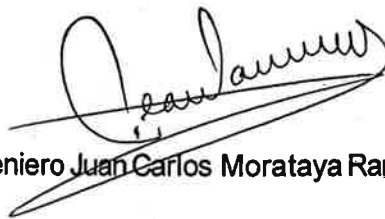
Presente.

Estimado Ingeniero Perez.

Por este medio me dirijo a usted para informarle que habiendo asesorado al estudiante **Erwin Vicente Say Cajchum** con carne No. **1998-12055**, en el trabajo de graduación "**Regulación Eléctrica de Zonas Rurales Aisladas de Guatemala**" y llenando éste los objetivos trazados, extendiendo la aprobación del mismo.

Por lo tanto, el autor de este trabajo y yo como asesor, nos hacemos responsables del contenido y conclusiones del mismo

Sin otro particular, me suscribo atentamente.



Ingeniero Juan Carlos Morataya Ramos.

Juan Carlos Morataya Ramos
INGENIERO ELECTRICISTA
COLEGIADO No. 8570

Asesor.



Ref. EIME 76. 2011
Guatemala, 25 de NOVIEMBRE 2011.

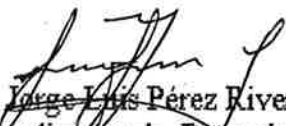
Señor Director
Ing. Guillermo Antonio Puente Romero
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

**Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:
"REGULACIÓN ELÉCTRICA DE ZONAS RURALES AISLADAS
DE GUATEMALA", del estudiante Erwin Vicente Say Cajchúm,
que cumple con los requisitos establecidos para tal fin.**

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,
ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Jorge Luis Pérez Rivera
Coordinador de Potencia


JLPR/sro





REF. EIME 21. 2012.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; Erwin Vicente Say Cajchúm titulado: "REGULACIÓN ELÉCTRICA DE ZONAS RURALES AISLADAS DE GUATEMALA", procede a la autorización del mismo.


Ing. Guillermo Antonio Puente Romero

GUATEMALA, 02 DE MAYO 2012.





Ref. DTG.504-2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de graduación titulado: **REGULACIÓN ELÉCTRICA DE ZONAS RURALES AISLADAS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Erwin Vicente Say Cajchum** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, octubre de 2012

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres

Otto René Say Simaj y Carmen Cajchun de Say, quienes me apoyaron, me dieron el aliento a lo largo de mi carrera universitaria y mi vida. Sus enseñanzas me han llevado a ser la persona que soy hoy en día.

Mis hermanos

Otto, Erick, Gerber, Gilberto, Henry, Jennifer y en especial a Víctor Hugo, sé que está a la par de Dios y en un mejor lugar brindándonos su apoyo.

Mi esposa

Edna Leticia García, por su apoyo incondicional por las noches de desvelo que le hice pasar, y en todo momento que la he necesitado ha estado a mi lado sin importar su propio sacrificio.

Mis hijos

Edna Clarissa y Armando René, ustedes son el motivo de estar hoy donde estoy, me han dado su cariño y apoyo aún sacrificando los momentos que pudimos pasar, pero este triunfo se los dedico con todo mi amor.

Mis abuelos

Gilberto Vicente Say Mejia (q.e.p.d.); Amalia Bejer Caal (q.e.p.d.); Mariano Federico Cajchun (q.e.p.d.); una flor sobre sus tumbas.

- Mi abuela** Felisa Simaj Ixtuc por todos esos consejos y gratos momentos que hemos compartido.
- Mis familiares** Lourdes y Lety por el apoyo que me brindaron en todo momento.
- Mis mentores** Ing. Francisco González, Ing. Julio Barrios, Ing. Jorge Pérez, Ing. Renato Escobedo por la amistad extendida y creada dentro y fuera de aulas
- Mis amigos** Roberto Arnoldo Patzan Medrano, Ing. Omar Salvatierra, Juan Carlos Ortiz, Gerson Aarón Lima, Con quienes compartimos momentos de tristeza y felicidad; y con quienes el trabajo en equipo permitió siempre salir triunfantes.
- Mi compañero** Ingeniero Julio Alonzo, por su amistad, apoyo esperando emprender muchos proyectos los cuales sean de éxito.
- Mis compañeros de trabajo** Ricardo Gil y Thelma Muñoz que siempre me extendieron su apoyo en momentos difíciles.
- Todos aquellos** Que en algún momento me brindaron palabras de aliento para seguir adelante y no dejarme vencer por la adversidad.

AGRADECIMIENTO A:

Dios	Por guiar mis pasos y darme la fuerza de voluntad, la iluminación necesaria en la vida para alcanzar mis metas y objetivos.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser el centro de enseñanza que inculcó en mí la responsabilidad, el trabajo y la dedicación
Facultad de Ingeniería	Por ser la cuna del saber, además de haberme formado y dado las herramientas para poder desarrollarme como profesional.
Ingeniero Juan Carlos Morataya	Por brindarme su amistad y apoyo incondicional, porque sin sus consejos y asesoría no hubiese sido posible culminar con éxito este proyecto.
La Comisión Nacional de Energía Eléctrica	Por la colaboración para la obtención de los datos necesarios para la elaboración del presente proyecto.
Administrador del Mercado Mayorista	Por haberme brindado la oportunidad de desarrollarme como profesional en el sector eléctrico.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCION.....	XIX
1. ANTECEDENTES DE LA ELECTRIFICACIÓN RURAL EN GUATEMALA.....	1
1.1. Plan de Electrificación Rural (PER).....	4
1.1.1. Proyecto de Electrificación Rural I (1971-1978)	5
1.1.2. Proyecto de Electrificación Rural II (1979-1989)	5
1.1.3. Proyecto de Electrificación Rural III (1989-1996)	8
1.2. Programas de Electrificación Rural Fideicomiso de Administración INDE Obras Rurales de Occidente y Oriente 1999-a la fecha	13
1.3. Cobertura eléctrica.....	21
1.3.1. Cobertura en el país.....	24
1.3.2. Cobertura eléctrica departamental	26
1.4. Índice de pobreza.....	27
1.4.1. Producto Interno Bruto (PIB).....	29
1.4.2. Producto Interno Bruto per cápita.....	31
1.4.3. Electrificación y correlación con el Producto Interno Bruto (PIB), energía y medioambiente	33
1.5. Evolución de la Electrificación Rural en Guatemala, planes y programas de electrificación rural actuales y futuros	36

1.5.1.	Aumentar la oferta energética del país a precios competitivos	37
1.5.2.	Cobertura eléctrica.....	39
1.5.3.	Diversificar la matriz energética del país, priorizando las energías renovables	40
1.5.4.	Diversificar las fuentes para la generación de electricidad.....	41
1.5.5.	Gas natural	46
1.5.6.	Biocombustibles.....	46
1.5.7.	Impulsar la integración energética	47
2.	LEGISLACIÓN Y NORMATIVA EXISTENTE EN EL MARCO ACTUAL REFERENTE AL DESARROLLO DE LAS ZONAS RURALES AISLADAS (ZRA'S)	49
2.1.	Revisión del Marco Legal existente relacionado con electrificación rural y el desarrollo de las zonas rurales aisladas.....	52
2.1.1.	Constitución Política de la República.....	54
2.1.2.	Ley General de Electricidad	55
2.1.3.	Reglamento de la Ley General de Electricidad.....	57
2.2.	Rol del Ministerio de Energía y Minas con respecto al marco legal existente	57
2.2.1.	Dirección General de Energía. Ministerio de Energía y Minas	59
2.3.	Rol del Instituto de Electrificación Rural con respecto al marco legal existente.....	60
2.4.	Rol de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica con respecto al marco legal existente	61

2.5.	Implementación actual de los mecanismos abarcados en el marco legal existente	63
2.5.1.	Sustentación legal específica y directa para el desarrollo de la electrificación rural.....	65
3.	CARACTERIZACIÓN DE LA OFERTA Y LA DEMANDA ENERGÉTICA EN ZONAS RURALES AISLADAS DE GUATEMALA	67
3.1.	Metodología empleada para la definición de las zonas rurales aisladas	67
3.2.	Identificación de la oferta en las Zonas Rurales Aisladas (ZRA's).....	70
3.2.1.	Formas de generación de energía eléctrica típicas de Guatemala	76
3.3.	Caracterización de la demanda de zonas rurales aisladas	96
3.3.1.	Gasto familiar en fuentes tradicionales de energía para iluminación	100
3.3.2.	Demanda proyectada de energía	100
3.3.3.	Usuarios no incluidos en los planes de electrificación rural que forman parte de la base de datos del INDE a la fecha.....	102
3.4.	Plan de Expansión del Sistema de Transporte del Sistema Nacional Interconectado Guatemalteco 2008-2018	104
3.4.1.	Los objetivos del Plan de Expansión.....	108
3.4.2.	Análisis del Plan de Expansión	108
3.4.3.	Caso base	109
3.4.4.	Estado actual de la red de transporte y obras en construcción	111
3.4.5.	Análisis del Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008–2018.....	112

3.4.6.	Refuerzos al SNI en el corto plazo.....	114
3.4.7.	Licitación del Plan de Expansión	122
3.5.	Planes de expansión de las redes de distribución de las empresas de distribución de energía eléctrica de Guatemala	122
3.6.	Definición de Zona Rural Aisladas (ZRA)	122
4.	PROPUESTA DEL INSTRUMENTO LEGAL PARA FORTALECER LA REGULACIÓN DE LA ELECTRIFICACIÓN DE LAS ZONAS RURALES AISLADAS EN PRO DE SU DESARROLLO	123
4.1.	Consideraciones generales	123
4.2.	Obstáculos encontrados para el suministro de energía a las zonas rurales aisladas	125
4.2.1.	Delimitación de las zonas rurales aisladas	125
4.2.2.	Planificación de la electrificación de las ZRA.....	126
4.2.3.	Ejecución e implementación del proceso	127
4.2.4.	Actuación y coordinación de los agentes.....	128
4.2.5.	Tecnologías aplicables en las ZRA.....	129
4.2.6.	Incentivación de la participación ciudadana.....	131
4.2.7.	Determinación y seguimiento de los estándares de calidad de servicio	131
4.3.	Propuestas básicas	132
4.3.1.	Planificación del suministro de electricidad a las zonas rurales aisladas	132
4.3.2.	Creación de la Oficina Técnica de Electrificación Rural	133
4.3.3.	Modelo económico	133
4.3.4.	Promoción de la participación de la iniciativa privada y las comunidades beneficiarias	134

4.3.5.	Normas técnicas y de calidad del servicio.....	135
4.4.	Bases para el desarrollo normativo propuesto	135
4.5.	Visión general del modelo propuesto	137
4.5.1.	Electricidad para todos.....	138
4.5.2.	Control del gobierno y de los organismos de regulación.....	138
4.5.3.	Descentralización y coordinación de actuaciones.	138
4.5.4.	Voluntad y participación de las comunidades locales	139
4.5.5.	Promoción de la iniciativa privada	139
4.5.6.	Condiciones de competencia	140
4.5.7.	Mecanismos de financiación	140
4.5.8.	Cooperación Internacional	141
4.5.9.	Participación de las universidades y los centros de investigación.....	142
4.6.	Agentes.....	142
4.6.1.	Participación del Gobierno	142
4.6.2.	Participación de la iniciativa privada.....	143
4.6.3.	Participación de los consumidores.....	144
4.6.4.	Participación de la administración local y regional	144
4.7.	Procedimiento general	145
4.8.	Régimen económico	147
4.9.	Detalle de los procedimientos	150
4.10.	La Planificación del suministro de Electricidad a las Zonas Rurales Aisladas (PEZRA).....	153
4.10.1.	Definición PEZRA.....	154
4.10.2.	Responsabilidad.....	156
4.10.3.	Horizonte de aplicación	157

4.10.3.1.	Integración del Plan de Electrificación de Zonas Rurales Aisladas dentro del Plan de Electrificación Rural (PER).....	157
4.10.3.2.	Criterios de planificación a largo plazo y establecimiento de prioridades	158
4.10.4.	El desarrollo a corto plazo de la planificación del suministro de electricidad a las zonas rurales aisladas.....	158
4.10.5.	Horizonte de aplicación.....	162
4.11.	Programas de formación sobre electricidad y sus usos.....	162
4.12.	Memoria económica.....	162
4.13.	Oficina Técnica de Electrificación de las Zonas Rurales Aisladas (OTEZRA)	163
4.13.1.	El proceso de electrificación	166
4.13.2.	Organización y funcionamiento.....	171
4.14.	Propuesta básica de regulación EZRA	173
4.15.	Norma de Regulación para el Suministro Eléctrico a las Zonas Rurales Aisladas	176
4.15.1.	Plan Nacional de Electrificación de Zonas Rurales Aisladas a Largo Plazo	180
4.15.2.	Participación ciudadana en el proceso	182
4.15.3.	Planes nacionales de electrificación de zonas rurales aisladas a corto plazo	184
4.15.4.	Órgano técnico especializado de electrificación de las zonas rurales aisladas, Artículo 26. Constitución	186

4.15.5.	Recursos económicos para la electrificación de las zonas rurales aisladas, Artículo 32. Origen de los recursos	189
4.15.6.	Medida	198
4.15.7.	Gestión de los cobros.....	198
4.15.8.	Calidad del servicio al consumidor final	199
4.15.9.	Calidad comercial.....	200
4.15.10.	Disposiciones transitorias.....	201
CONCLUSIONES.....		203
RECOMENDACIONES		205
BIBLIOGRAFÍA.....		207

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Mapa de Electrificación Rural Plan de Electrificación Rural (1999-2011).....	17
2. Distribución y avance físico comprende 280 629 usuarios en aproximadamente 2 600 comunidades.....	19
3. Avance físico se han conectado 189 235 usuarios en 1868 comunidades.....	20
4. Índice de electrificación, período 1991-2010 (cifras en porcentajes)....	22
5. Usuarios de los servicios de electricidad (2001-2010).....	23
6. Tasa promedio de crecimiento anual de viviendas en Guatemala.....	24
7. Índice de cobertura eléctrica departamental.....	27
8. Pobreza nacional... ..	29
9. Producto Interno Bruto.....	31
10. Producto Interno Bruto (PIB) per cápita.....	33
11. Producción de electricidad por fuentes hidroeléctricas Centroamérica 2010.....	34
12. Energía frente ambiente Guatemala 1980-2010.....	35
13. Crecimiento esperado de la demanda al 2020 en MW.....	38
14. Zonas con potencial geotérmico.....	42
15. Mapa de la densidad de energía eólica.....	43
16. Radiación solar directa anual.....	44
17. Generación por tipo de combustible 2010.....	70
18. Generación por tipo de central generadora 2010.....	71
19. Comportamiento de la generación por tipo de recurso utilizado.....	72

20.	Generación por tipo de central generadora	73
21.	Mapa de pobreza en Guatemala	75
22.	Generación eléctrica por empresa	77
23.	Generación eléctrica por tipo de combustible.....	78
24.	Cobertura eléctrica a nivel departamental	79
25.	Esquema transversal de un sistema hidroeléctrico a filo de agua	83
26.	Diagrama del manejo de la energía en uso casero	85
27.	Ampliación de datos para leer el Mapa de puntos con potencial para la producción de energía	86
28.	Esquema simple de un sistema fotovoltaico.....	91
29.	Corteza, manto y núcleo de la tierra.....	92
30.	Diagrama Unifilar del caso base Plan de Expansión	110
31.	Mapa del Plan de Expansión.....	111
32.	Mapa Plan de Expansión del Sistema de Transporte.....	112
33.	Diagrama Unifilar del Plan de Expansión	113
34.	Mapa geográfico anillo Metro Pacífico.....	116
35.	Mapa geográfico del anillo Hidráulico.....	117
36.	Mapa geográfico del anillo Atlántico	119
37.	Mapa geográfico del anillo Oriental	120
38.	Mapa geográfico del anillo Occidental.....	121
39.	Modelo institucional propuesto	146
40.	Régimen económico.....	148
41.	Modelo institucional propuesto para el consejo consultivo de OTEZRA.....	161

TABLAS

I.	Infraestructura de transmisión eléctrica del INDE plan original	18
II.	Electrificación rural inversiones en distribución plan original.....	18

III. Índice de electrificación, período 1991-2010	22
IV. Usuarios del servicio de electricidad (2001-2010)	23
V. Tasa promedio de crecimiento anual	25
VI. Índice de cobertura eléctrica departamental 2010	26
VII. Crecimiento anual del Producto Interno Bruto	30
VIII. Producto Interno Bruto (PIB) per cápita (US\$).....	32
IX. Potencial de recursos renovables en Guatemala	80
X. Zonas rurales aisladas.....	98
XI. Demanda de energía para estación de carga de baterías	99
XII. Estudio de la demanda proyectada	102
XIII. Usuarios no Incluidos en los planes de electrificación rural.....	103
XIV. Plan de Expansión del Sistema de Transporte	107
XV. Anillos del Sistema Nacional Interconectado	115

GLOSARIO

Comunidad rural aislada	Son aquellas comunidades cuyo suministro de electricidad mediante la extensión de la red eléctrica no está incluido en el Plan de Electrificación Rural.
Electrificación	Un proceso en el cual se busca abastecer de energía a las distintas localidades del país que no cuentan con un suministro apropiado, ya que éstas deben satisfacer sus necesidades de abastecimiento con el uso de fuentes de energía más precarias e ineficientes.
Grado de electrificación	El grado de electrificación determina la capacidad y calidad de la instalación y por tanto condiciona el nivel de confort de la vivienda. Depende de la superficie de la vivienda y con un mínimo de acuerdo con las siguientes especificaciones.
Opciones energéticas	Son las distintas soluciones energéticas que pueden ser utilizadas en el suministro de electricidad a las comunidades ubicadas en Zonas Rurales Aisladas.

Sistemas eléctricos rurales aislados

Sistemas eléctricos de generación y distribución, desarrollados por medio de micro redes o sistemas individuales, situados fuera de las redes eléctricas tradicionales existentes, técnicamente realizados o no con energías renovables y cuya potencia instalada, en el caso de micro redes, no supere los 500 Kw.

Zona rural

Área en el cual su principal actividad es agricultura ganadería es donde los campesinos siembran para luego comercializar sus productos, las zonas rurales no cuentan con los servicios indispensables como drenaje agua por tubería alumbrado público etc.

Zona rural aislada

Aquella parte del territorio nacional que por su dificultad de acceso o por razones económicas hacen actualmente inviable su conexión a las redes de distribución, estando excluidas del Plan de Electrificación Rural.

Zona rural aislada electrificada

Se considerará electrificada una zona rural aislada cuando todos y cada uno de los hogares que deseen recibir un servicio mínimo de abastecimiento eléctrico pueden acceder a él.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación da a conocer cada uno de los aspectos de la electrificación del área rural en Guatemala, los cuales se describen a continuación:

Capítulo 1. Antecedentes de la electrificación rural en Guatemala, da a conocer que tiene una cobertura del servicio eléctrico del 85% y aumentar la cobertura mediante extensión de redes resulta sumamente costoso. Como alternativa y con el fin de cubrir los servicios eléctricos a nivel básico se plantea incentivar el desarrollo de instalaciones autónomas y micro redes.

El plan de electrificación rural es un programa integral de inversiones en distribución y transmisión de energía eléctrica, las cuales están asociadas a la ampliación de cobertura a nuevos usuarios y a mejorar el servicio eléctrico, especialmente en comunidades rurales de bajos recursos económicos.

Extender las redes eléctricas a zonas remotas con baja densidad de consumo, implica costos muy elevados lo que hace en algunos casos muy difícil la electrificación rural por extensión de redes. La geografía del país hace que la cobertura del servicio eléctrico por extensión de redes sea complicada y es necesario abordarlo con sistemas aislados.

Capítulo 2. Marco actual referente al desarrollo de las zonas rurales aisladas, el país adoptó algunas medidas para reformar el subsector eléctrico por medio de cambios en la legislación vigente. Esta no contaba con la capacidad para cubrir la creciente demanda de servicio eléctrico, dado que la

Constitución Política de la República de Guatemala declara de urgencia nacional la electrificación del país, por considerarla de vital importancia para su desarrollo. Se liberó el mercado eléctrico en 1996 para agilizar y optimizar el crecimiento del subsector a través de la inversión privada de empresas dedicadas a la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

Por lo que se inicia la modernización del sector eléctrico, cuyo fundamento principal fue la Ley General de Electricidad, la cual incluyó un nuevo marco legal y regulatorio para la industria eléctrica y la reestructuración del Instituto Nacional de Electrificación.

Capítulo 3. Caracterización de la oferta y demanda energética en zonas rurales aisladas en Guatemala, indica que para lograr que los habitantes tengan acceso a servicios de electricidad y por consiguiente una mejor calidad de vida, deben aplicarse mecanismos de electrificación alternativos a la extensión de redes.

El Plan de Expansión del Sistema de Transporte se enfoca en la construcción de redes anilladas o malladas con la finalidad que cumpla con el criterio de seguridad operativa. En la actualidad el sistema nacional interconectado está constituido por redes radiales, el cual es bastante vulnerable ante la pérdida de uno de sus elementos.

Capítulo 4. Propuesta del Instrumento Legal para fortalecer la regulación de la electrificación de las zonas rurales aisladas, se identificó la necesidad que existe en el desarrollo de normas reglamentarias que garanticen el buen funcionamiento de los proyectos y faciliten el desarrollo de actividades productivas a las personas que integran las comunidades que se encuentran en zonas rurales aisladas.

OBJETIVOS

General

Proponer un marco regulatorio para la electrificación de las zonas rurales aisladas de Guatemala.

Específicos

1. Facilitar el suministro eléctrico a las zonas rurales aisladas en Guatemala.
2. Proponer el marco regulatorio específico para el suministro de electricidad en las zonas rurales aisladas de Guatemala, que complemente, de esta manera, el marco que regula el suministro de electricidad a las zonas rurales a través de la extensión de redes
3. Establecer recomendaciones y directrices para llevar a cabo el proceso de planificación del suministro de energía a las zonas rurales aisladas.
4. Fomentar la participación de la iniciativa privada, así como la de los usuarios para garantizar la sostenibilidad del suministro de energía eléctrica.

INTRODUCCION

Guatemala presenta una de las experiencias más exitosas en electrificación rural por extensión de redes, elevando la cobertura de electrificación rural del 67% al 85 % en menos de diez años, con proyectos financiados por medio de fondos provenientes del fideicomiso producto de la venta de las empresas de distribución estatales como resultado del proceso de descentralización del subsector eléctrico guatemalteco en 1996. No obstante, hoy día mientras estos fondos se agotan, aún hay un 15 % de guatemaltecos sin acceso a este vital servicio.

Para superar tan importante barrera en el desarrollo de estas zonas, existen varias entidades del subsector eléctrico guatemalteco bajo la dirección de la ONG española, Energía sin Fronteras (EsF) líder en el proyecto Electrificación de Zonas Rurales Aisladas (EZRA) el cual plantea un nuevo esquema de electrificación de Zonas Rurales Aisladas (ZRA) por medio de la construcción y gestión de micro redes autónomas abastecidas de fuentes de generación eléctrica locales utilizando sus propios recursos naturales.

La tecnología basada en la energía renovable permiten extender el suministro a las zonas rurales aisladas por consiguiente la electrificación de estas zonas puede incluirse en el proceso de planificación rural del suministro de energía eléctrica.

1. ANTECEDENTES DE LA ELECTRIFICACIÓN RURAL EN GUATEMALA

Uno de los mayores desafíos que enfrenta Guatemala es la reducción de la pobreza que afecta a importantes segmentos de la población y los excluye de los beneficios del desarrollo. Por ello se emprendió en una modernización del sector eléctrico, cuyo fundamento principal fue la Ley General de Electricidad (LGE) que entró en vigencia en 1996. Dicha modernización incluyó un nuevo marco legal y regulatorio para la industria eléctrica, y la reestructuración de la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA) y el Instituto Nacional de Electrificación (INDE).

Uno de los mayores desafíos que enfrenta Guatemala es la reducción de la pobreza que afecta a importantes segmentos de la población y los excluye de los beneficios del desarrollo. Por ello se emprendió en una modernización del sector eléctrico, cuyo fundamento principal fue la Ley General de Electricidad (LGE) que entró en vigencia en 1996. Dicha modernización incluyó un nuevo marco legal y regulatorio para la industria eléctrica, y la reestructuración de la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA) y el Instituto Nacional de Electrificación (INDE).

El área de distribución del INDE se organizó en dos empresas: Distribuidora de Electricidad de Oriente, S.A. (DEORSA) y Distribuidora de Electricidad de Occidente, S.A. (DEOCSA), que fueron privatizadas, mediante la venta del 80% de las acciones, igual que las empresas de generación y de distribución de EEGSA.

Debido a esto se estima que 66% de la población guatemalteca vive en situación de pobreza y la mayor parte de la misma está concentrada en el área rural donde vive el 60% de la población del país. El nivel de pobreza en las áreas rurales alcanza el 76% y afecta principalmente a las poblaciones indígenas, para las cuales la incidencia de pobreza es del 82% frente a un 52% de los grupos no indígenas. Los hogares con necesidades básicas insatisfechas en las áreas rurales alcanzan el 85%, representando dos a tres veces más que para los hogares de las zonas urbanas.

El consumo de energías se concentra en la población con mayores recursos económicos, localizada en los principales centros urbanos. Mientras que los usuarios residenciales en la zona metropolitana consumen 170 kWh/mes, los del área rural sólo 50 kWh./mes, con el agravante de que apenas el 70% de la población del país cuenta con servicio eléctrico. Este hecho se refleja en un consumo anual por habitante de 371 kWh., donde la mayor parte de la población que no cuenta con servicio eléctrico vive en las zonas rurales.

Para enfrentar este desafío, el Gobierno de Guatemala ha formulado una Estrategia de Reducción de la Pobreza que propone como uno de sus principios generales la atención preferencial del área rural y plantea entre los objetivos mejorar y ampliar la cobertura de la infraestructura rural.

Para combatir la baja cobertura de servicios como la electricidad, que ha sido señalada como uno de los factores que inciden en la baja productividad de las áreas rurales. La Ley General de Electricidad (LGE) reconoció la dificultad de ampliar la cobertura de electricidad una vez que las empresas de distribución pasaran a manos del sector privado y determinó, en su artículo 47, que: El Estado podrá otorgar recursos para costear total o parcialmente la inversión de

proyectos de electrificación rural, de beneficio social o de utilidad pública, que se desarrollen fuera de la zona territorial delimitada.

Los recursos que otorgue el Estado serán considerados como un subsidio, los cuales no podrán ser trasladados como costo al usuario. Las obras que se construyan con estos aportes serán administradas y operadas por el adjudicatario.

Gracias a La Ley General de Electricidad (LGE), la electrificación en las zonas rurales han probado ser un vector de desarrollo económico y social en Guatemala. Entre sus principales beneficios económicos están la cantidad y calidad de la iluminación de residencias y centros de servicios públicos, la facultad para la utilización de equipos electrónicos como radios, televisores, computadoras, la posibilidad de utilizar equipos de refrigeración para el comercio y para la salud (en lo referente al almacenamiento de vacunas), y la oportunidad de desarrollar la economía, a través de la micro empresa rural.

Los principales beneficios sociales incluyen el incremento en la educación como resultado de la facultad para extender el horario de enseñanza y aprendizaje a horas de la noche, la incorporación de los jóvenes y las mujeres en la vida productiva y en los programas de alfabetización y educación extraescolar, la seguridad pública y el efecto de atracción que ejerce una comunidad electrificada sobre sus alrededores, convirtiéndola en un pequeño pero significativo polo de desarrollo

Los proyectos de electrificación rural son entonces una base fundamental para el de desarrollo rural, pues han llegado a ser herramientas transformadoras de la actividad productiva de los pueblos. Sin embargo, históricamente ha quedado demostrado que la electrificación rural, por sí sola,

no significa desarrollo, ni es un fin de éste. Los proyectos de electrificación son parte de un proceso, en donde el compromiso de los vecinos y de otros esfuerzos complementarios de apoyo, harán un proceso efectivo y eficiente de desarrollo que dará como resultado una mejor calidad de vida de las familias, sin incrementar la presión sobre los recursos naturales.

1.1. Plan de Electrificación Rural (PER)

El Plan de Electrificación Rural son proyectos significativos, por su magnitud y la forma en que fueron desarrollados.

La finalidad de la creación de la electrificación rural es crear programas de beneficio social, dotando del fluido eléctrico a comunidades rurales del interior del país en áreas que han sido marginadas por varios años de los servicios básicos para su subsistencia.

El Gobierno está obligado a aprovechar los recursos y elementos naturales como las fuentes de energía, a fin de incrementar su disponibilidad para satisfacer la demanda normal e impulsar el desarrollo de nuevas industrias, estimular el uso de la electricidad en las regiones rurales y aumentar su consumo doméstico.

Es por eso que el INDE ha desarrollado desde 1971 tres proyectos significativos con este propósito, coordinado estos programas con la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID), institución que proporciona el financiamiento con préstamos blandos y donaciones, conjuntamente con el Gobierno a través del INDE para la realización de estos programas.

1.1.1. Proyecto de Electrificación Rural I (1971-1978)

Iniciándose la electrificación rural formalmente en el año 1971, con el Proyecto de Electrificación Rural I (PER1), éste consistió en la organización, construcción y operación de tres regiones que en esta época no estaban conectadas al Sistema Nacional Interconectado.

El objetivo principal de este proyecto fue la construcción de todo el sistema de transmisión y distribución para tres regiones del país.

Se programó la construcción de 565 kilómetros de líneas de transmisión de 69 kV, 213 kilómetros de líneas de 34.5 kV. Donde las regiones que cubrió este plan fueron: las Verapaces, Huehuetenango, el Quiché y San Marcos.

Dentro de los logros obtenidos por este plan están:

- Fortalecimiento de la transmisión y mejoras en las subestaciones de Huehuetenango, San Marcos, las Verapaces.
- Electrificación de las cabeceras municipales de Huehuetenango, que aun no contaban con energía eléctrica.

1.1.2. Proyecto de Electrificación Rural II (1979-1989)

En el año 1979 se inició el Proyecto de Electrificación Rural II (PER-II), éste se extendió a toda la Republica de Guatemala con excepción del departamento del Petén y Guatemala; estaba proyectado a ser ejecutado en 5 años.

El objetivo de este proyecto fue llevar la electrificación domiciliar a las comunidades seleccionadas del área.

Dentro de las metas programadas en este proyecto se tenían: Instalar 70000 nuevos usuarios en 342 comunidades nuevas y con ampliaciones que parcialmente tenían energía eléctrica. La construcción de 56 kilómetros de líneas de transmisión de 69 kV.

La construcción de una subestaciones para reducir voltaje de 69 kV con 5 megavattios de capacidad en el municipio de Quetzaltepeque, departamento de Chiquimula. Y la construcción de 901 kilómetros de redes de distribución.

Condiciones del financiamiento (Préstamo Blando). El prestatario (Gobierno-INDE) pagará a la AID en concepto de intereses el dos por ciento (2%) anual durante diez (10) años a partir de la fecha del primer desembolso y seguidamente el tres por ciento (3%) anual sobre el saldo del capital y de intereses vencidos. Los intereses sobre saldos adeudados se calcularán a partir de la fecha de cada desembolso y serán pagaderos semestralmente. El capital se pagará en un término de 25 años, a partir de la fecha del primer desembolso.

El aporte comunitario en este proyecto consistió únicamente en pago de estudio topográfico y socioeconómico que según el reglamento de aportes del INDE es de Q 74.90 como pago mínimo o Q 2.14 por usuario cuando pasa de 35 usuarios, además incluyó el pago por las instalaciones internas de las viviendas (que incluye el material: 1 caja flipon de 15 amp., un tomacorriente doble dos apagadores y dos focos) cuyo costo fue de Q 21.12, el cual fue pagado por los usuarios durante un período de cuatro años, por medio de un incremento en la factura mensual del consumidor de Q 0.44 por usuario.

En base a la cobertura geográfica el Proyecto de Electrificación Rural II tuvo una cobertura en los siguientes departamentos:

- Santa Rosa, Jutiapa, Jalapa, Chiquimula, Zacapa, Izabal, Progreso, Baja Verapaz, Alta Verapaz, Chimaltenango, Sololá, Totonicapán, Quetzaltenango, Retalhuleu, Suchitepéquez, Huehuetenango, el Quiché, San Marcos.

Dentro de los logros obtenidos por la ejecución de este proyecto, las metas programadas fueron superadas en más de 100% de la siguiente manera:

- Se atendieron 536 comunidades, 194 más de las programadas
- Instalando a 91 301 nuevos usuarios, 21 301 más de lo programado
- Construcción de 1 500 kilómetros de redes, que superaron en 599 lo programado.

La ejecución de este proyecto fue todo un éxito, puesto que las metas fueron sobrepasadas.

Con el éxito obtenido se logró aumentar la cifra de los nuevos usuarios a 91301 usuarios, beneficiando a 536 comunidades de 20 departamentos del país.

La situación del mercado eléctrico nacional, al final de la década de los 80's y el inicio de la década de los 90's, las condiciones del subsector eléctrico, con crecimiento sostenido de la demanda y estancamiento de la oferta, sin fuentes de financiamiento para las inversiones necesarias y un deterioro acentuado de la estructura administrativa de las instituciones del sector,

llevaron al reconocimiento de que el modelo de gestión exclusivamente estatal se había agotado.

En un contexto de crisis provocado por racionamientos de suministro de electricidad, se concretaron los primeros contratos de compra de potencia con empresas privadas, cuyas instalaciones de generación se construirían en los siguientes años. Sin que se hubiese modificado la estructura legal del subsector, esos hechos marcaron el inicio de la participación privada en las inversiones.

La política de desarrollo del Gobierno de la República orientó el sector eléctrico hacia un sistema mixto con participación del sector privado, tomando la decisión de que el Gobierno no emprendiera nuevas inversiones en generación y que a partir de ese momento, el crecimiento de la oferta de energía se hiciera mediante inversiones del sector privado. No obstante, el Estado a través del Instituto Nacional de Electrificación (INDE) conservó la propiedad y administración de las principales centrales hidroeléctricas (Chixoy, Aguacapa, Jurún Marinalá, Esclavos y otras) y las redes de transporte de alta tensión (230 kV, 138 kV y 69 kV).

1.1.3. Proyecto de Electrificación Rural III (1989-1996)

El Proyecto de Electrificación Rural PER III, se llevó a cabo en los años 1989 al año 1996, el cual requirió de una inversión de 20.2 millones de dólares, de los cuales del 40 % lo aportó la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID), el 5 % el Gobierno de la República, el 30 % el INDE y el 25% fue aportado por las comunidades, que podían pagar al contado o mediante abonos mensuales.

El propósito de este proyecto, era ampliar la cobertura de la electrificación en las áreas rurales, enfatizando aquellas áreas donde la introducción de electricidad complementaría y maximizaría el potencial productivo de la infraestructura y recursos existentes. Este potencial sería alcanzado a través de varios componentes:

- La construcción de líneas de sub transmisión y distribución y conexiones domiciliarias en comunidades rurales.
- El mejoramiento de las capacidades de transmisión y tres subestaciones en el altiplano occidental.
- El establecimiento de un programa piloto de crédito, adiestramiento y asistencia técnica para promover los usos productivos de la electricidad.

Este Proyecto tuvo una vida de seis años. El área de trabajo fue el Occidente del país, con los departamentos de Sololá, Chimaltenango, el Quiché, Totonicapán, Quetzaltenango, Huehuetenango y San Marcos.

Esta área de trabajo la calificó Estados Unidos de Norteamérica como área afectada por el conflicto armado interno.

Este proyecto tiene tres diferencias con relación a los proyectos anteriores:

- Primero: Los tres programas han sido financiados por medio del Gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica, a través de la Agencia Internacional para el Desarrollo AID. Con préstamos blandos. Pero el último fue financiado por un convenio de donación.

- Segundo: Complementariamente, a través de alianzas con Fundación para el Desarrollo Integral de Programas Socioeconómicos (FUNDAP) y Génesis Empresarial, se proporcionaron créditos a los vecinos de las comunidades electrificadas para que adquirieran equipos y maquinaria para establecer micro, pequeñas y medianas empresas. Con esta medida se pretendió mejorar el ingreso familiar y nivel de vida de los beneficiados.
 - Dentro de las actividades de pequeña y mediana empresa se encuentran: sastrerías, carpinterías, barberías, panaderías, zapaterías, tiendas, talleres mecánicos y radio técnicos. Esta estrategia de educación y promoción comunitaria fue implementada en aproximadamente 90 comunidades, a través de presentaciones breves para más de 10000 personas sobre el uso racional y seguro de la electricidad, y se dieron aproximadamente 2500 préstamos para activos fijos y 1100 préstamos para capital de trabajo, para un número aproximado de 2000 prestatarios durante la vigencia del proyecto.

- Tercero: Por la existencia de una gran cantidad de solicitudes de electrificación en el área rural, es necesario aplicar un modelo de selección, acorde a las necesidades de desarrollo del país, que contenga criterios para determinar una secuencia óptima de ejecución de los proyectos.
 - Las áreas geográficas se definían con base a los lineamientos del gobierno de los Estados Unidos, del gobierno de Guatemala y del Instituto Nacional de Electrificación INDE. Esto permitió incluir o

excluir comunidades por su localización o por prioridades políticas de desarrollo.

- Según el criterio técnico se identificaban a las poblaciones ubicadas en el paso de la línea de transmisión existente o proyectada inmediata a las comunidades a trabajar, las cuales eran analizadas, estimándose así los flujos de carga en su estado actual y agregando las cargas nuevas producidas por la comunidades nuevas a electrificar en ese tiempo. Esto con el fin de prestar un buen servicio.
- En base a los costos se priorizaron las poblaciones candidatas a ser electrificadas con los siguientes parámetros: mínimo costo, Relación beneficio/costo financiero y fase de gestión.

Uno de los objetivos primordiales del PER III, era incrementar los consumos en el área rural. Para esto es necesario contar paralelamente a la electrificación de comunidades con un programa de asistencia técnica y crediticia. Y de acuerdo a los resultados observados, pudo constatarse que a los seis meses, muchas de las comunidades rurales beneficiadas, alcanzaron un promedio de consumo de 48 kWh/mes, mientras que comunidades con más tiempo de electrificación con otros programas, mantenían promedios de consumo de alrededor de 27 kWh/mes.

Otro objetivo que se pudo evaluar fue el impacto que causó la implementación del proyecto en usos productivos de la electricidad en las diferentes comunidades beneficiadas. Este proyecto es un modelo en América Latina, que ha servido de inspiración para otros programas. Su característica

principal es que incluye plenamente a los actores locales, (los vecinos adultos y de edad escolar).

Demostró que el factor humano es determinante para lograr el éxito en la electrificación rural, reafirmando que el reto del desarrollo no finaliza con la inauguración del servicio eléctrico en las comunidades, sino que es en ese momento cuando inicia la actividad promocional y educativa a la población, para desarrollar los usos productivos de la electricidad. Luego de transcurridas casi una década desde su inicio, es posible observar la diferencia en las comunidades seleccionadas en base a su potencial económico.

Se beneficiaron a 375 poblaciones en 7 departamentos del área noroccidental del país, conectando al servicio a 75150 nuevos usuarios. El proyecto consistió básicamente en la construcción de 300 km. de líneas de distribución primaria y 1200 km. de redes. Construyéndose así 80 km. de línea de transmisión de 69 kV.

Para poder generar seguridad y confiabilidad al servicio de energía eléctrica, en este plan se pudo dar la participación de diferentes sectores privados y gubernamentales, de donde se promulgó un nuevo marco regulatorio del subsector:

- En 1994, la nueva Ley del INDE orientada a limitar las decisiones monopólicas del Estado y facilitar la participación privada en los negocios del subsector eléctrico.
- En noviembre de 1996, la Ley General de Electricidad, mediante la cual se crean las entidades sectoriales: Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) y el Administrador de Mercado Mayorista (AMM); la

CNEE con atribuciones regulatorias y el AMM con atribuciones operativas, tanto técnicas, como comerciales.

El gobierno pudo destinar fondos del presupuesto nacional, que antes dedicaba al subsector eléctrico, a la construcción de infraestructura básica (carreteras, salud, educación) y se fortalecieron los programas de electrificación rural. En el momento que la electrificación se conceptualice como un vector de desarrollo, deberán integrársele otros elementos complementarios que permitirán que el desarrollo sea más fácil de lograr.

1.2. Programas de Electrificación Rural Fideicomiso de Administración INDE Obras Rurales de Occidente y Oriente 1999- a la fecha

El Gobierno de Guatemala, como resultado de la reestructuración del sector eléctrico, juntamente con el Instituto Nacional de Electrificación –INDE- tomaron la decisión de desincorporar el sistema de distribución de energía eléctrica del INDE, debido a que el crecimiento desordenado de las redes de distribución, durante las dos últimas décadas, provocó una serie de problemas técnicos que fueron un impedimento para proporcionar un servicio de calidad a la población.

Se estimó que el total de las pérdidas del sistema de distribución del INDE era no menor al 27%. Las pérdidas técnicas en voltaje medio se estimaron en un 14% y las no técnicas en un 13%. La gran mayoría de esas pérdidas son superables mediante la aplicación de prácticas administrativas modernas, mejoras y reformas de las redes y el cambio de los sistemas de medición, por lo que la desincorporación pretendió promover la participación de inversión

privada y la prestación de servicios donde el Estado no había podido ser eficiente.

En agosto de 1998, el índice de electrificación a nivel nacional era del 63%. El INDE prestaba el servicio de distribución de energía eléctrica a 19 de los 22 departamentos del país, principalmente en las áreas rurales con una cobertura del 52%, con una dispersión de clientes considerablemente alta y bajos consumos de energía en promedio, de 93 kWh/cliente mensuales. Con el propósito de aumentar aceleradamente el índice de electrificación, se programó un agresivo plan de electrificación rural, a través de la desincorporación de las empresas de distribución, el cual sería manejado mediante un fideicomiso de administración.

Unión Fenosa fue la compañía española que adquirió el 80% de las acciones de las empresas distribuidoras desincorporadas denominadas: DEOCSA (Distribuidora de Electricidad de Occidente Sociedad, Anónima) y DEORSA (Distribuidora de Electricidad de Oriente, Sociedad Anónima), las que tienen a su cargo la ejecución del PER.

Con los US \$ 333 millones producto de la venta de estas distribuidoras, se conformo un fideicomiso destinado a electrificar el resto del país, contractualmente, el INDE por medio de la Gerencia de Electrificación Rural, tiene a su cargo la planificación y Unión Fenosa (UF) la ejecución del Programa de Electrificación Rural (PER).

La participación privada en este tipo de procesos es de suma importancia para el país, ya que ampliará la cobertura eléctrica en forma eficiente y con las normas de calidad de servicio que exige la Comisión Nacional de Energía

Eléctrica (CNEE), impulsando aceleradamente, el desarrollo socioeconómico de los guatemaltecos.

El Plan de Electrificación Rural se encuentra en ejecución a través del Fideicomiso de Administración INDE Obras Rurales de Occidente y Oriente, constituyendo una obligación de parte de las empresas distribuidoras de UF, el construir los proyectos de electrificación rural incluidos en el PER referencial, que es la recopilación de todas las solicitudes de servicio registradas en todas las instituciones del sector eléctrico.

Las obras de transmisión comprendían originalmente la ejecución de aproximadamente 1300km., de líneas de transmisión de 69kV y 230kV; también comprendían la ejecución de 28 subestaciones, a un costo de US \$ 151 millones. El componente de transmisión proporcionará el refuerzo necesario para cubrir la ampliación del sistema.

Las obras de distribución comprenden la conexión de 280629 nuevos usuarios en aproximadamente 2,600 comunidades de toda la república, a un costo de US \$ 182 millones, para elevar el índice de electrificación rural al 85%.

El PER surgió para atender las necesidades de electricidad en el interior del país en las zonas con menor índice de electrificación y en consecuencia del antiguo Plan de Electrificación Rural que el INDE impulsaba antes del proceso de venta de sus activos de distribución. Los recursos del fideicomiso son administrados por el comité técnico del fideicomiso, formado por tres miembros: un representante del MEM, uno de INDE y uno de las Distribuidoras DEORSA-DEOCSA; y entre sus funciones están:

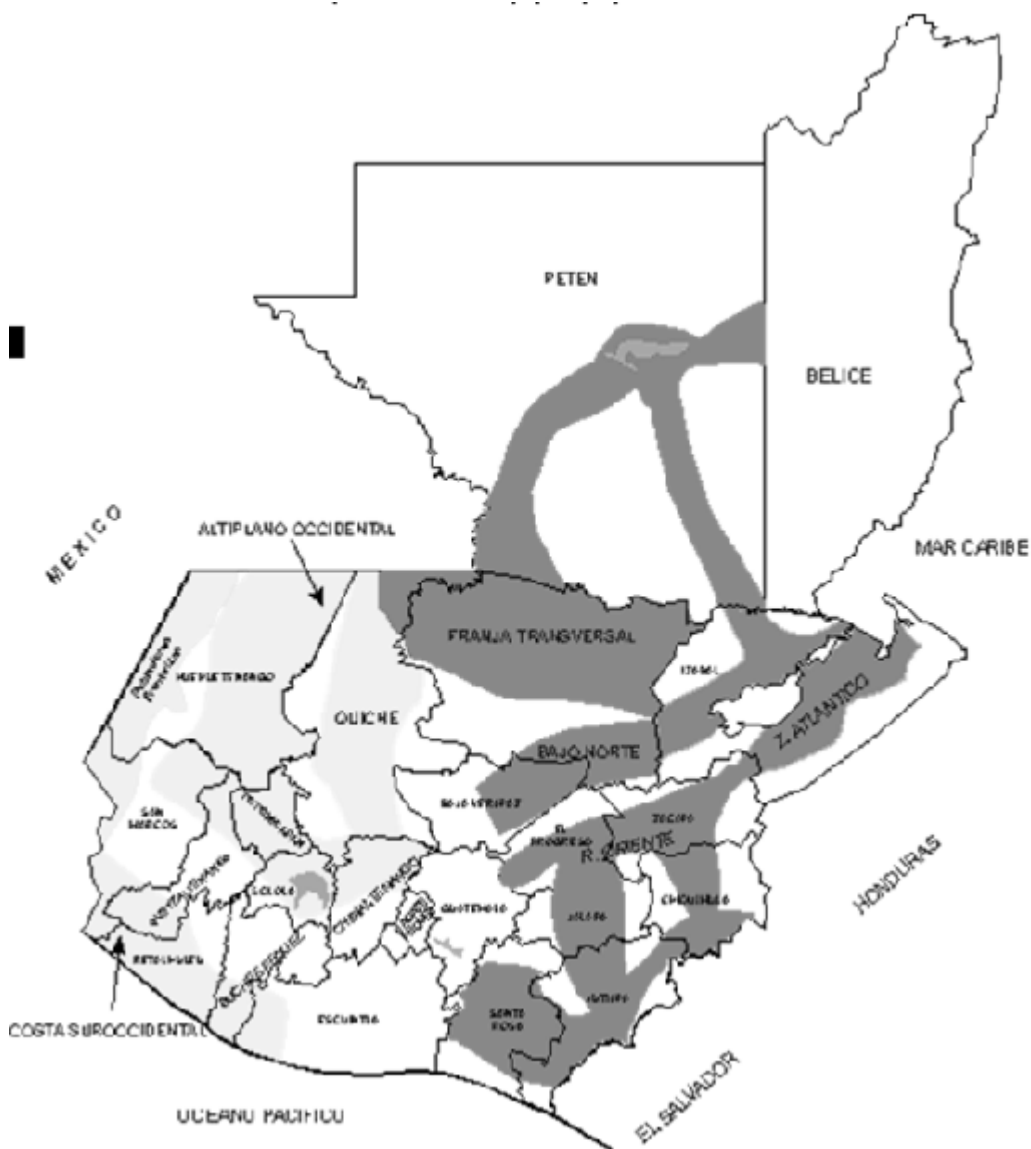
- Aprobar el Plan de Electrificación Rural

- Priorizar las obras
 - Aprobar la sustitución de comunidades
 - Certificar la conclusión de las obras así como aprobar el pago respectivo
 - Resolver cualquier controversia
 - Proponer el incremento al plazo de duración del PER
 - Dar seguimiento a las obras del PER
 - Determinar costes no previstos y cuantías
 - Revisar el mecanismo de sustituciones de comunidades y modificarlo de ser necesario.
-
- Resolver casos no previstos

La participación privada en el programa es de suma importancia para el país, ya que ampliará la cobertura eléctrica en forma eficiente en el marco de lo establecido en la Ley General de Electricidad y su Reglamento, es decir atendiendo a lo establecido en las normas emitidas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE), impulsando aceleradamente el desarrollo socioeconómico de los guatemaltecos.

Es indispensable señalar que un proyecto de electrificación rural a gran escala, no consiste solamente en construir redes de distribución en las poblaciones y dar servicio de inmediato, sino que es necesario promover el incremento de la capacidad de generación para atender a la creciente demanda de energía eléctrica; la ampliación y el reforzamiento de la infraestructura de transmisión, sub transmisión y distribución, es decir, fortalecer y adecuar la infraestructura que dará sustento y calidad de vida al usuario.

Figura 1. **Mapa de Electrificación Rural Plan de Electrificación Rural (1999-2011)**



Fuente: Proyecto de Electrificación Rural INDE contenido en el Programa de Electrificación Rural, año 2011.

Tabla I. **Infraestructura de transmisión eléctrica del INDE plan original**

Oriente		Millones Us\$
14 Subestaciones	110 MVA	19.16
Líneas de Transmisión	789 km	56.82
Occidente		Millones Us \$
14 Subestaciones	125 MVA	22.50
Líneas De Transmisión	494 km	52.49
Total		150.97

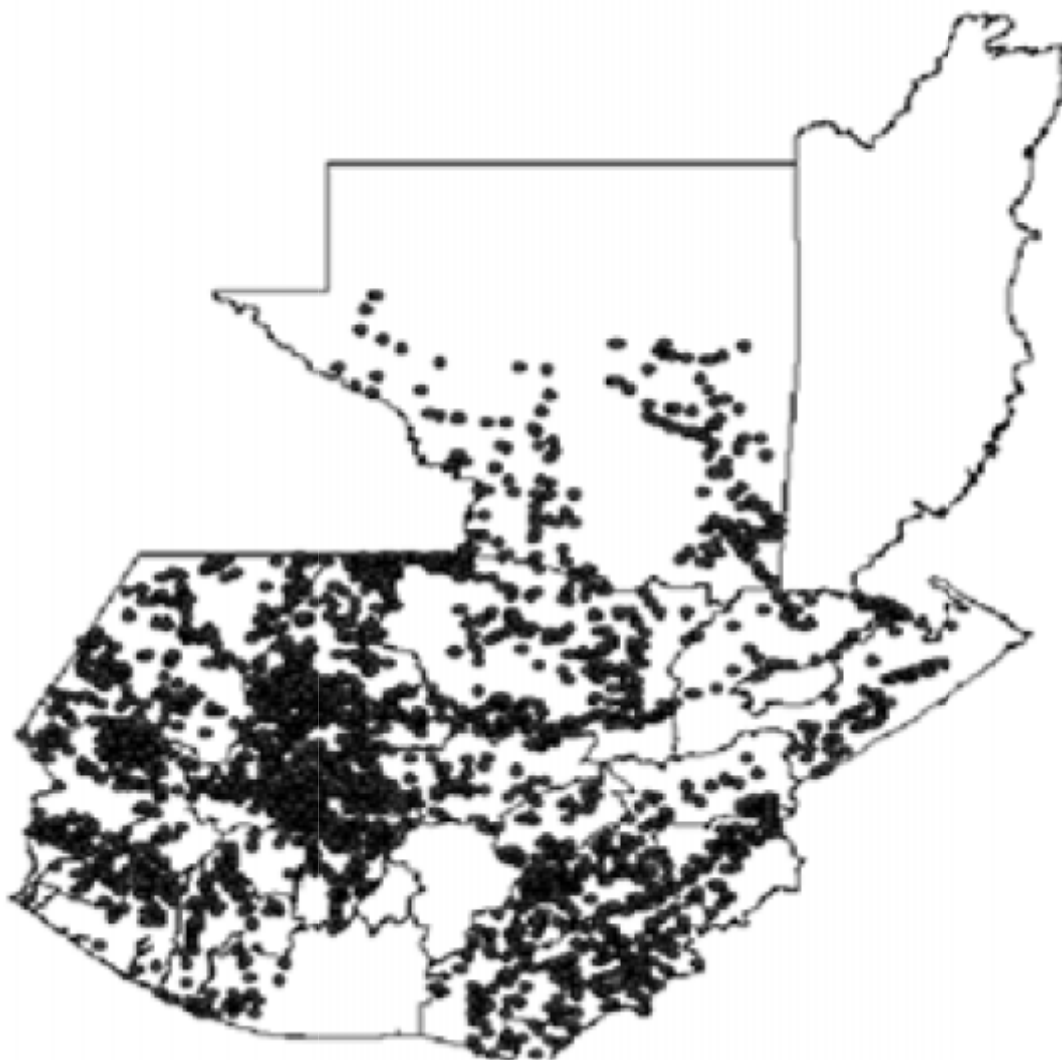
Fuente: Proyecto de Electrificación Rural INDE, anexo al contrato del Fideicomiso. Contenido en el Programa de Electrificación Rural, año 2008.

Tabla II. **Electrificación rural inversiones en distribución plan original**

Programa Regional	Clientes	Habitantes	Comunidades	Millones Us\$
Distribución Oriente	123,315	690,564	1,161	75.55
Distribución Occidente	157,314	880,958.40	1,472	107.04
Total	280,629	1,571,522.40	2,633	182.59

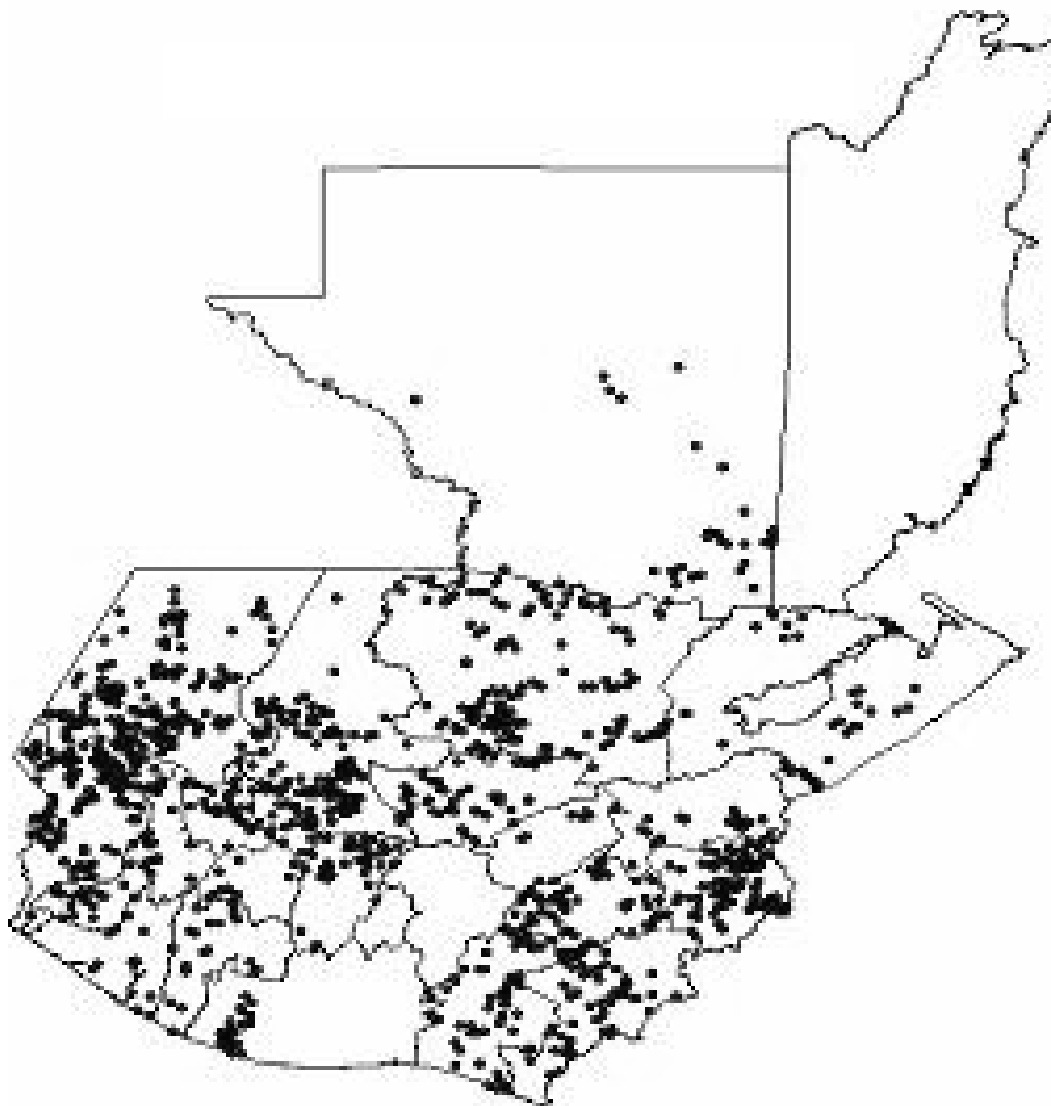
Fuente: Proyecto de Electrificación Rural INDE, anexo al contrato del Fideicomiso. Contenido en el Programa de Electrificación Rural, año 2008.

Figura 2. **Distribución y avance físico comprende 280 629 usuarios en aproximadamente 2 600 comunidades**



Fuente: División Coordinadora de Electrificación Rural, contenido en el Programa de Electrificación Rural, año 2011.

Figura 3. **Avance físico se han conectado 189 235 usuarios en 1868 comunidades**



Fuente: División Coordinadora de Electrificación Rural, contenido en el Programa de Electrificación Rural, año 2011.

1.3. Cobertura eléctrica

La cobertura es la extensión territorial que abarcan diversos servicios, especialmente los de la electricidad y además, se necesitan de medios técnicos y humanos que hacen posible la electrificación.

La cobertura eléctrica, de hecho muestra grados muy diversos. Por ejemplo, el determinante más importante de la cobertura eléctrica es el grado de desarrollo económico, porque entre otros factores que causan una electrificación elevada figura el grado y las formas de urbanización del país, la política administrativa y social, la política de difusión masiva de los derivados del petróleo en el país, la abundante disponibilidad de energía eléctrica, así como el factor equidad, ya que algunos con una distribución de ingreso más igualitaria, alcanzan niveles más altos de electrificación.

Sin embargo, este último aspecto de niveles altos de electrificación, no se da exclusivamente por ese factor de equidad, dado que también han existido políticas gubernamentales que han favorecido las conexiones domiciliarias y el suministro a partir de subsidios a sectores de la población a los que un sistema riguroso de mercado no hubiera posibilitado el acceso.

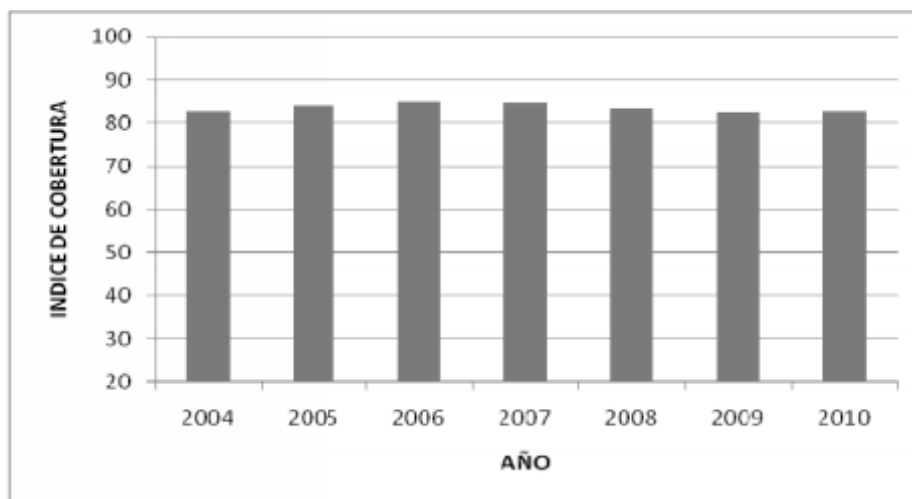
En Guatemala, en 1992, cuando todavía no se había promulgado la Ley General de Electricidad, el nivel de cobertura medido por el Índice de Electrificación era el 49.1%; sin embargo, con la apertura del mercado eléctrico la cobertura creció aceleradamente y para el 2006 la cobertura eléctrica fue del 85.1 % y se proyecta que en el 2013 sea de alrededor del 90%.

Tabla III. **Índice de electrificación, período 1991-2010**

Año	% Cobertura
2004	82.8
2005	84
2006	85.1
2007	84.7
2008	83.5
2009	82.4
2010	82.7

Fuente: Estadísticas Energéticas Sub Sector Eléctrico, Ministerio de Energía y Minas Dirección General de Energía, año 2010.

Figura 4. **Índice de electrificación, período 1991-2010**
(cifras en porcentajes)



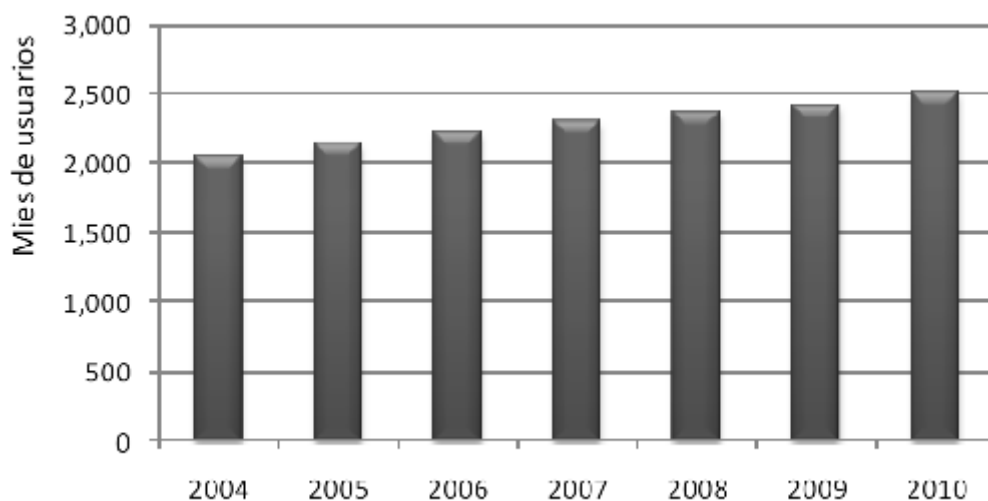
Fuente: Estadísticas Energéticas Sub Sector Eléctrico, Ministerio de Energía y Minas Dirección General de Energía, año 2010.

Tabla IV. **Usuarios del servicio de electricidad (2001-2010)**

DISTRIBUIDORA					
AÑO	EEGSA	DEORSA	DEOCSA	MUNICIPALES	TOTAL USUARIOS
2004	750765	421281	740511	141759	2054316
2005	775827	448614	763369	147728	2135538
2006	809294	464749	786413	156016	2216472
2007	844403	485413	815398	162323	2307537
2008	880049	488858	824820	170562	2364289
2009	911127	493264	837699	177474	2419564
2010	943594	512129	860348	195979	2512050

Fuente: Estadísticas Energéticas Sub Sector Eléctrico, Ministerio de Energía y Minas Dirección General de Energía, año 2010.

Figura 5. **Usuarios de los servicios de electricidad (2001-2010)**

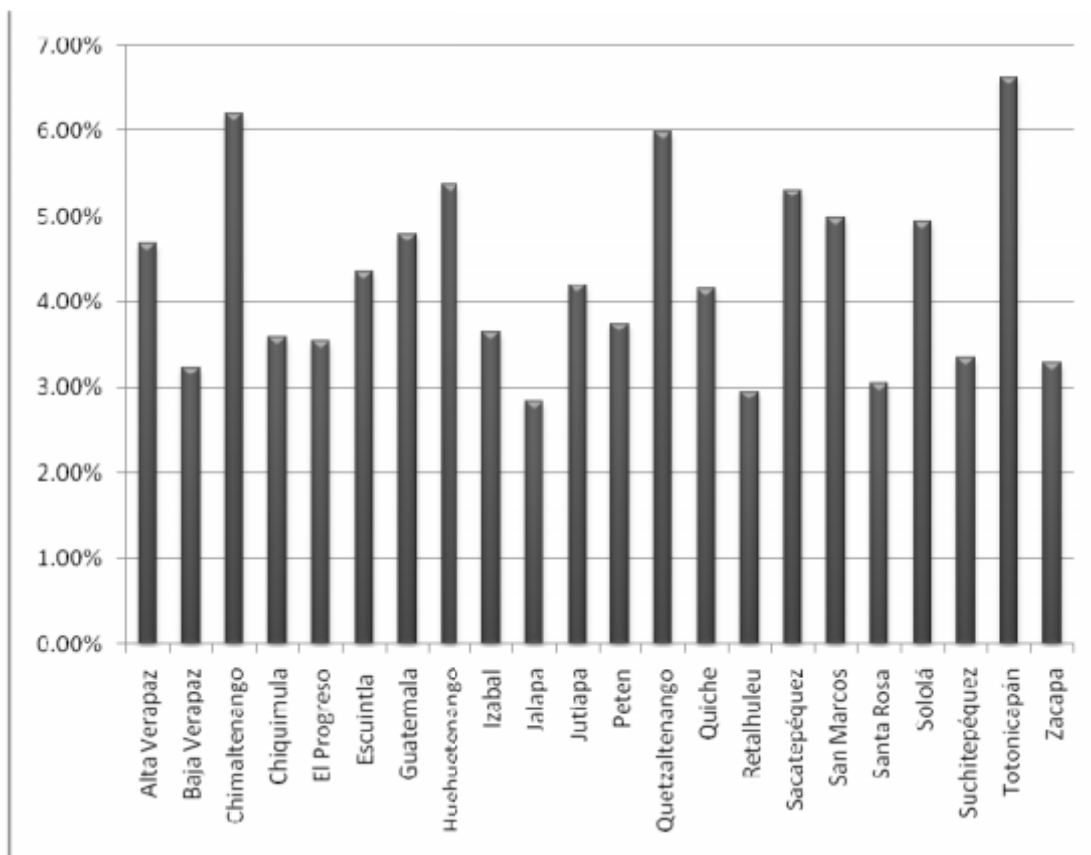


Fuente: Estadísticas Energéticas Sub Sector Eléctrico, Ministerio de Energía y Minas Dirección General de Energía, año 2010.

1.3.1. Cobertura en el país

En cuanto a la cantidad de viviendas se tuvo como base la cantidad de viviendas determinadas mediante el censo del 2002 y la Encuesta Sobre Condiciones de Vida (ENCOVI 2010), ambas realizadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Con estas dos series se obtuvo una tasa promedio de crecimiento anual por departamento.

Figura 6. Tasa promedio de crecimiento anual de viviendas en Guatemala



Fuente: Estadísticas Energéticas Sub Sector Eléctrico, Ministerio de Energía y Minas Dirección General de Energía, año 2010.

Tabla V. **Tasa promedio de crecimiento anual**

VIVIENDAS EN GUATEMALA				
DEPARTAMENTO	CENSO 2002	ENCOVI 2006	Estimación 2010	Tasa Promedio de Crecimiento
Alta Verapaz	133,568	160,302	175,784	4.68%
Baja Verapaz	41,882	47,858	50,682	3.23%
Chimaltenango	83,516	102,607	119,826	6.20%
Chiquimula	59,872	68,374	73,933	3.58%
El Progreso	30,038	34,627	37,039	3.55%
Escuintla	116,043	137,244	149,857	4.35%
Guatemala	565,853	725,217	749,776	4.80%
Huehuetenango	144,385	178,235	197,635	5.37%
Izabal	64,064	75,842	79,402	3.64%
Jalapa	46,259	52,892	54,705	2.83%
Jutiapa	79,974	92,774	102,383	4.20%
Peten	68,097	78,868	84,880	3.74%
Quetzaltenango	119,851	147,602	169,935	5.99%
Quiche	111,801	129,026	142,715	4.15%
Retalhuleu	47,766	53,649	56,858	2.95%
Sacatepéquez	49,687	59,844	67,734	5.30%
San Marcos	139,683	164,841	187,012	4.98%
Santa Rosa	62,559	71,518	74,924	3.05%
Sololá	54,915	66,230	73,332	4.94%
Suchitepéquez	79,191	90,303	96,457	3.34%
Totonicapán	58,765	69,649	86,353	6.63%
Zacapa	42,839	45,498	52,021	3.29%
Total	2,200,608	2,653,000	2,883,243	4.61%

Fuente: Estadísticas Energéticas Sub Sector Eléctrico, Ministerio de Energía y Minas Dirección General de Energía, año 2010.

1.3.2. Cobertura eléctrica departamental

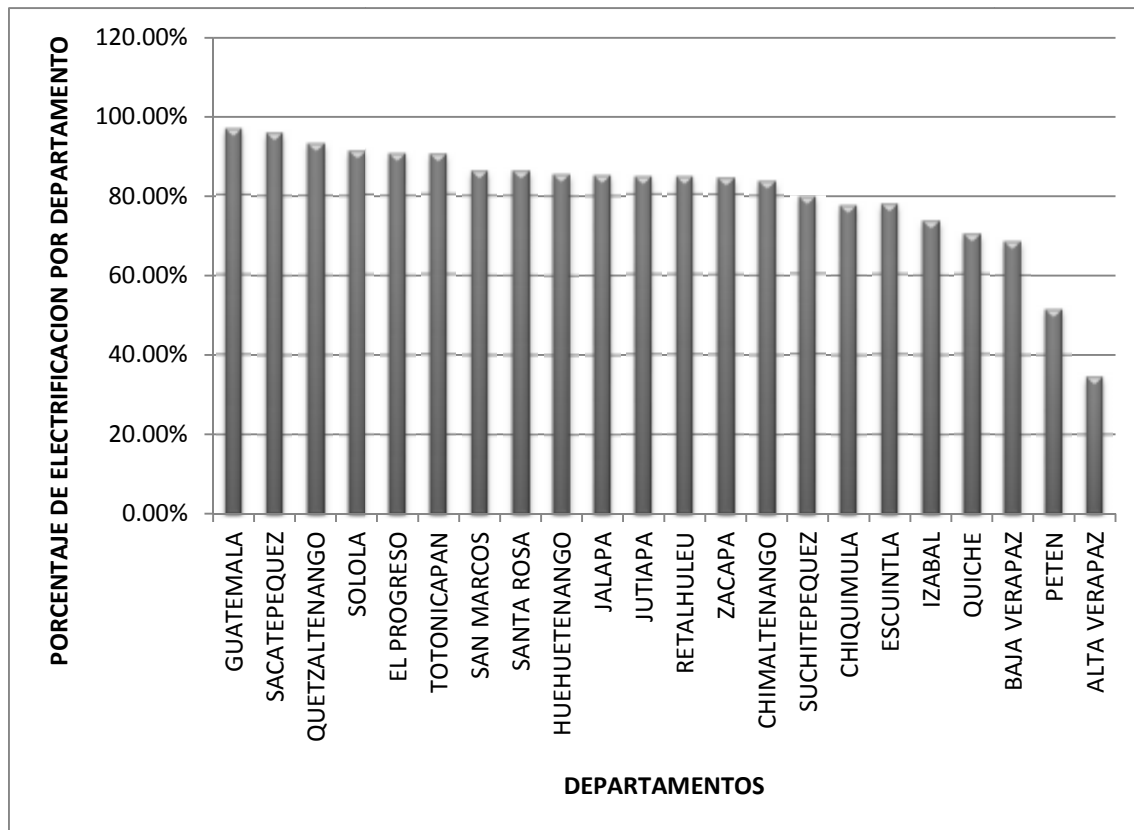
La cobertura a nivel municipal se ha ido incrementando debido al crecimiento de la cantidad de usuarios, por ello el sistema eléctrico se ha tenido que adecuar a las necesidades de la demanda eléctrica en cada municipio.

Tabla VI. Índice de cobertura eléctrica departamental 2010

Departamento	Hogares	Usuarios	Índice
Guatemala	799,771	772,067	96.50%
Sacatepéquez	72,125	69,092	95.80%
Quetzaltenango	181,126	168,716	93.10%
Sololá	74,470	67,978	91.30%
El Progreso	39,501	35,790	90.60%
Totonicapán	88,170	79,358	90.00%
San Marcos	186,118	160,431	86.20%
Santa Rosa	79,553	68,544	86.20%
Huehuetenango	191,868	164,056	85.50%
Jalapa	57,804	49,235	85.20%
Jutiapa	103,726	87,552	84.40%
Retalhuleu	63,380	53,483	84.40%
Zacapa	59,118	49,706	84.10%
Chimaltenango	118,549	99,156	83.60%
Suchitepéquez	104,337	82,650	79.20%
Chiquimula	79,327	61,549	77.60%
Escuintla	171,039	132,522	77.50%
Izabal	79,115	58,243	73.60%
Quiché	160,998	112,666	70.00%
Baja Verapaz	58,222	39,876	68.50%
Peten	108,110	55,581	51.40%
Alta Verapaz	185,791	63,867	34.40%
Índice A Nivel Nacional	3,062,219	2,532,118	82.70%

Fuente: Estadísticas Energéticas Sub Sector Eléctrico, Ministerio de Energía y Minas Dirección General de Energía, año 2010.

Figura 7. Índice de cobertura eléctrica departamental



Fuente: Estadísticas Energéticas Sub Sector Eléctrico, Ministerio de Energía y Minas Dirección General de Energía, año 2010.

1.4. Índice de pobreza

Los estándares de organismos financieros internacionales establecen que las familias que viven con ingresos inferiores a dos dólares (unos Q16.00) diarios están en situación de pobreza extrema. En Guatemala, el 15.2% de los 13 millones de habitantes se ubica en ese sector, mientras que otro 35.8% de guatemaltecos vive en la línea de pobreza general.

Sin embargo, esta situación no es nueva en el país, pues, a su criterio, las condiciones de pobreza tienen su origen en la época de la conquista y colonización del país.

No es extraño que el Banco Mundial (BM) defina a Guatemala como un país de ingreso medio, multicultural, que enfrenta desafíos en su desarrollo. La pobreza en Guatemala es grande y profunda, y el país sufre una grave desigualdad en la distribución del ingreso, los recursos y las oportunidades, sostiene el Banco Mundial.

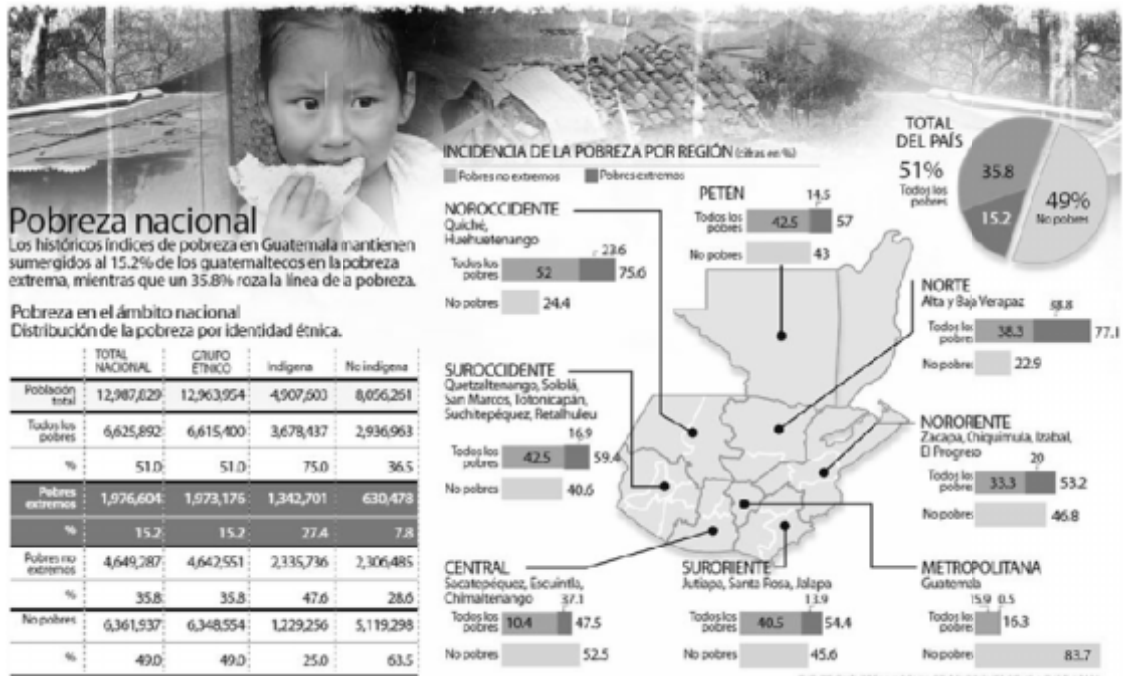
No obstante, dicha entidad también reconoce que el país tiene un gran potencial para acelerar el crecimiento económico de amplia base y reducir la pobreza a través de la electrificación el comercio, la integración regional y el turismo.

El Informe Nacional de Desarrollo Humano de Naciones Unidas destaca que el crecimiento del PIB per cápita y el consumo promedio de los hogares no han sido suficientes para reducir significativamente la pobreza entre 1980 y 2008.

Un 10% de la población, 1.3 millones de personas, subsiste con niveles de consumo cercanos a la línea de pobreza; y otro 8%, un millón de personas (en condiciones de pobreza general), vive en riesgo de caer bajo la línea de pobreza extrema, sostiene el informe.

Es más, se destaca que, sin las remesas, la pobreza general del país sería 3% mayor al actual índice, y la pobreza extrema sería un 4% más elevada.

Figura 8. Pobreza nacional



Fuente: Encuesta Nacional de Condiciones de Vida Encovi 2010, Realizada por El Instituto Nacional de Estadística.

1.4.1. Producto Interno Bruto (PIB)

El Producto Interno Bruto (PIB) es una medida agregada que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios finales de un país durante un período, normalmente un año. El PIB al tipo de cambio de Paridad del Poder Adquisitivo (PPA) de una nación es la suma de valor de todos los bienes y servicios producidos en el país valuados a los precios que prevalecen en los Estados Unidos.

Ésta es la medida que la mayoría de los economistas prefieren emplear cuando estudian el bienestar per cápita y cuando comparan las condiciones de vida o el uso de los recursos en varios países. La medida es difícil de calcular,

ya que un valor en dólares americanos tiene que ser asignado a todos los bienes y servicios en el país, independientemente de si estos bienes y servicios tienen un equivalente directo en los Estados Unidos (por ejemplo, el valor de un buey de carreta o equipo militar no existente en los Estados Unidos).

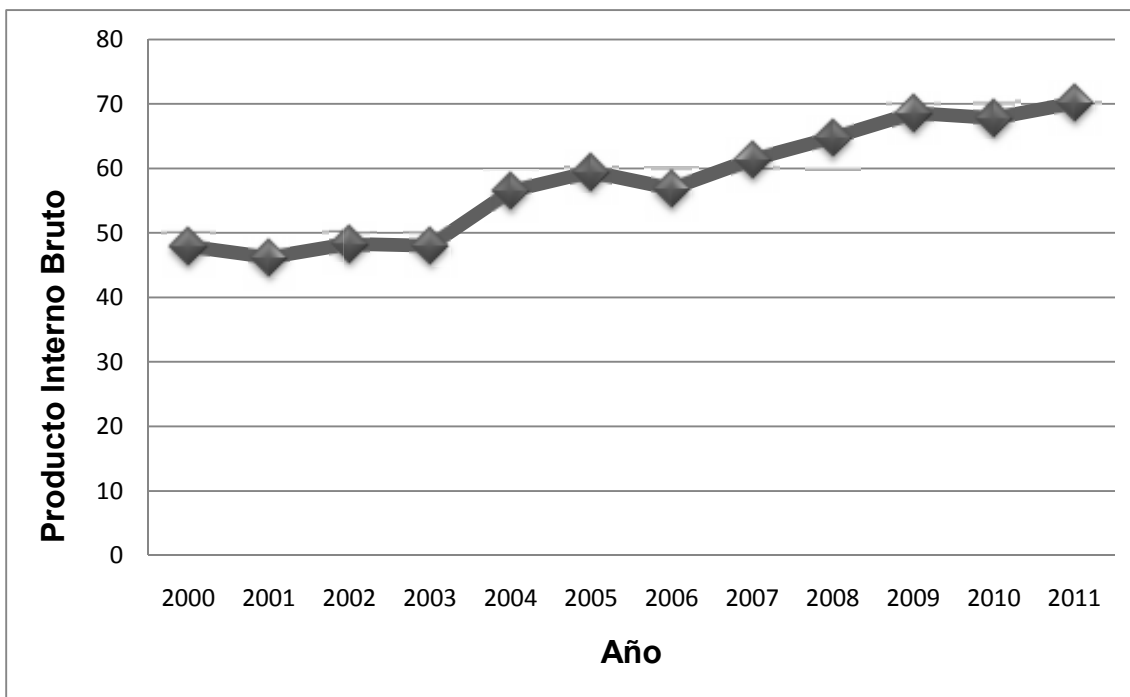
Como resultado, estimaciones PPA para algunos países se basan en una canasta pequeña de bienes y servicios. Además, muchos países no participan formalmente en el proyecto PPA del Banco Mundial que calcula estas medidas, por lo que el resultado de las estimaciones del PIB de estos países puede carecer de precisión.

Tabla VII. **Crecimiento anual del Producto Interno Bruto**

Año	Producto Interno Bruto
2000	47,9
2001	46,2
2002	48,3
2003	48
2004	56,5
2005	59,47
2006	56,86
2007	61,38
2008	64,76
2009	68,58
2010	67,78
2011	70,15

Fuente: Banco Mundial de Desarrollo Guatemala - Producto Interno Bruto (PIB) (miles de millones \$) año 2011.

Figura 9. **Producto Interno Bruto**



Fuente: Banco Mundial de Desarrollo, año 2,011.

1.4.2. Producto Interno Bruto per cápita

El PIB per cápita (también llamado renta per cápita o ingreso per cápita) es una magnitud que trata de medir la riqueza material disponible.

Limitaciones del uso del PIB. El PIB es usado frecuentemente como una medida del bienestar material de una sociedad. Eso motiva que políticamente se usen las cifras de crecimiento económico del PIB como un indicador de que las políticas económicas aplicadas son positivas.

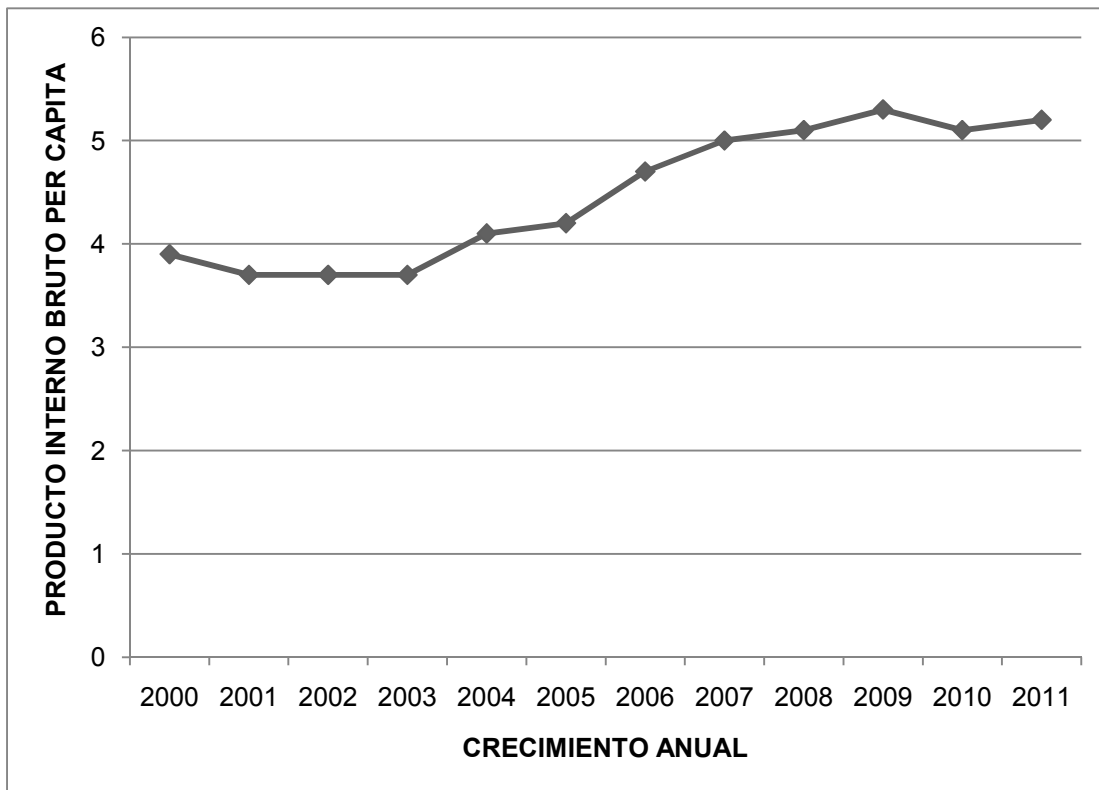
Ciertamente existen algunas correlaciones positivas entre PIB y medidas claramente relacionadas con el bienestar social, especialmente en países de renta per cápita inferior a 4 dólares, siendo la correlación para los países de rentas altas bastante peor.

Tabla VIII. **Producto Interno Bruto (PIB) per cápita (US\$)**

AÑO	PIB PER CAPITA
2000	3.9
2001	3.7
2002	3.7
2003	3.7
2004	4.1
2005	4.2
2006	4.7
2007	5
2008	5.1
2009	5.3
2010	5.1
2011	5.2

Fuente: Banco Mundial de Desarrollo Guatemala. Producto Interno Bruto (PIB) (miles de millones \$) año 2011.

Figura 10. **Producto Interno Bruto (PIB) per cápita**



Fuente: Banco Mundial de Desarrollo Guatemala. Producto Interno Bruto (PIB) (miles de millones \$) año 2011.

1.4.3. Electrificación y correlación con el Producto Interno Bruto (PIB), energía y medioambiente

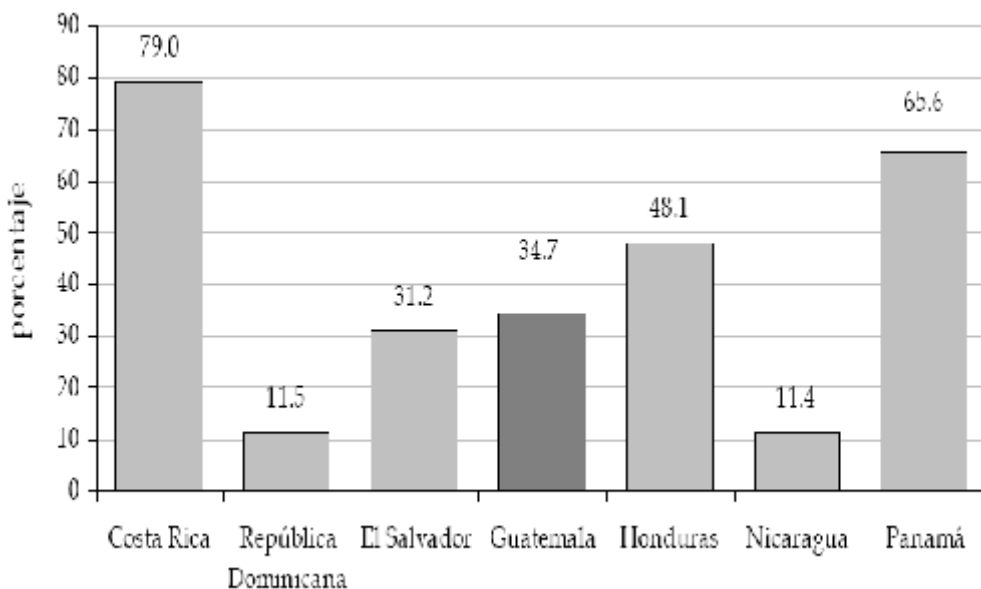
El tema del medio ambiente es clave para la comprensión de la sostenibilidad del desarrollo, en el entendido que el medioambiente se relaciona con los recursos renovables y no renovables, y que el desarrollo sostenible implica la optimización del consumo de la presente generación sin comprometer el de las generaciones futuras. Este apartado no pretende analizar en detalle la

situación medio ambiental del país, sino más bien exponer algunos de los componentes principales en este rubro.

La figura 11, por ejemplo, demuestra que en Guatemala aproximadamente un 35.7% de la electricidad producida proviene de fuentes hidroeléctricas. Esto indica en cierta medida la dependencia que tiene el país en fuentes tradicionales de petróleo, siendo de las más contaminantes.

Cabe mencionar que Guatemala produce energía por fuentes de petróleo, que la ubica en el tercer lugar (en términos de dependencia en el crudo). Sin embargo, Guatemala no está fuera de los patrones de dependencia de la región, dado que el país aún produce menos electricidad pero usa más fuentes de petróleo.

Figura 11. **Producción de electricidad por fuentes hidroeléctricas
Centroamérica 2010**

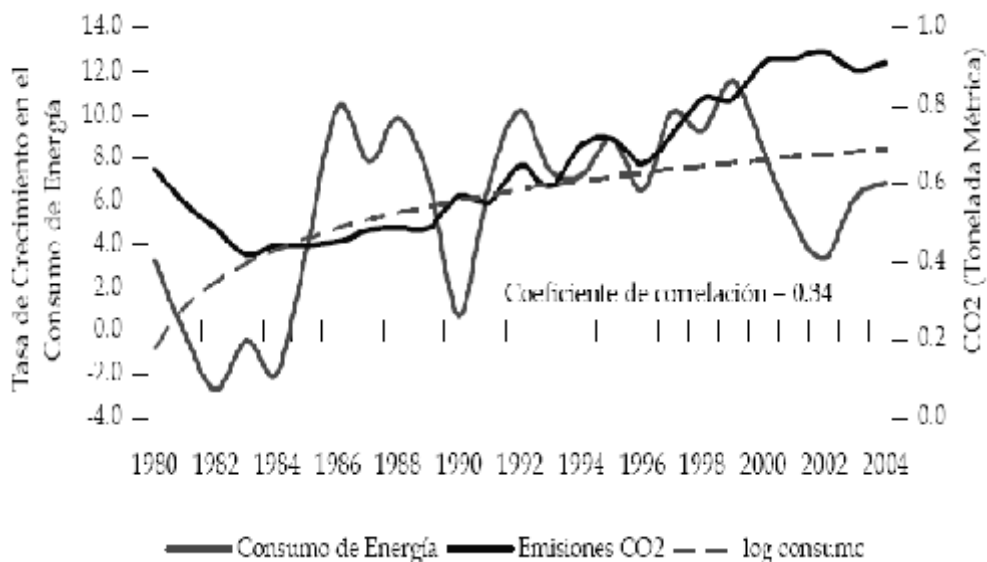


Fuente: Banco Mundial, año 2010.

Aunque la electrificación de Guatemala ha facilitado la industrialización y el crecimiento económico, también ha aumentado las emisiones de dióxido de carbono.

La tasa de crecimiento en el consumo de energía en Guatemala tiene un coeficiente de correlación de 0.34 con las emisiones de dióxido de carbono. El coeficiente de correlación entre la tasa de crecimiento en el PIB y las toneladas métricas per cápita de dióxido de carbono se calcula en 0.45.

Figura 12. **Energía frente ambiente Guatemala 1980-2010**



Fuente: Organización de las Naciones Unidas (ONU).

El anterior contexto implica una relación aún más fuerte entre el crecimiento económico y la contaminación progresiva que sufre Guatemala. Las cifras revelan que el medioambiente en Guatemala se degradará progresivamente a medida que siga consumiendo energía si no se toma en cuenta el impacto que tendrá la deforestación progresiva, sin que el Estado proteja los derechos de propiedad común en las áreas forestales de la nación.

1.5. Evolución de la Electrificación Rural en Guatemala, planes y programas de electrificación rural actuales y futuros

Con la finalidad de continuar con el desarrollo del sector eléctrico se realiza una planeación estratégica en los siguientes aspectos:

- El diseño y actualización periódica de la estrategia energética del país, incluyendo el desarrollo de fuentes renovables y promoviendo la eficiencia energética.
- La modernización y mejora en la capacidad de manejo de información, incluyendo sistemas que permitan mantener adecuadamente la memoria institucional, el fortalecimiento de la capacidad del MEM, para realizar evaluaciones del funcionamiento de los subsectores.
- La evaluación de los impactos producidos por la reforma del subsector
- Apoyar el fortalecimiento de las acciones de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica y del Administrador del Mercado Mayorista.
- Proporcionar certeza y seguridad a las personas individuales o jurídicas que han realizado o realizarán inversiones dentro del subsector.
- Elaborar un mapeo eólico y solar
- Identificar el potencial biomásico

Entre las estrategias de expansión de la electrificación rural que ha venido implementado el Ministerio de Energía y Minas, podría citarse la planificación e instalación de 6000 paneles solares en los departamentos de el Quiché, Izabal, San Marcos, Jutiapa, Peten, Chiquimula, Alta Verapaz y Huehuetenango, en

lugares aislados; la promoción de apoyo técnico y logístico para gestionar los recursos económicos necesarios para la implementación de los planes de electrificación rural.

1.5.1. Aumentar la oferta energética del país a precios competitivos

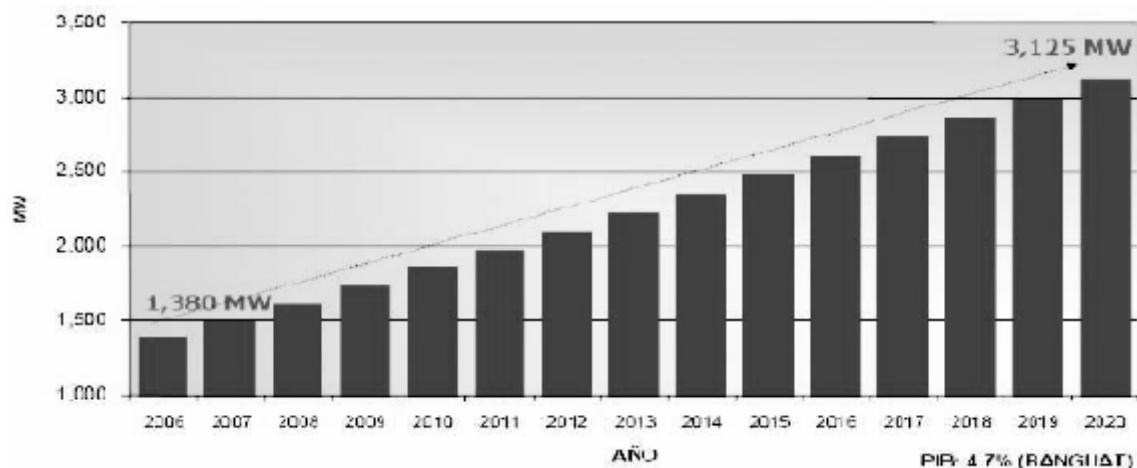
Diversificar la matriz energética, priorizando las energías renovables; Promover la competencia e inversiones, el desarrollo sostenible y sustentable a partir de los recursos renovables y no renovables, así como incrementar la eficiencia energética, e impulsar la integración energética, son pilares de la Política Energética, considerada como Política de Nación.

Guatemala tiene un potencial hidroeléctrico de 6 000 MW, únicamente utilizado 775.7 MW, es decir un 15.5 por ciento. Guatemala podría proveer energía eléctrica a Centroamérica. El potencial geotérmico es de 1 000 MW, de los cuales se generan 50 MW, el 5% de su potencial. El país también tiene potencial solar, en 5.3 kWh metros cuadrados por día, eólico y biomásico.

En este sentido es importante que el país cuente con un ejercicio de planificación energética indicativa permanente, la cual debe permitir anticipar la contratación de nuevos proyectos de energía, de manera que se garantice el suministro que el país requiere y se negocien contratos que aseguren precios competitivos.

Se estima que la demanda de potencia crece anualmente, lo que significa la incorporación de nueva generación al año de aproximadamente 125 MW.

Figura 13. Crecimiento esperado de la demanda al 2020 en MW



Fuente: Estadísticas Energéticas Sub Sector Eléctrico, Ministerio de Energía y Minas Dirección General De Energía, año 2010.

En esta dirección, se ha empezado a trabajar ya en los planes de generación y en los de expansión de la transmisión. Este trabajo es realizado actualmente por la CNEE, pero en el futuro cercano deberá ser una responsabilidad del MEM. Por esta razón se ha iniciado la conformación de una unidad de planificación energética minera, que permita anticipar no sólo las necesidades de energía (electricidad y combustibles) sino efectuar un ejercicio de contratación de manera eficiente y programada. Las acciones que deberán realizarse, entre otras, para dar cumplimiento a esta tarea serán:

- Actualizar los potenciales de recursos de energías renovables
- Participar en el observatorio latinoamericano de las energías renovables
- Elaborar la Planificación del Sistema de Generación
- Llevar a cabo las licitaciones para la construcción de nuevos proyectos de generación de energía.

- Planificar e implementar el plan de expansión de las líneas de transmisión a efecto de propiciar la construcción y mejora en la rentabilidad de los proyectos.
- Re ordenamiento de los sistemas de transmisión (redefinición del sistema principal y secundario) para una mejor repartición de los costos de transmisión.
- Revisar el procedimiento para el cálculo del peaje

1.5.2. Cobertura eléctrica

La inversión en el área rural en materia eléctrica es vital para continuar con el objetivo de elevar la cobertura y llevar el servicio al más pobre. Aún cuando el desarrollo eléctrico se ha dejado principalmente al mercado, todavía hay áreas importantes que el gobierno debe atender.

En el caso de la electricidad, las figuras del Programa de Electrificación Rural (PER) que administra el INDE y el Fondo de Electrificación Rural (FER) del Ministerio de Energía y Minas, han permitido aumentar la cobertura ya que son mecanismos que financian la expansión de las líneas de transmisión del PER y dan la posibilidad de tener suministro de energía mediante tecnologías no tradicionales, como la solar del FER en las comunidades rurales. Estos son mecanismos a los que debe darse sostenibilidad, y ello requiere, entre muchas otras acciones, de tres temas prioritarios:

- Reconocer que en estos momentos la figura de la tarifa social que hoy representa un costo financiero para el INDE de Q 762 Millones al año, representa un costo de oportunidad para el país, en materia de la

inversión que esta entidad deja de hacer en líneas de transmisión y proyectos nuevos de generación, entre otros. Al respecto, es importante señalar que la tarifa social desde su creación en el 2000, ha distorsionado su aplicación, pues si bien se creó con la finalidad de subsidiar a usuarios con más bajos ingresos y consumos, hoy financia a cerca del 90% de todos los usuarios (en sus consumos hasta de 100kW), que no son necesariamente quienes debieran recibirlo.

Sobre este aspecto, es importante mencionar que este Gobierno inició acciones para focalizar su aplicación, pero a futuro será necesario reconocer que de continuarse subsidiando a los usuarios de electricidad a través de una tarifa como la social, la misma deberá transparentar dicho subsidio en las finanzas del Estado, y reflejar su costo en el presupuesto de la nación.

- Realizar gestiones como gobierno de recursos financieros nacionales e internacionales adicionales que permitan atender el 15% de cobertura en el país que aún se debe electrificar, para fortalecer la capacidad del INDE, y fortalecer la capacidad financiera de las Empresas Eléctricas Municipales (EEM), para lo cual se estudiará la conveniencia de otorgarles su autonomía.

1.5.3. Diversificar la matriz energética del país, priorizando las energías renovables

En este tema es indispensable que el país busque una diversificación de sus fuentes energéticas que permita minimizar el riesgo. Hoy el sistema eléctrico está tendiendo a una participación cada vez mayor de fuentes térmicas, que al depender del precio internacional del petróleo, con una previsible tendencia al alza en los próximos años, pone al país en una posición

muy vulnerable. En este sentido, es necesario avanzar en los recursos energéticos renovables que posee el país.

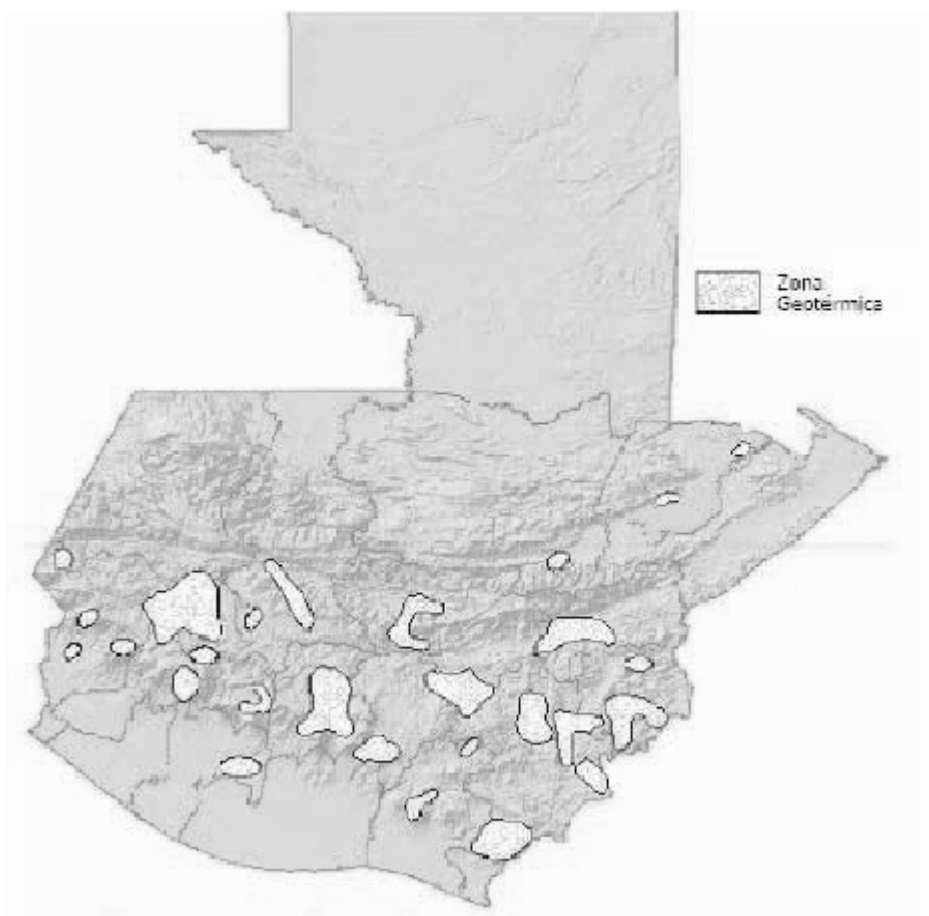
1.5.4. Diversificar las fuentes para la generación de electricidad

En cuanto al potencial teórico bruto hidráulico del país el MEM reporta 10900 MW, y el potencial técnicamente aprovechable es cercano a los 5000 MW. Un catálogo de proyectos hidroeléctricos identificados por el INDE, asciende a 88, con una capacidad de 3 925.0 MW y una producción de 14 570.9 GWh/año.

De este total, catorce corresponden a identificaciones realizadas a través de información hidrometeorológica en las cuencas de los ríos Suchiate y Naranja, con una capacidad de 101.7 MW y una producción de 843.9 GWh/año, mientras que los restantes setenta y cuatro proyectos hidroeléctricos han sido estudiados e identificados por el INDE en los que se pueden instalar centrales hidroeléctricas, éstos suman una capacidad de 3 823.2 MW y una producción de 13 727.0 GWh/año.

El potencial para la generación con recursos geotérmicos es de 1000 MW, los cuales se muestran en la figura 14. Las fumarolas y nacimientos de agua caliente podrían ser indicadores de la presencia de este recurso, que se puede extraer para suministrar energía relativamente limpia y confiable para el país.

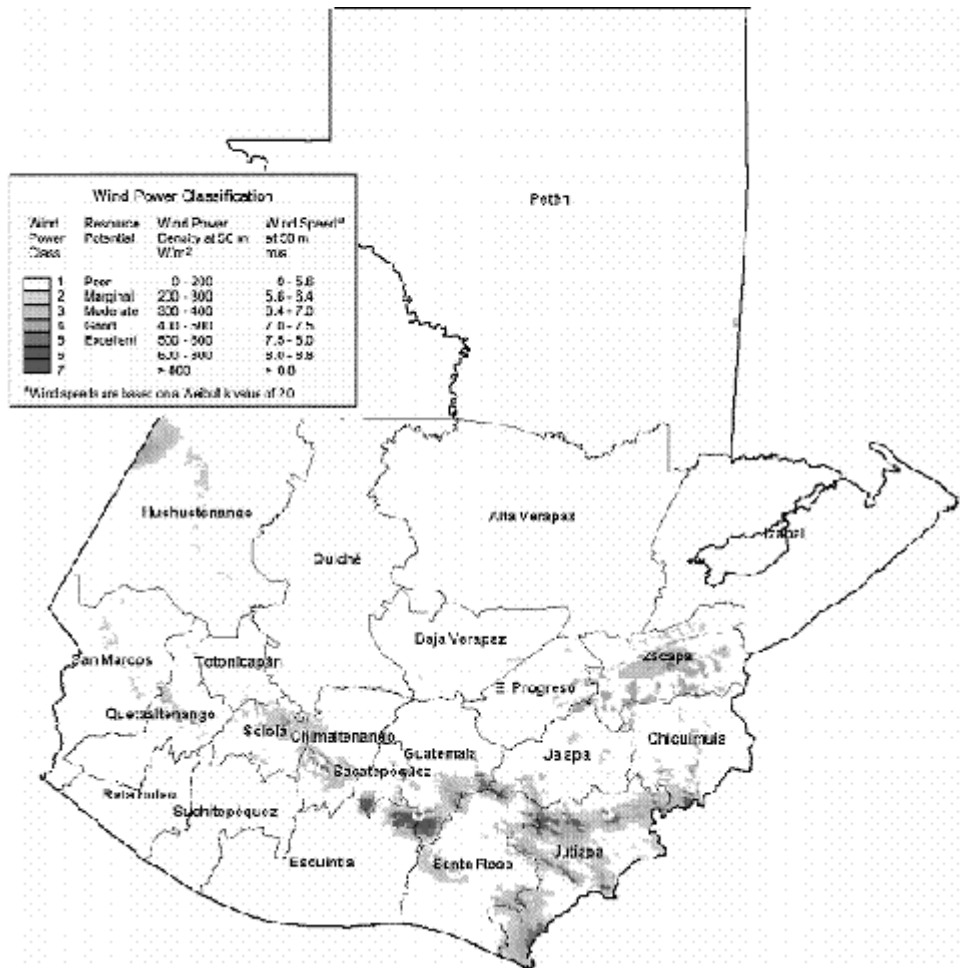
Figura 14. **Zonas con potencial geotérmico**



Fuente: Oportunidades de inversión en proyectos de generación eléctrica. Ministerio de Energía y Minas, año 2010.

Según investigaciones realizadas Guatemala cuenta con un potencial teórico de 7800 MW de energía eólica. Estas investigaciones, también señalan que Centroamérica está bajo la influencia de los vientos alisios, un sistema de velocidad y dirección relativamente constante. La figura 15, muestra el mapa de la densidad de energía eólica.

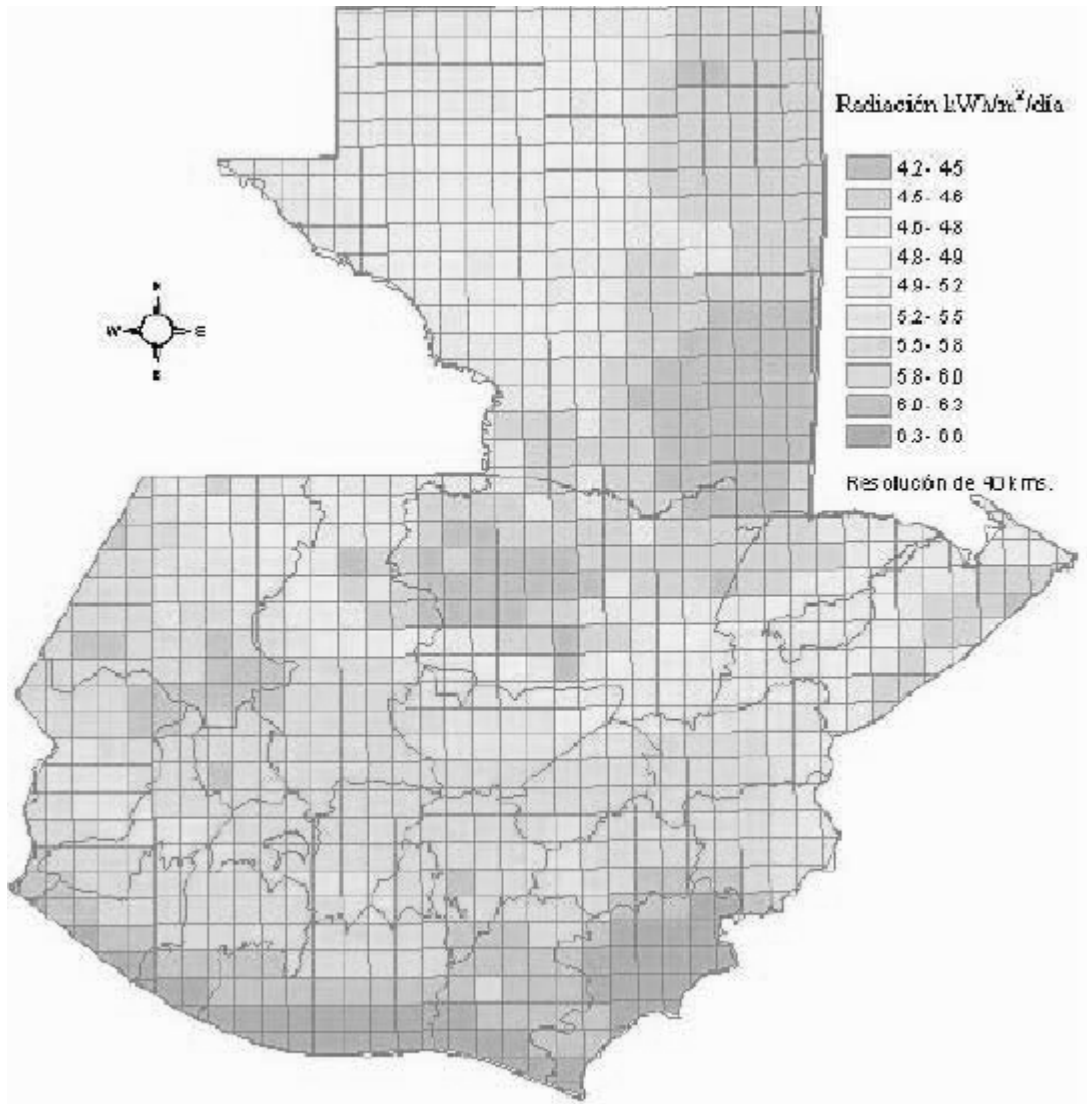
Figura 15. Mapa de la densidad de energía eólica



Fuente: Oportunidades de inversión en proyectos de generación eléctrica. Ministerio de Energía y Minas, año 2010.

En cuanto al potencial de la radiación solar incidente en Guatemala, se ha determinado un valor promedio de 5.4 kilovatios/m²/día. La figura 16, muestra la distribución de la radiación sobre la superficie de la República.

Figura 16. Radiación solar directa anual



Fuente: Oportunidades de inversión en proyectos de generación eléctrica. Ministerio de Energía y Minas, año 2010.

Cabe señalar que, por lo general, cuando la producción eléctrica de las centrales es mayor, menores son los gastos de capital por unidad de producción.

Adicionalmente será importante implementar las siguientes acciones:

- Promover la realización de estudios que determinen el impacto económico que tendría la generación de electricidad a partir de biomasa forestal.
- Estudiar el uso de la dendroenergía (es la principal fuente de energía para más de 2 mil millones de personas, especialmente en los hogares de los países en desarrollo. Los biocombustibles, en particular la leña y el carbón vegetal, actualmente suministran más del 14 por ciento de la energía primaria total del planeta. Los escenarios sociales y económicos señalan un crecimiento continuo de la demanda que proseguirá aún por varios años) dentro del tema de la biomasa e incorporar el tema a la agenda de trabajo de energía.
- Elaborar los reglamentos respectivos para el desarrollo de energía solar fotovoltaica, eólica, geotérmica y bioenergía.
- Realizar estudios para determinar la conveniencia de incluir la nucleenergía (energía nuclear) dentro de la matriz energética como una alternativa de largo plazo.
- Promover, a través de próximas licitaciones la incorporación de nueva generación eficiente utilizando como energéticos el carbón mineral y el gas líquido natural.
- Continuar apoyando el desarrollo de las pequeñas hidroeléctricas que generan menos de 5 MW.

- Impulsar y dar apoyo a los proyectos de hidroeléctricas en marcha tales como las de Xalalá (181 MW); Río Paz (El Jobo y Piedra de Toro con 150 MW) y considerar las de gran envergadura como la del Usumacinta (400 MW).
- Elaborar el plan de la expansión, proyectando de manera indicativa la participación de fuentes renovables en la oferta.
- Declarar el Estado de Emergencia Nacional del Sub sector Eléctrico, para facilitar el desarrollo de proyectos renovables, la constitución de servidumbres, los accesos y reducir los obstáculos sociales, entre otros.

1.5.5. Gas natural

El país posee el potencial de gas natural en sus cuencas petroleras, que representa una opción más limpia y eficiente económicamente, comparada con otros derivados del petróleo, así como algunas fuentes de energías renovables. Además, dentro de las acciones contempladas en el Programa de Integración Energética Mesoamericana (PIEM) se encuentra el gasoducto Mesoamericano, el que surtiría al país de esta materia prima, la que podría ser utilizada para la generación de electricidad.

1.5.6. Biocombustibles

Guatemala ha intensificado el interés por diversificar la matriz energética con el objetivo de introducir nuevos combustibles y utilizar algunos ya existentes para otros usos. Este interés se ha renovado ante la escalada de precios internacionales del petróleo que se viene presentando desde el 2002.

En este tema, se impulsa la utilización de combustibles renovables, tales como el etanol y el biodiesel, para lo cual se conformó el Grupo de Biocombustibles del MEM, posteriormente, la Comisión Interministerial de Biocombustibles, integrada por los ministerios de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Agricultura, Ganadería y Alimentación, y Economía. Hasta el momento se ha logrado avanzar en la definición de lineamientos de la Política Nacional.

1.5.7. Impulsar la integración energética

Se buscará promover a nivel regional el establecimiento de operaciones conjuntas que permitan el intercambio energético en la región y que coadyuven a garantizar el suministro y comercio de la electricidad, gas, y combustibles derivados del petróleo que se importan, buscando no solo las necesarias economías de escala sino permita minimizar los riesgos de desabastecimiento y el impacto de los precios internacionales del petróleo. En es sentido, se dará apoyo a proyectos como:

- Proyecto de Interconexión Guatemala-México. La interconexión Guatemala México que representa la construcción de 200 km. de líneas de transmisión. El cual ya está disponible con un costo variable de US\$ 65 /MWh. Este proyecto representa 120 MW disponibles para importar.
- Proyecto Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Centra. El proyecto consiste en la creación y puesta en marcha de un mercado eléctrico centroamericano mayorista denominado MER y del desarrollo de un sistema de transmisión regional, en donde cualquier agente calificado podrá comprar o vender electricidad, independientemente de su ubicación geográfica.

- Dicho proyecto fue ratificado por los seis países de América Central en diciembre de 1996.

Consiste en desarrollar un sistema troncal indivisible de transmisión en 230 kV, de 1830 km. de longitud conectando 16 subestaciones, desde la S/E Veladero en Panamá hasta la S/E El Cajón en Honduras, pasando por Costa Rica, Nicaragua, El Salvador y Guatemala, con una ramal entre las subestaciones Pavana y Suyapa en Honduras.

El financiamiento será Mixto (Público-Privado). Sus costos se distribuirán de la siguiente manera: Costos Pre inversión US\$ 16.4 millones y US\$ 317.8 millones en infraestructura.

- Mercado Eléctrico Regional. Los países de la región centroamericana han avanzado en la reestructuración del Mercado Eléctrico Regional (MER) y está en proceso de ratificación en los organismos legislativos respectivos.

Se ha avanzado en las instituciones que operativizarán el Mercado Regional, tales como el Ente Operadora Regional (EOR), la Comisión Regional de Integración Energética (CRIE), la Empresa Propietaria de la Red (EPR).

Es necesario ratificar el segundo protocolo al Tratado Marco del MER y reforzar el proceso de inversión en plantas generadoras de energía eléctrica del sector, con el fin de explotar óptimamente el sistema de interconexión dando sostenibilidad al MER en el largo plazo.

2. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA EXISTENTE EN EL MARCO ACTUAL REFERENTE AL DESARROLLO DE LAS ZONAS RURALES AISLADAS (ZRA'S)

El Estado de Guatemala se organiza para proteger a la persona y a la familia; su fin supremo es la realización del bien común. El deber del Estado es garantizar a los habitantes de la República la vida, la justicia, la seguridad, la paz y el desarrollo integral de la persona. El Estado garantiza y protege la vida humana desde su concepción, así como la integridad y la seguridad de la persona. En Guatemala todos los seres humanos son libres e iguales en dignidad y derechos. El hombre y la mujer, cualquiera que sea su estado civil, tiene iguales oportunidades y responsabilidades. Ninguna persona puede ser sometida a servidumbre ni a otra condición que menoscabe su dignidad. Los seres humanos deben de guardar conducta fraternal entre sí.

Actualmente la participación directa del Estado en el mercado eléctrico, (aparte de ser ente regulador), solamente existe en cuanto a la participación de las Empresas Eléctricas Municipales (EEM) y a las funciones de transmisión y generación de energía eléctrica del Grupo INDE, ETCEE y EGEE, ambas propiedad del Estado.

Hoy día existen dieciséis empresas eléctricas municipales, las cuales hacen principalmente la función de distribución del servicio de energía eléctrica en sus cabeceras municipales. Los requerimientos de calidad en el servicio que establece la Ley General de Electricidad, bajo la amenaza de ser sancionadas en caso de incumplimiento, obligan a los actores del mercado eléctrico a

realizar fuertes inversiones, que muchas veces las EEM no están en capacidad de afrontar.

De las dieciséis empresas eléctricas municipales únicamente cuatro de ellas tienen capacidad de generación eléctrica: La Empresa Eléctrica Municipal de Quetzaltenango con la planta hidroeléctrica Zunil, La Empresa Eléctrica Municipal de San Marcos con la pequeña central hidroeléctrica La Castalia, la Empresa Eléctrica Municipal de Retalhuleu con la Planta Ocosito, de los cuales 693 kW es de energía hidroeléctrica y 780 kW de energía térmica, y la Empresa Eléctrica Municipal de Santa Eulalia en el Departamento de Huehuetenango con una pequeña central hidroeléctrica.

Constitución Política de la República de Guatemala. Artículo 44. Derechos Inherentes a la Persona Humana. Los derechos y garantías que otorga la Constitución no excluyen otros que, aunque no figuren expresamente en ella, son inherentes a la persona humana. El interés social prevalece sobre el interés particular.

El bien jurídico tutelado, es que el interés social prevalece sobre el interés particular; lo que implica que cualquier obstáculo que se pudiera presentar para el desarrollo de electrificación rural en zonas aisladas, hay que considerar el interés social.

Artículo 118. Principios del Régimen Económico y Social. El régimen económico y social de la República de Guatemala se funda en principios de justicia social... Cuando fuere necesario, el Estado actuará complementando la iniciativa y la actividad privada, para el logro de los fines expresados.

Dentro de estos principios se podría considerar elevar el nivel de vida de todos los habitantes del país, procurando el bienestar de la familia, en los que puede participar la iniciativa y la actividad privada.

Artículo 119. Obligaciones del Estado. Impulsar activamente programas de desarrollo rural que tiendan a incrementar y diversificar la producción nacional.

Otra de las obligaciones del Estado es crear las condiciones adecuadas para promover la inversión de capitales nacionales y extranjeros.

Para el desarrollo de estos programas es importante que las comunidades cuenten con electricidad, para facilitar los programas de desarrollo rural.

Ley de Desarrollo Social. Artículo 1. Tiene por objeto la creación de un marco jurídico que permita implementar los procedimientos legales y de políticas públicas para llevar a cabo la promoción, planificación, coordinación, ejecución, seguimiento y evaluación de las acciones gubernativas y del Estado, encaminadas al desarrollo de la persona humana en los aspectos social, familiar, humano y su entorno, con énfasis en los grupos de especial atención.

Este artículo establece la premisa de que el acceso al desarrollo es un derecho inalienable de la persona.

Artículo 10. Obligación del Estado. Evaluar y adecuar periódicamente los planes, programas y políticas de desarrollo económico y social, con el fin de asegurar que las políticas públicas cumplan con el mandato constitucional de promover el desarrollo integral de la población. Integrar los grupos en situación de vulnerabilidad y marginados al proceso de desarrollo nacional.

Las premisas que se establecen, es que el desarrollo social, económico y cultural de la población, es la condición para que las personas accedan a una mejor calidad de vida y que para el logro de los objetivos establecidos en la constitución política de la República y demás leyes y tratados, es necesario generar una política integral de desarrollo que contenga planes y programas a mediano y largo plazo que permitan acciones gubernamentales coordinadas con la sociedad en general para alcanzar el bien común de la población.

Ley de Desarrollo Social. Artículo 16. Sectores de Especial Atención. Los planes y programas de desarrollo social y población destinarán acciones y medidas específicas para atender a las áreas precarias. Para su ejecución, el Estado asignará los recursos humanos, técnicos y financieros necesarios para lograr el desarrollo de las personas y las familias que forman parte de estas áreas.

2.1. Revisión del Marco Legal existente relacionado con electrificación rural y el desarrollo de las zonas rurales aisladas

Actualmente las funciones sustantivas del Ministerio de Energía y Minas se encuentran establecidas en el Artículo 34 del Decreto Número 114-97, Ley del Organismo Ejecutivo, en el que se define que este Ministerio atenderá lo relativo al régimen jurídico aplicable a la producción distribución y comercialización de la energía, los hidrocarburos, y la explotación de los recursos mineros. En este sentido, el MEM, es el responsable de formular y coordinar las políticas concernientes a las tres áreas de su competencia; sin embargo, es preciso mencionar que, a partir de la promulgación de la Ley General de Electricidad (LGE) en 1996, se tienen otras instancias que lo conforman, como se verá más adelante.

El Subsector Eléctrico, en la actualidad se rige por la LGE, Decreto Número 93-96 y se desarrolla en un esquema de descentralización de las actividades de generación, transporte, comercialización y distribución de energía eléctrica; donde el desarrollo simultáneo de las actividades es realizado a través de empresas o personas jurídicas diferentes.

Esta misma ley determina los aspectos asociados a la rectoría, la regulación y la coordinación comercial de las actividades del subsector, y define como autoridad máxima y ente rector al MEM, encargado de formular y coordinar las políticas, planes de Estado, programas indicativos relativos al subsector eléctrico y aplicar la ley y su reglamento. Las otras instancias que funcionan en el subsector, son: la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) y el Administrador del Mercado Mayorista (AMM).

En el sector de energía renovable, el Decreto Número 52-2003, Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable, declara de urgencia e interés nacional el desarrollo racional de los recursos energéticos renovables y ordena al MEM, estimular, promover y crear condiciones adecuadas para el fomento de inversiones que se hagan con ese fin. En tal sentido, el Ministerio ha realizado acciones tendientes a la promoción de este tipo de proyectos en el interior del país, a través de proyectos como la instalación de paneles solares fotovoltaicos, torres de medición eólicas, la participación en la Comisión de combustibles de origen leñoso y la reciente conformación de la Comisión Nacional de Biocombustibles.

2.1.1. Constitución Política de la República

La Constitución de la República de Guatemala, dentro de la Sección Décima de Principios del Régimen Económico y Social, en sus artículos 19, 118 y 129 dicta lo siguiente:

Artículo 118. Es obligación del Estado orientar la economía nacional para lograr la utilización de los recursos naturales y el potencial humano.

Artículo 19. Literal c) define como obligación fundamental del Estado: Adoptar las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma eficiente.

Artículo 129. Declara, de urgencia nacional, la electrificación del país, con base en planes formulados por el Estado y las municipalidades, en la cual podrá participar la iniciativa privada.

Constituye un mandato de la urgencia de descentralizar y desmonopolizar los sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica para agilizar el crecimiento de la oferta y satisfacer las necesidades sociales y productivas de los habitantes de la república, buscando un mejor nivel de vida de todos los guatemaltecos, especialmente de los pobladores más pobres de las regiones del interior del país que actualmente no gozan de este servicio.

El haber tomado en cuenta el desarrollo sector energético en la Constitución de la República de Guatemala, propició las reformas al subsector eléctrico, cumpliendo así el objetivo de dejar sentadas las bases para electrificar a todo el país.

Entre 1990 a 1995, el Estado adoptó algunas medidas para reformar el subsector eléctrico por medio de cambios en la legislación vigente. Un ejemplo de esto fue la aprobación de la Ley de Desmonopolización (Decreto numero 59-92).

Sin embargo, posteriormente, considerando que el Estado no contaba con la capacidad para cubrir la creciente demanda de servicio eléctrico, y visto que la Constitución (Art. 129) declara de urgencia nacional la electrificación del país, por considerársela de vital importancia para el desarrollo del mismo, se liberalizó el mercado eléctrico en 1996, para agilizar y optimizar el crecimiento del subsector a través de la inversión privada en empresas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

2.1.2. Ley General de Electricidad

La Ley General de Electricidad y su Reglamento, están encaminados a fortalecer y propiciar el buen funcionamiento del subsector eléctrico, dentro del principio de libre competencia y con el objeto de orientar la economía nacional a la utilización de los recursos naturales.

La promulgación de dicha ley fue un incentivo para el sector privado debido a que abrió un espacio en el sector de pequeñas generadoras de energía renovables, propiciando el crecimiento del mercado eléctrico tanto en el área rural como en el área urbana.

Con relación a la electrificación rural se indica que el estado podrá otorgar recursos para costear total o parcialmente la inversión de proyectos de electrificación rural, de beneficio social o de utilidad pública, que se desarrollen fuera de una zona territorial delimitada.

Los recursos que otorgue el Estado serán considerados como subsidio, los cuales no podrán ser trasladados como costo al usuario. Las obras que se construyan con estos aportes serán administradas y operadas por el adjudicatario, las empresas distribuidoras, las que se obligan a mantenerlas en perfectas condiciones de uso.

La empresa designada en el Gobierno para cumplir con la electrificación rural es el INDE, quien ha estado ejecutando algunos proyectos en la medida de la limitación de sus recursos financieros.

La liberalización de la industria eléctrica se construye sobre la base de cuatro garantías, las cuales son:

- Separación de actividades
- Separación institucional
- Auto crecimiento de la red
- Abastecimiento

El artículo 7 de la LGE constituye la base legal ordinaria de las garantías que abarcan el marco eléctrico ya que establece la separación de funciones en la actividad eléctrica; generación, transporte, distribución y comercialización de la energía eléctrica, las cuales no pueden ser efectuadas por una misma persona jurídica individual; con esto se da cumplimiento al artículo 130 de la Constitución Política de la República de Guatemala en cuando la prohibición de los monopolios, lo cual es la base constitucional de las garantías que sustentan al subsector eléctrico.

Asimismo, la LGE, plantea la creación de un mercado organizado fundamentado en los principios de competencia, que se constituyen en las

libertades del marco eléctrico. Dichas libertades son: a) acceso al mercado, que incluye la generación, el transporte y la distribución privada; b) acceso a las redes de transporte y distribución; c) contratación y formación competitiva de precios; y, d) inversión todas estas en relación al subsector eléctrico.

2.1.3. Reglamento de la Ley General de Electricidad

Artículo 100.- Sistemas Aislados. La Comisión, en consideración a las características propias de la operación del respectivo Sistema Aislado y aplicando en todo aquello que sea posible los lineamientos correspondientes estipulados para el SIN, emitirá mediante resolución los procedimientos a seguir en cada caso concreto para la fijación de precios.

2.2. Rol del Ministerio de Energía y Minas con respecto al marco legal existente

El Ministerio de Energía y Minas, es la autoridad máxima en el subsector eléctrico, encargado de dar las autorizaciones para generar, transportar y distribuir energía eléctrica.

Su función primordial es facilitar la realización de inversiones privadas en las diversas actividades del subsector, alentar el estudio y utilización de los recursos renovables, gestionar la adquisición de préstamos y donaciones en beneficio de la electrificación rural, y seguir promoviendo los cambios estructurales en las empresas eléctricas estatales con el objetivo de lograr la maximización de la eficiencia dentro de un marco empresarial.

Además, coadyuvar con las entidades responsables en el establecimiento de regulaciones ambientales, para alcanzar un desarrollo eléctrico ambientalmente sustentable.

Entre las funciones y atribuciones del Ministerio de Energía y Minas se pueden mencionar las siguientes:

- Aplicar la Ley y su Reglamento para dar cumplimiento a sus obligaciones
- Formular y coordinar las políticas, planes de Estado, programas indicativos relativos al subsector eléctrico.
- Otorgar las autorizaciones para la instalación de centrales generadoras, para prestar los servicios de transporte y distribución final de electricidad, la constitución de servidumbres en los bienes de dominio público y privado.
- Elaborar los informes de evaluación socioeconómica para otorgar recursos para costear total o parcialmente la inversión de proyectos de electrificación rural, de beneficio social o de utilidad pública.

Como puede observarse la Ley General de Electricidad y su Reglamento atribuye al MEM la función de velar por la aplicación de la misma de la Ley, a través de su estructura.

En materia de electrificación rural, el Ministerio de Energía y Minas a través de la Dirección General de Energía, apoya la ejecución de proyectos especiales.

2.2.1. Dirección General de Energía. Ministerio de Energía y Minas

La Dirección General de Energía (DGE) es la dependencia del Ministerio de Energía y Minas que tiene como propósito, entre otros, el formular y coordinar las políticas, planes de Estado, programas indicativos promoviendo el empleo de energías renovables, y el uso eficiente de los recursos energéticos para mejorar la calidad de vida de la población guatemalteca.

El departamento de electricidad, es el encargado de proveer los términos de referencia que permitan a los desarrolladores de proyectos gestionar el uso de bienes de dominio público.

Otras labores estratégicas que desarrolla la Dirección General de Energía, son:

- La gestión de las autorizaciones definitivas y temporales para la utilización de bienes de dominio público para la instalación de plantas generadoras y para prestar los servicios de transporte y distribución final de electricidad.
- Formular y coordinar políticas, planes de estado y el plan indicativo del subsector eléctrico.
- Velar por el desarrollo de electrificación rural del país a efecto de cumplir con el rol subsidiario del estado tal como está establecido en la Ley General de Electricidad y su Reglamento; para proporcionar el servicio de energía eléctrica a los habitantes del área rural, con el objeto de elevar los escenarios de desarrollo de las poblaciones y asimismo el índice de electrificación, en coordinación con entidades públicas y privadas que

estudien y ejecuten proyectos de electrificación rural, incluyendo los aspectos técnicos, socioeconómicos y ambientales asociados a la misma. La meta estimada busca alcanzar una cobertura eléctrica del orden del 85% en 2004 y formular una estrategia sólida para la expansión de la electrificación rural en Guatemala, hacia el logro del 95%.

Sin embargo, existen aspectos presupuestarios y procedimientos que no están normados claramente en la Ley General de Electricidad, lo que dificulta la función facilitadora que debe cumplir la DGE. Por esta razón, debe mantenerse el dialogo abierto con todos los actores relacionados con el tema energético, para que identifiquen procesos que pudieran no estar bien definidos.

Deben continuarse los esfuerzos en la estructuración los mecanismos, la capacitación del recurso humano y la infraestructura necesaria para darle seguimiento al cumplimiento de lo que se establece en la Ley y así velar por que se cumpla con el objetivo final que es de brindar un buen servicio al usuario.

2.3. Rol del Instituto de Electrificación Rural con respecto al marco legal existente

En 1997 y finales de 1998, el INDE prestaba el servicio de distribución de energía eléctrica a 19 de los 22 departamentos del país, principalmente en áreas rurales y una dispersión considerablemente alta de bajos consumos de energía en promedio. Considerando que la Constitución de la República establece el mandato para hacer electrificación rural, el Gobierno de Guatemala ha usado fundamentado en programas y proyectos que faciliten la participación de una amplia gama de aliados para cumplir con este mandato.

La estrategia nacional de electrificación rural se puede definir en general, como un plan de mediano plazo que busca soluciones globales óptimas, integrando los aspectos geopolíticos, demográficos, alternativas tecnológicas y recursos energéticos diversos y otros factores generales técnicos, eléctricos y constructivos.

2.4. Rol de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica con respecto al marco legal existente

La CNEE es un organismo técnico del Ministerio de Energía y Minas, con independencia funcional, encargado de formular, implantar y fiscalizar el marco regulatorio que define las reglas para el desarrollo de las actividades inherentes al subsector eléctrico y la actuación de los agentes económicos que intervienen en el mismo.

Las principales actividades de la CNEE son:

- Supervisión del cumplimiento de la Ley y de la regulación existente e imponer las sanciones a los infractores.
- Control de calidad del servicio que reciben los consumidores finales
- Prevención de monopolios y prácticas discriminatorias
- Imposición de multas por incumplimiento de la Ley y de la regulación
- Velar por el cumplimiento de las obligaciones de los adjudicatarios y concesionarios.

- Proteger los derechos de los usuarios y prevenir conductas atentatorias contra la libre competencia, así como, prácticas abusivas o discriminatorias.
- Definir las tarifas de transmisión y distribución sujetas a regulación, así como, la metodología para el cálculo de las mismas.
- Dirimir las controversias que surjan entre los agentes del subsector eléctrico, actuando como árbitro entre las partes cuando estas no hayan llegado a un acuerdo.
- Emitir las normas relativas al subsector eléctrico y fiscalizar su cumplimiento en congruencia con practicas internacionales aceptadas.
- Emitir las disposiciones y normativas para garantizar el libre acceso y uso de las líneas de transmisión y redes de distribución de acuerdo a lo dispuesto en la Ley y su Reglamento.

Tal como se menciona, la CNEE debe ejercer una labor más estrecha de control sobre los procesos en las empresas distribuidoras, pues muchas pueden lesionar los intereses del consumidor o bien no ofrecer un esquema sostenible y confiable para el servicio. Muchas empresas municipales, no cuentan con un pliego tarifario aprobado, ni operan bajo criterios de eficiencia y eficacia técnica, social, ambiental y financiera. Debe verificarse que el distribuidor tenga un trato justo y honesto para sus clientes, de manera que sus reclamos por deficiencias en el servicio o incumplimiento de los plazos definidos, sean atendidos con ética y calidad. CNEE es la responsable directa de velar porque se cumpla la Ley General de Electricidad.

En la actualidad, en el área rural hay deficiencias en la prestación del servicio, en la agilidad de respuesta y en el respeto a los derechos del cliente. El procedimiento de expresión de quejas en los libros, no funciona. No es socialmente práctico, pues un alto porcentaje de la población rural es analfabeta y se siente temerosa de las represalias que pudiera ocasionarle, por escribir sus quejas frente al responsable de resolverle la situación. Dichos procesos tampoco consideran que el usuario rural es de escasos recursos y para darle seguimiento a sus quejas deben viajar a la ciudad capital.

Para que el usuario final, especialmente el usuario rural, haga uso de su derecho legal a tener buen servicio eléctrico, la CNEE debe proyectarse a la población, explicando, de manera sencilla, los derechos y las obligaciones del consumidor conferidos por la Ley General de Electricidad.

2.5. Implementación actual de los mecanismos abarcados en el marco legal existente

La Declaración sobre el Derecho al Desarrollo (1986) establece que los Estados son los principales responsables del mismo y quienes deben crear las condiciones favorables al desarrollo de los pueblos y los individuos.

El abastecimiento de energía eléctrica es un servicio esencial y se considera imprescindible la presencia activa del gobierno, en su función legislativa, y la de los órganos reguladores en su desarrollo, control y vigilancia.

Las estrategias políticas de desarrollo y de lucha contra la pobreza de las administraciones nacionales y locales deberán contemplar de forma expresa el acceso a los servicios energéticos de las poblaciones aisladas. En consecuencia, el Gobierno recogerá en su planificación energética las zonas

rurales que serán objeto de suministro por medio de sistemas energéticos autóctonos, respetuosos con el medio ambiente y técnicamente apropiados en cada caso.

La política energética incorporó el cambio de la matriz energética, esto es, independizar a Guatemala del petróleo para la generación de energía eléctrica, buscando que la mayor parte de la energía sea generada con base en recursos renovables, garantizando que el país cuente con la energía necesaria para mejorar el nivel de todos los ciudadanos, a precios que permitan su acceso a la mayoría de la población y otorgue al país de las condiciones de competitividad necesarias para ser un destino atractivo para la inversión extranjera.

El cambio de la matriz energética implica el fortalecimiento del Sistema Nacional de Transmisión de Energía, de manera que en un futuro cercano, se pueda evitar las fallas que se generan en el suministro de energía debido a la sobrecarga actual de este sistema y a la falta de redundancia del mismo.

Otro pilar importante para garantizar la seguridad energética es el ahorro en el consumo, ya que el uso eficiente de la energía eléctrica permitirá cubrir la demanda con menor oferta, generando ahorros para la población en materia de alumbrado domiciliar y alumbrado público. En este sentido, se está impulsando el programa de eficiencia en alumbrado público y domiciliar que permita, en el corto plazo, bajar el monto de la factura de energía de la población.

Las municipalidades que actualmente no tienen encomendada la responsabilidad de velar por los derechos de las personas que carecen de acceso al suministro de electricidad, pueden y deben jugar un papel importante en este campo, incluyendo responsabilidades concretas dentro del perímetro de sus actividades.

Para ello, se propone que las municipalidades fomenten la participación de los distintos agentes económicos, sociales, financieros y de cooperación, asegurando la coordinación y coherencia de las actuaciones mediante sus funciones normativas, de vigilancia y de sanción.

Para cumplir con estos objetivos, serán aspectos básicos a recoger en la normativa legal, los siguientes:

- El Gobierno tomará el liderazgo de buscar las fuentes de financiamiento para la electrificación de las zonas rurales, así como los criterios de selección para definir prioridades.
- Deberán definirse las responsabilidades de las municipalidades en esta materia. Entre otras funciones tendrán las de supervisión del desarrollo de los planes de electrificación de las zonas rurales y la supervisión de la intervención privada en el abastecimiento.
- Las municipalidades podrán delegar sus funciones en organismos públicos descentralizados.

2.5.1. Sustentación legal específica y directa para el desarrollo de la electrificación rural

En esta parte destacarán las normativas legales vigentes directas e indirectas que conforman el marco legal, susceptibles de sustentación y aplicación para el desarrollo de la electrificación rural en zonas aisladas, así como su naturaleza constitucional y ordinaria.

Reglamento de la Ley General de Electricidad Artículo 77. Proyectos de Electrificación Rural. Para la aplicación del artículo 47 de la Ley, el MEM establecerá un procedimiento para la elaboración del informe de evaluación económica y social del proyecto, con el fin de resolver la procedencia o improcedencia de la solicitud. Los proyectos deben ser autorizados por el MEM, de acuerdo al estudio socioeconómico de las comunidades rurales aisladas que requieren electrificación.

Constitución Política de la República de Guatemala Artículo 1. Protección a la persona. El fin supremo del Estado es la realización del bien común. El bien jurídico tutelado del Estado es la realización del bien común, que implica el desarrollo integral de la persona y de las comunidades para integrarlas al desarrollo nacional, en el campo de la electricidad.

Artículo 3. Deberes del Estado. Es deber del Estado, el desarrollo integral de la persona. El desarrollo integral de la persona, es una de las metas establecidas en la constitución y la electrificación de las zonas rurales aisladas, constituye una de las necesidades que debe ser satisfecha para el desarrollo integral de la persona.

Artículo 28. Derecho de Petición. Los habitantes de la República tiene derecho a dirigir individual o colectivamente, peticiones a la autoridad, la que está obligada a tramitarlas y deberá resolverlas conforme la ley.

Mediante el ejercicio de este derecho, las comunidades, especialmente organizadas, pueden plantear la necesidad de la electrificación rural, en beneficio de sus comunidades.

3. CARACTERIZACIÓN DE LA OFERTA Y LA DEMANDA ENERGÉTICA EN ZONAS RURALES AISLADAS DE GUATEMALA

Guatemala presenta una de las experiencias más exitosas del mundo en electrificación de zonas aisladas mediante la expansión de redes. Sin embargo, existen sectores que carecen de servicios de electricidad. Esta parte de la población está generalmente representada por los sectores de menores recursos que habitan zonas geográficas dispersas donde la expansión de redes no es una forma viable de electrificación.

Para lograr que dichos habitantes tengan acceso a servicios de electricidad y, consecuentemente, a una mejora en su calidad de vida deben aplicarse mecanismos de electrificación alternativos a la extensión de redes. Estos instrumentos alternativos se basan en instalaciones descentralizadas no conectadas a las redes de transporte.

3.1. Metodología empleada para la definición de las zonas rurales aisladas

La metodología para la definición en la electrificación de Zonas Rurales Aisladas (ZRA) no solamente conlleva la mera instalación de equipos en zonas remotas, sino que su implementación requiere de la adaptación de las instituciones y de las reglas de juego para permitir que un servicio, que bajo las condiciones actuales de prestación es inviable, se transforme no solamente en viable sino que también fomente el desarrollo sostenible en las comunidades en que es implantado.

El diseño de instituciones y sistemas regulatorios para promover la electrificación en ZRA es complejo por el hecho de que en el proceso de promoción convergen distintos actores –compañías (empresas públicas, privadas o cooperativas) operadores, usuarios, reguladores, gobiernos y otros agentes involucrados- cada uno de ellos con objetivos propios e incentivos diversos.

La aplicación de tecnologías descentralizadas regularmente requiere también de soluciones descentralizadas usualmente el involucramiento de pequeñas y medianas compañías, y de gobiernos locales y/o comunales- necesitando consecuentemente un diseño institucional específico.

El diseño institucional para el correcto desarrollo de la electrificación en ZRA es un proceso complejo, creado a medida de las necesidades del país.

Al analizar el abanico de alternativas en la definición de Zonas Rurales Aisladas (ZRA's), se debe prestar especial atención a los siguientes aspectos y a sus interrelaciones:

- Villa electrificada, el modelo debe definir cuándo una villa se considera electrificada. Esta definición suele ser útil no solo para las estadísticas de un país sino también para el posible desembolso de subsidios en base a hitos especificados.
- Área geográfica de la concesión o licencia, la determinación del espacio geográfico es un factor clave en la elección del modelo ya que incentiva o condiciona la participación de los distintos agentes interesados.

- Economías de escala, en el sector energético, la fuerte presencia de economías de escala es un factor crucial en la determinación del coste de la electricidad.
- Tecnología a desarrollar, fuertemente ligada a los recursos disponibles en cada zona a electrificar, la tecnología elegida tiene un impacto fundamental en los flujos de caja del proyecto.
- Construcción, operación y mantenimiento, en algunos casos, la construcción suele estar desvinculada de la operación y el mantenimiento de las instalaciones. Sin embargo, esto genera una serie de incentivos que deben ser cuidadosamente analizados.
- Participación comunal y ciudadana, la participación de instituciones a nivel local es de fundamental importancia para el éxito de cualquier programa de electrificación en ZRA. Sin embargo, es una cuestión a decidir el grado de involucramiento que se le permitirá a los mismos. Asimismo, la participación ciudadana es clave para la promoción del desarrollo social y su rol debe quedar claramente definido.
- Esquema tarifario, en el diseño de dicho esquema confluyen una serie de interrogantes que deben ser cuidadosamente analizados. Un pequeño ejemplo puede ser: ¿quién fija las tarifas?; ¿son iguales para todos los consumidores?; ¿basadas en demanda (disponibilidad a pagar) o en coste del servicio?

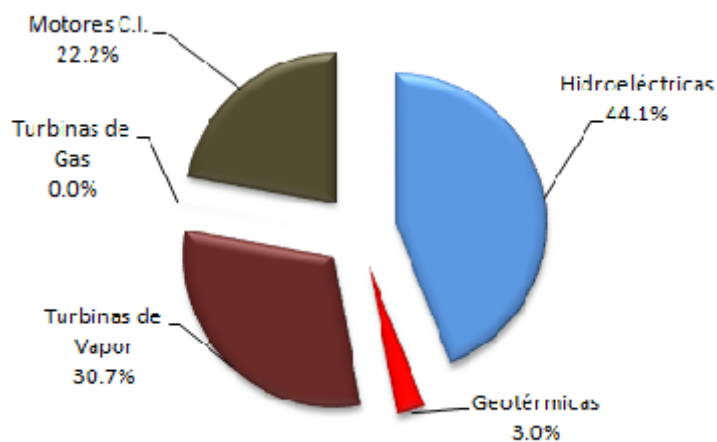
3.2. Identificación de la oferta en las Zonas Rurales Aisladas (ZRA's)

La oferta es la disponibilidad de recursos energéticos locales, tanto renovables como no renovables, para la producción de energía eléctrica.

Guatemala cuenta con una gran riqueza en recursos de energía renovable, los cuales se encuentran dispersos en todo el país. La oferta de generación eléctrica a partir de agua, viento, sol, geotermia, biomasa, así como gas, petróleo y carbón. Se pueden desarrollar proyectos de energía eléctrica en zonas aisladas.

El Sistema Eléctrico Nacional (SEN) engloba al Sistema Nacional Interconectado, SNI (la red síncrona), los autoprodutores o ingenios cogeneradores, y la generación en zonas rurales aisladas. Según las proporciones de electricidad generada en cada uno de estos tres son las siguientes:

Figura 17. **Generación por tipo de combustible 2010**

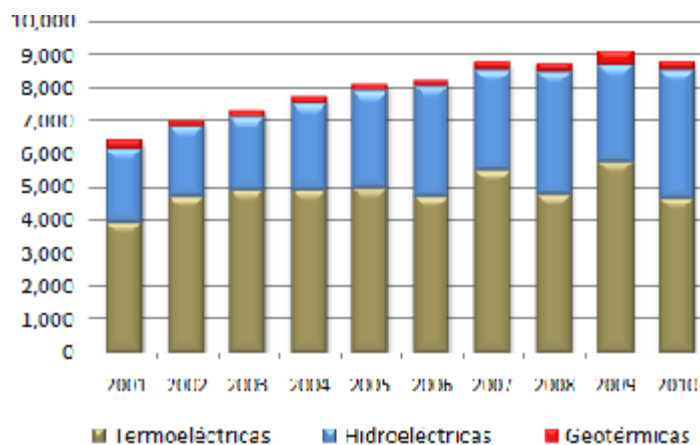


Fuente: Dirección General de Energía Cobertura Eléctrica,
Ministerio de Energía y Minas, año 2010.

La figura 17, muestra la generación por tipo de central para el año 2010, en la que se observa que el 44.1% de la producción provino de centrales hidroeléctricas, de centrales geotérmicas el 3.0%, el 22.2% de motores de combustión interna, de turbinas de vapor el 30.7% y el 0.04% de la generación lo suministró las turbinas de gas. Notable es también el poco uso que se hace de la energía geotérmica, que tiene igualmente un enorme potencial en Guatemala.

En la figura 18, se puede ver la generación eléctrica por tipo de grupo generador, para el total de la generación en todo el SNI en 2010 (los 7916.27GWh), así como el régimen de propiedad de estos grupos. Cabe destacar el hecho de que la mayoría de la generación pública son centrales hidroeléctricas, con una generación de 2313.12GWh, y que la mayoría de la generación hidráulica es pública. Son las centrales hidráulicas del INDE, usadas íntegramente para cubrir la tarifa social y que muchas veces son insuficientes para este fin.

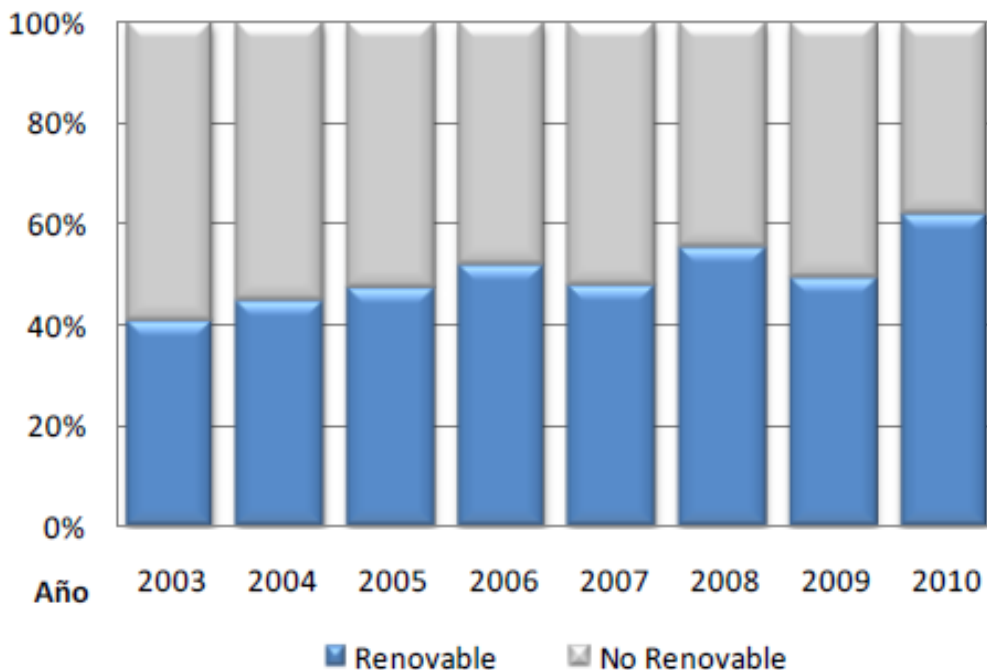
Figura 18. **Generación por tipo de central generadora 2010**



Fuente: Dirección General de Energía Cobertura Eléctrica, Ministerio de Energía y Minas, año 2010.

En la figura 19, se aprecia cómo, a partir de 2003, se ha empezado a incrementar la generación con fuentes renovables. Así, la participación renovable en el total de la electricidad generada ha disminuido de un 48% en 2001, a un 42% en 2003, fecha de aprobación de la Ley, y de ahí se ha incrementado hasta el 53% en 2010.

Figura 19. **Comportamiento de la generación por tipo de recurso utilizado**



Fuente: Dirección General de Energía Cobertura Eléctrica,
Ministerio de Energía y Minas, año 2010.

Se ha incluido igualmente la figura 19, en la que se aprecia la evolución de la generación por tecnologías en los últimos seis años, tanto del SNI, como de los autoprodutores y de los sistemas aislados.

Figura 20. **Generación por tipo de central generadora**

SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO

Tipo de energético	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Hidroenergía	2.105.6	2.564.5	2.938.2	3.277.8	3.006.9	3.651.1	2.918.6	3.825.8
Geotermia	219.7	219.1	165.8	163.2	263.1	294.2	388.6	267.0
Bagazo de Caña	378.0	418.2	473.7	543.9	602.2	568.0	691.0	846.9
Carbón Mineral	967.6	1.116.4	1.064.8	1.102.5	1.128.9	1.138.8	732.5	1.132.2
Fuel Oil	2.997.8	1.973.3	1.776.4	2.314.3	3.133.3	2.449.7	3.484.0	2.145.3
Diesel Oil	33.7	5.1	10.6	10.6	17.3	13.8	31.5	5.8
Orimulsión	0.0	947.8	1.017.1	273.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	6,782.4	7,244.2	7,446.7	7,685.5	8,152.7	8,115.7	8,244.2	8,218.0

SISTEMA AISLADO

Tipo de energético	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Hidroenergía	0.9	0.9	0.8	0.9	0.3	0.9	0.9	0.9
Fuel Oil	20.7	19.6	43.5	65.6	101.5	101.6	71.5	0.0
Diesel Oil	30.5	31.5	9.6	2.3	4.9	4.9	4.9	0.0
Totales	52.0	52.1	53.9	68.7	107.3	107.3	77.2	0.9

AUTOPRODUCTORES

Tipo de energético	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Hidroenergía	0.0	0.0	0.0	23.8	22.3	22.8	22.4	22.4
Fuel Oil	245.6	153.3	305.3	153.8	199.3	178.0	279.3	66.4
Bagazo de Caña	204.1	241.8	242.8	233.2	274.2	293.5	422.9	426.9
Totales	449.7	395.1	548.1	410.9	496.3	494.4	724.5	515.7

GENERACION ELECTRICA POR TIPO DE RECURSO

Tipo de energético	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Renovable	2.988.4	3.444.4	3.821.4	4.242.9	4.170.1	4.830.5	4.442.4	5.304.8
No Renovable	4.295.7	4.246.9	4.227.3	3.922.3	4.586.1	3.886.8	4.603.6	3.349.7
Totales	7,284.1	7,691.4	8,048.7	8,165.1	8,756.2	8,717.4	9,046.0	8,734.6

Fuente: Dirección General de Energía Cobertura Eléctrica,
Ministerio de Energía y Minas, año 2010.

La figura 20, llama la atención la gran participación que tienen los motores de combustión interna en la generación acoplada al SNI. En ella se aprecia también que la electrificación por medio de sistemas aislados se ha venido realizando principalmente por medio de motores de combustión interna, y en menor medida, centrales hidráulicas.

En las zonas aisladas, el trabajo social con las comunidades es de alta importancia. Desafortunadamente, por medio de ONG extremistas ambientales, se ha llevado un mensaje muy negativo del uso de recursos naturales para la generación eléctrica. El trabajo de comunicación social resulta prioritario. Fundación Solar ha tenido experiencias positivas.

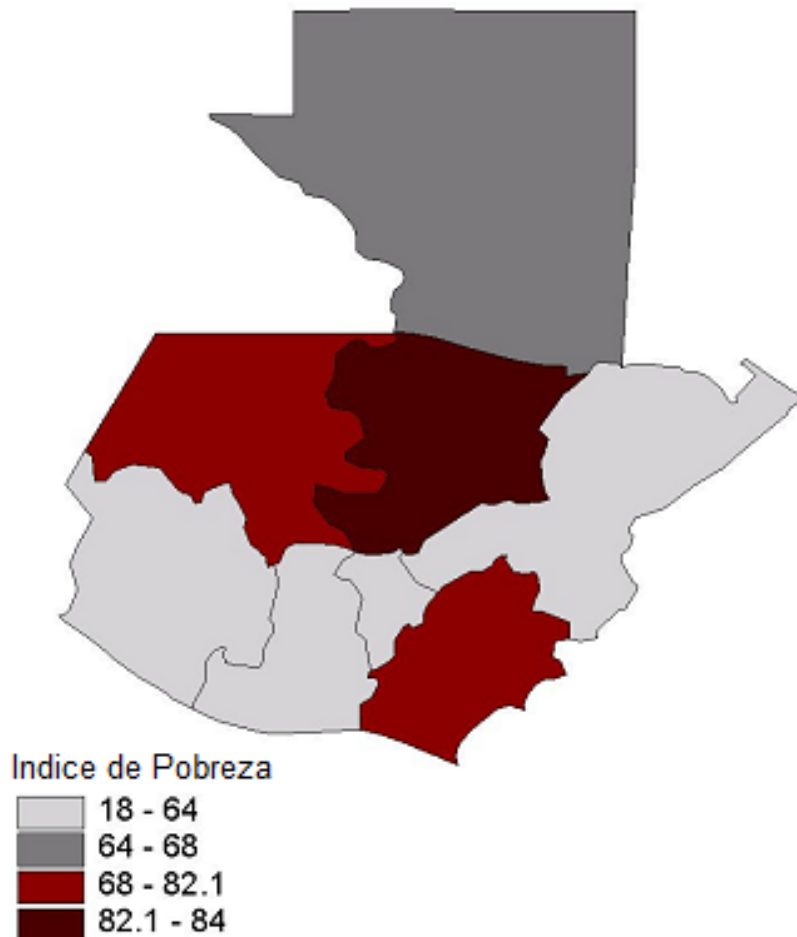
Lo ideal son las empresas mixtas, donde el gobierno local, generalmente la municipalidad, puede entrar como socio, suavizando posiciones extremas.

En cuanto a capacidades industriales, el uso productivo de la electricidad se debe de apoyar y establecer, para que exista una demanda que invite a la oferta energética. Al principio se puede iniciar la creación de la demanda, aumentando las cadenas productivas de los productos que se trabajen en las comunidades, y luego ampliar a múltiples usos adicionales, incluyendo no solo usos industriales, sino sociales como la salud y la educación.

Para definir las capacidades industriales, también se deberán trabajar mapas pobreza como el de la figura 21, de áreas a ser electrificadas en forma asilada, porque dependiendo de los recursos naturales existentes, se puedan promover proyectos de minería, de procesos semi industriales de materias primas para utilizar la electricidad que se puede generar haciendo económicamente factible el proyecto.

Las áreas rurales se caracterizan por, ser poblaciones dispersas con poca capacidad de pago, es difícil encontrar empresas y empresarios con intenciones de inversión, sin garantías, es estos lugares. El rol de liderazgo del Gobierno deberá de jugar un papel importante en la creación del marco normativo y los incentivos y apoyo a los emprendedores, ya sea solos, o en empresas mixtas. Se debe de subsidiar el acceso, no el consumo.

Figura 21. **Mapa de pobreza en Guatemala**



Fuente: Dirección General de Energía Cobertura Eléctrica
Ministerio de Energía y Minas, año 2010.

Las áreas rurales se caracterizan por, ser poblaciones dispersas con poca capacidad de pago, es difícil encontrar empresas y empresarios con intenciones de inversión, sin garantías, es estos lugares. El rol de liderazgo del Gobierno deberá de jugar un papel importante en la creación del marco normativo y los incentivos y apoyo a los emprendedores, ya sea solos, o en empresas mixtas. Se debe de subsidiar el acceso, no el consumo.

En cuanto a fabricantes e instaladores de sistemas de energía eléctrica, Guatemala cuenta con una base técnica importante en lo que es la instalación de líneas de transmisión y transporte de energía.

En sistemas aislados, la experiencia interesante fue la desarrollada por Fundación Solar en la mini central de Chel. El pequeño emprendedor fue una persona local, que contactó a la Fundación Solar. Actualmente, hay muchos alcaldes que desean generación propia, tanto los conectados a la red, como los que no cuentan con electrificación. Las comunidades conectadas a la red, están buscando generación propia para bajar los costos de la factura eléctrica.

3.2.1. Formas de generación de energía eléctrica típicas de Guatemala

La electricidad es un elemento vital en el desarrollo del país pues casi toda la tecnología depende de una fuente de suministro eléctrico. El problema para Guatemala comienza en la producción de energía eléctrica ya que no se dispone de suficientes plantas de generación.

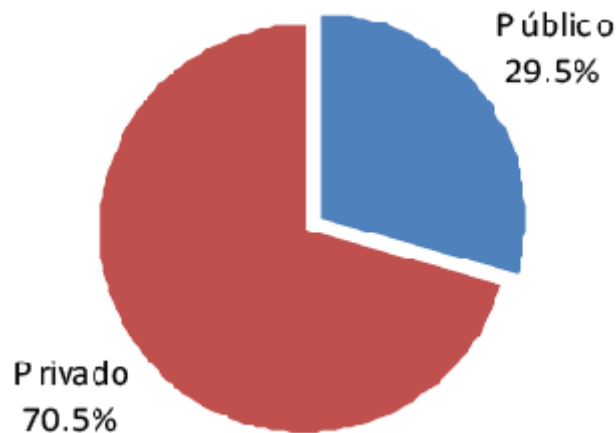
La empresa eléctrica satisface los requisitos de la mayor parte de la población urbana y aunque es considerada una electricidad cara, cumple su función, sobre todo si se toma en cuenta que sus precios son resultado de la poca competencia que tiene en el país. Sin embargo, las poblaciones rurales aisladas no cuentan con el servicio de electricidad ni con muchas posibilidades de pasar a formar parte del Sistema Nacional Interconectado (SNI).

Uno de los principales problemas es que estas regiones no representan un mercado prometedor para la mayoría de empresas privadas que generan

electricidad. Por esta razón, es tarea del Estado hacer llegar la energía eléctrica a las poblaciones rurales aisladas.

La figura 22, muestra la generación eléctrica por tipo de empresa (pública o privada). Se muestra que la mayor parte de la energía generada en el país corresponde a empresas privadas.

Figura 22. **Generación eléctrica por empresa**



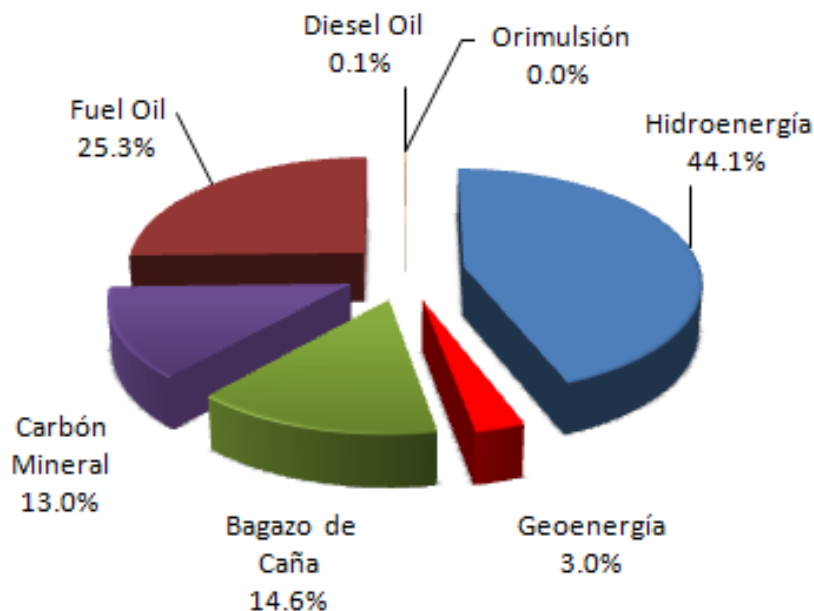
Fuente: Dirección General de Energía Cobertura Eléctrica
Ministerio de Energía y Minas, año 2010.

Con la participación de más empresas privadas se promovería una reducción en los costos para el consumidor final aunque no se verían afectados significativamente los sectores aislados pues no son un mercado importante para las empresas privadas. El aumento en la participación del Estado podría significar una posibilidad para las comunidades aisladas porque al Estado le interesa promover el desarrollo.

Según las estadísticas energéticas del subsector eléctrico solo el 0.87% de la generación total del 2010 estuvo dirigida a las regiones aisladas del país.

La última publicación del Ministerio de Energía y Minas indica una producción nacional de casi 8000 GW, cuya producción está distribuida de acuerdo a la siguiente gráfica.

Figura 23. **Generación eléctrica por tipo de combustible**



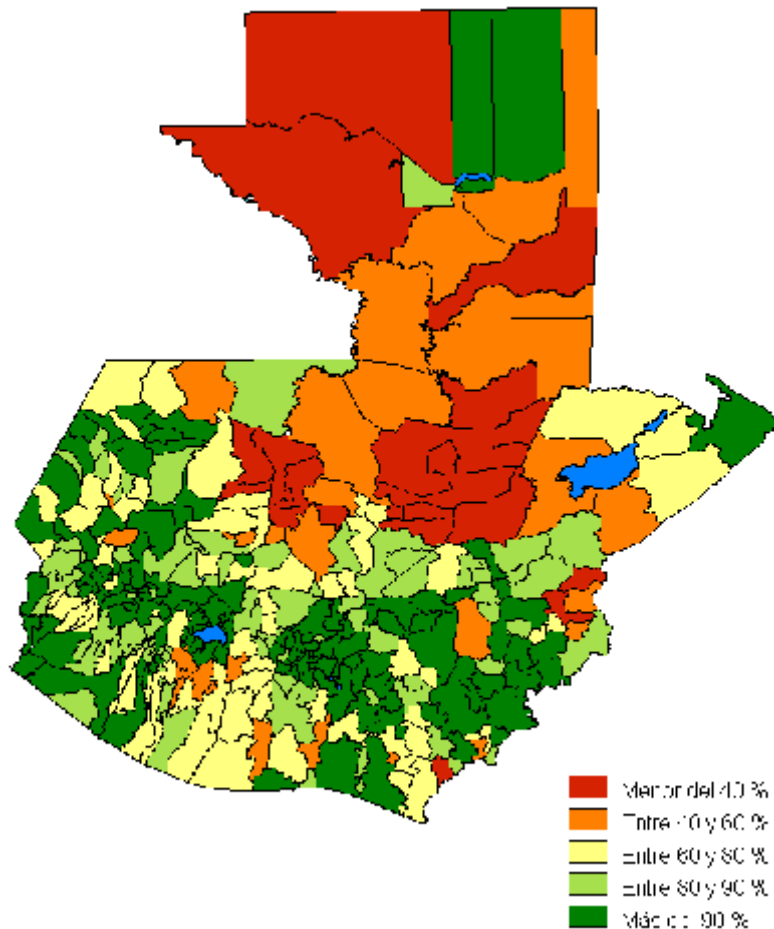
Fuente: Dirección General de Energía Cobertura Eléctrica
Ministerio de Energía y Minas, año 2010.

De la figura 23, 52.61% corresponde a fuentes de energía renovable y el resto fue generado a base de carbón mineral y derivados del petróleo. A pesar de que se ha tratado de disminuir la dependencia de los combustibles fósiles y en general de las fuentes no renovables a nivel internacional, en Guatemala el

comportamiento ha sido al revés, con un aumento de la contribución de los combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica.

A continuación se muestra la figura 24, con la cobertura eléctrica a nivel departamental. La cobertura eléctrica es un indicador de la proporción de personas que tienen acceso a la energía eléctrica.

Figura 24. **Cobertura eléctrica a nivel departamental**



Fuente: Dirección General de Energía Cobertura Eléctrica
Ministerio de Energía y Minas, año 2010.

De aquí se puede observar que las regiones candidatas para una generación de energía alternativa son Petén, Alta Verapaz, Izabal, Quiché, Baja Verapaz y Chiquimula.

Existen diferentes tipos de energía que, con ayuda de la tecnología y el desarrollo de la ciencia, pueden convertirse en electricidad. Las energías renovables tienen una gran ventaja sobre las no renovables y deberían ser consideradas como primera opción para una solución a largo plazo. El potencial eléctrico de algunas fuentes renovables en Guatemala se muestra en la siguiente tabla:

Tabla IX. **Potencial de recursos renovables en Guatemala**

Tipo	Propiedad Estatal		Propiedad Privada	
	Potencia en MW	%	Potencia en MW	%
Hidroeléctricas	481.7	86.2	371.4	19.6
Termoeléctricas	76.9	13.8	1093.7	57.7
Ingenios Azucareros	0	0	381.5	20.1
Geotérmicas	0	0	49.2	2.6
SUBTOTAL	558.5 MW		1,895.8 MW	
Participación %	22.8		77.2	

Fuente: Dirección General de Energía Cobertura Eléctrica
Ministerio de Energía y Minas, año 2010.

Entre los problemas que enfrentan las plantas de energía alternativas es que casi todas estas tecnologías son de desarrollo reciente por lo que aún son muy caras y son poco populares lo que reduce su aceptación en un país que no desea la implementación de un sistema de prueba sino un sistema que garantice la producción con poco mantenimiento y bajo costo.

Guatemala, por ser un país tropical y volcánico cuenta con una gran cantidad de energía geotérmica y solar. A esto se suman las energías suministradas por el aire, las corrientes de agua y la materia orgánica, todas ellas con posibilidades de aprovechamiento en el país. Además posee costas en el océano pacífico y atlántico que hacen posible transformar una forma de energía que ha sido poco considerada: la mareomotriz.

A continuación se describen todas estas soluciones que son factibles para la generación de energía eléctrica en las comunidades aisladas. Los resultados también son aplicables a cualquier zona en la que se cumplan las condiciones para su generación y pueden constituir un aporte al Sistema Nacional Interconectado.

- Energía hidráulica: una micro hidroeléctrica, se define como una planta de generación que otorga entre 1 kW y 1000 kW, es quizás la tecnología más avanzada en la producción de energía usada a pequeña escala en países en vías de desarrollo. La región cuenta con suficientes recursos para desarrollar sistemas hidráulicos, solares, eólicos y de biomasa, principalmente.

Los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos no necesitan utilizar grandes presas ni disponer de embalses. La mayoría de los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos son del tipo de agua fluyente, lo que quiere

decir que las turbinas generan electricidad mientras pase por ellas un caudal igual o superior a su mínimo técnico y se paran cuando el caudal desciende por debajo de ese nivel.

Este tipo de aprovechamientos plantea problemas cuando tiene que abastecer una zona eléctricamente aislada, en cuyo caso habrá que diseñar el sistema para que pueda trabajar el mayor tiempo posible a lo largo del año, lo que conllevará una reducción en la potencia instalada, que será muy inferior a la económicamente óptima, y aún así no podrá cumplir sus fines si el río llegase a secarse.

El objetivo de un aprovechamiento hidroeléctrico es convertir la energía potencial de una masa de agua situada en un punto, el más alto del aprovechamiento, en energía eléctrica, disponible en el punto más bajo, donde está ubicada la casa de máquinas. La potencia eléctrica que se obtiene en un aprovechamiento es proporcional al caudal utilizado y a la altura del salto.

De acuerdo con la altura del salto los aprovechamientos pueden clasificarse en:

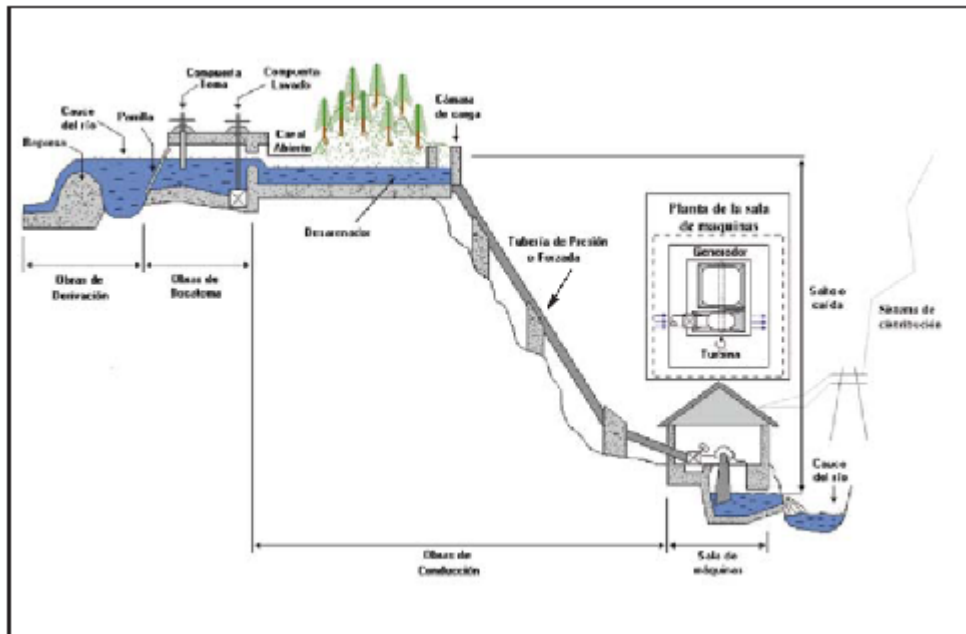
- De alta caída: salto de más de 150 m
- De media caída: salto entre 50 y 150 m
- De baja caída: salto entre 2 y 20 m

Estos límites son arbitrarios y solo constituyen un criterio de clasificación. Otra clasificación en función del tipo de central sería la de:

- Aprovechamientos de agua fluyente
- Centrales a pie de presa con regulación propia

- Centrales en canal de riego o tubería de abastecimiento de agua

Figura 25. **Esquema transversal de un sistema hidroeléctrico a filo de agua**



Fuente: Estudio del Plan Maestro de Electrificación Rural con Energía Renovable en la República del Perú, Informe Final, agosto 2010.

A la hora de realizar un proyecto de una mini central hidroeléctrica se determinará la potencia por instalar, así como, el tipo de la turbina dependiendo del tipo de emplazamiento, la determinación del caudal y la altura del salto.

Varios factores contribuyen a la potencia total disponible de un sistema hidroeléctrico:

- El caudal: la cantidad de agua que pasa en un tiempo dado
- La caída: la distancia vertical entre el punto de toma de agua y la turbina

- Las eficiencias de la turbina y el generador
- Energía eólica: una de las fuentes de energía más limpias y renovables es el viento. Desde tiempos remotos, la energía del viento ha sido aprovechada de diferentes maneras. En la antigüedad, el viento era utilizado para la navegación, la molienda o en el bombeo de agua. Uno de los usos más recientes de esta forma de energía es el de la producción de electricidad. Desde hace poco más de un siglo, el hombre descubrió el potencial que tenía este recurso para este uso, no sólo porque es totalmente renovable y amigable con el ambiente, sino también por la tremenda facilidad de obtenerlo.

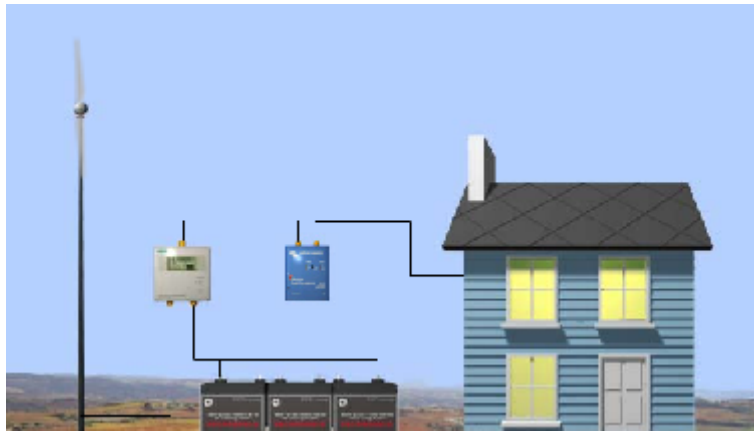
El diseño de este tipo de generadores de energía ha recorrido mucho camino, aunque el desarrollo tecnológico más importante de estas máquinas se ha dado en los últimos treinta años, y han llegado a ser los aerogeneradores que hoy se conocen.

El funcionamiento de los aerogeneradores se basa en la transformación de la energía cinética del viento a energía rotacional, y ésta en energía eléctrica. Esto se logra por los elaborados diseños de los componentes del aerogenerador.

La energía eléctrica producida puede tomar varios caminos. Cuando su propósito es alimentar un pueblo o una ciudad, la energía se conduce a un punto de recolección, en donde se une con la energía de otros aerogeneradores y de ahí se dirige a su destino final. En el caso de usos más pequeños, como en viviendas o en granjas, la electricidad se lleva hacia un regulador que controla la generación de corriente eléctrica. Previene la sobrecarga y la descarga de baterías, que se utilizan para almacenar la energía para su posterior uso.

Después pasa a un inversor, que transforma la electricidad almacenada como corriente continua a corriente alterna de 220 voltios, apta para su uso doméstico.

Figura 26. **Diagrama del manejo de la energía en uso casero**



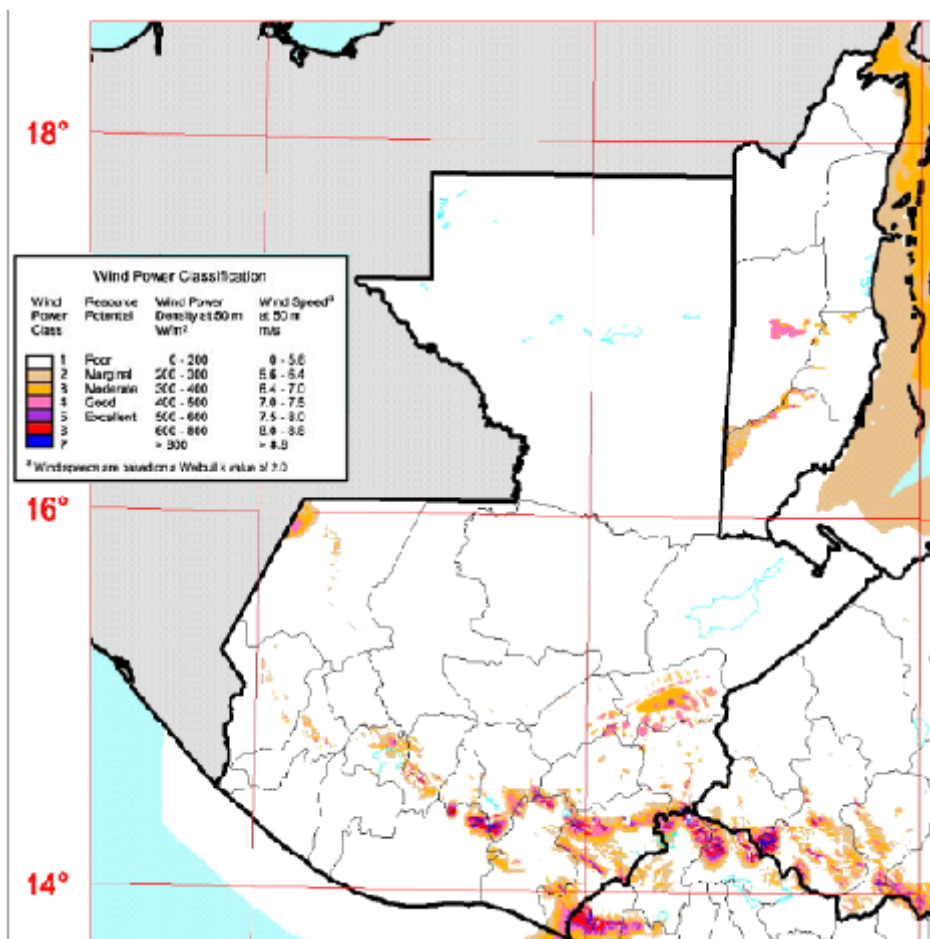
Fuente: Estudio del Plan Maestro de Electrificación Rural con Energía Renovable en la República del Perú, Informe Final, agosto 2010.

Es importante pues analizar el potencial del país para producir energía a partir de recursos renovables, o formas alternas que por alguna razón no se ha hecho. Uno de los datos importantes a destacar y que es uno de los intereses principales de esta investigación es que el potencial de energía eólica que el país pudiera producir está siendo desaprovechado. El potencial en MW de la energía eólica en el país es de 1000, aunque el porcentaje aprovechado es de cero.

En Guatemala se encuentran varios puntos con potencial para dar lugar a una planta de producción eólica, que dependiendo de la velocidad del viento en ese punto y dependiendo también de cuantos meses al año se mantiene esta velocidad, así es la cantidad de energía que se puede producir, para ilustrar

esta información se presenta la siguiente imagen que muestra los puntos precisos donde se localizan estos puntos donde la energía del viento puede ser aprovechada con sus respectivos potenciales y velocidades.

Figura 27. **Ampliación de datos para leer el Mapa de puntos con potencial para la producción de energía**



Fuente: Mapa de Guatemala mostrando los puntos con potencial para la producción de energía. Ministerio de Energía y Minas, año 2010.

De este mapa se puede apreciar que los lugares donde se puede aprovechar la energía del viento y aparentemente sería factible dadas las condiciones del lugar, se encuentran al sur del departamento de Guatemala, en la parte sur del departamento de Sacatepéquez, en la parte norte del departamento de Escuintla, así como la parte norte del departamento de Santa Rosa y en varias partes del departamento de Jutiapa.

Para medir el potencial en distintas partes del país, se han instalado varias torres de medición de viento, esto con el propósito de obtener datos en cuanto a las condiciones de viento y así poderlos utilizar para calcular la prefactibilidad de los distintos puntos para la construcción de un parque eólico. Algo importante que se debe destacar es que para la medir la factibilidad de la construcción de un parque eólico se debe contar también con un historial del comportamiento del viento en ese lugar en varios años para así poder un estudio más completo y poder predecir las condiciones de viento a futuro.

- Energía solar: la energía solar es la energía radiante producida en el Sol como resultado de reacciones nucleares de fusión. Llega a la Tierra a través del espacio en cuantos de energía llamados fotones, que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestres.

La intensidad de la radiación solar en el borde exterior de la atmósfera, si se considera que la Tierra está a su distancia promedio del Sol, se llama constante solar, y su valor medio es $1,37 \times 10^6 \text{ erg/s/cm}^2$, o unas 2 cal/min/cm^2 . Sin embargo, esta cantidad no es constante, ya que parece ser que varía un 0,2% en un periodo de treinta años. La intensidad de energía real disponible en la superficie terrestre es menor que la constante solar debido a la absorción y a la dispersión de la radiación que origina la interacción de los fotones con la atmósfera.

La intensidad de energía solar disponible en un punto determinado de la Tierra depende, de forma complicada pero predecible, del día del año, de la hora y de la latitud. Además, la cantidad de energía solar que puede recogerse depende de la orientación del dispositivo receptor.

Las células solares hechas con obleas finas de silicio, arseniuro de galio u otro material semiconductor en estado cristalino, convierten la radiación en electricidad de forma directa. Ahora se dispone de células con eficiencias de conversión superiores al 30%. Por medio de la conexión de muchas de estas células en módulos, el coste de la electricidad fotovoltaica se ha reducido mucho.

La energía solar fotovoltaica se utiliza, generalmente, en lugares donde no existe un abastecimiento de electricidad por alguna red eléctrica convencional y posibilita el funcionamiento de los electrodomésticos de bajo consumo. Para aprovechar ésta energía es necesario un sistema fotovoltaico que realiza la conversión por medio de equipos especializados que se conoce como componentes fotovoltaicos.

La energía solar está presente en todo el mundo y aunque su distribución no es regular, Centroamérica es una de las regiones con más incidencia solar. La energía solares un recurso prácticamente inagotable, y el costo de su utilización no es más que el costo del sistema fotovoltaico, la instalación y el mantenimiento de éste.

Adicionalmente, el precio de estos equipos ha decaído considerablemente en los últimos años y existe disposición de ellos en toda el área de América Central.

En Centroamérica la tecnología basada en energías renovables tiene un gran potencial como posibilidad de abastecimiento de energía eléctrica a comunidades rurales retiradas y como una ampliación de la red eléctrica existente, beneficiando tanto el aspecto económico como ambientalmente, ya que el uso de esta tecnología no es contraproducente para el medio ambiente y disminuye la contaminación de éste, causada por los sistemas convencionales que funcionan con combustibles fósiles, los cuales contribuyen al efecto invernadero y al calentamiento global.

Una de las formas de aprovechar la energía solar como recurso son los paneles solares, que son dispositivos que aprovechan la energía que nos llega a la tierra en forma de radiación solar y la transforma en energía aprovechable para las personas.

Un sistema fotovoltaico convierte directamente la radiación del sol en electricidad, es una energía limpia, renovable y de un poder incalculable, se estima que con la cantidad de radiación solar que nos llega en media hora la humanidad tendría suficiente energía para todo un año. Las instalaciones solares fotovoltaicas son simples, silenciosas, tienen una duración de muchos años y son altamente fiables. El consumo energético utilizado para la elaboración de los paneles solares esta rentabilizado en un periodo de dos a tres años.

Por ejemplo, en la comunidad de Agua Caliente, Guatemala se están llevando a cabo ciertos proyectos para aprovechar la energía solar a través de paneles solares. A través de la provisión de iluminación solar para veinticinco hogares rurales y tres edificios públicos (escuela primaria, juzgado, salón de usos múltiples), esta comunidad ahorrará el equivalente a US\$ 600.00 anuales en aparatos y/o recursos para iluminación derivados del petróleo (lámparas de

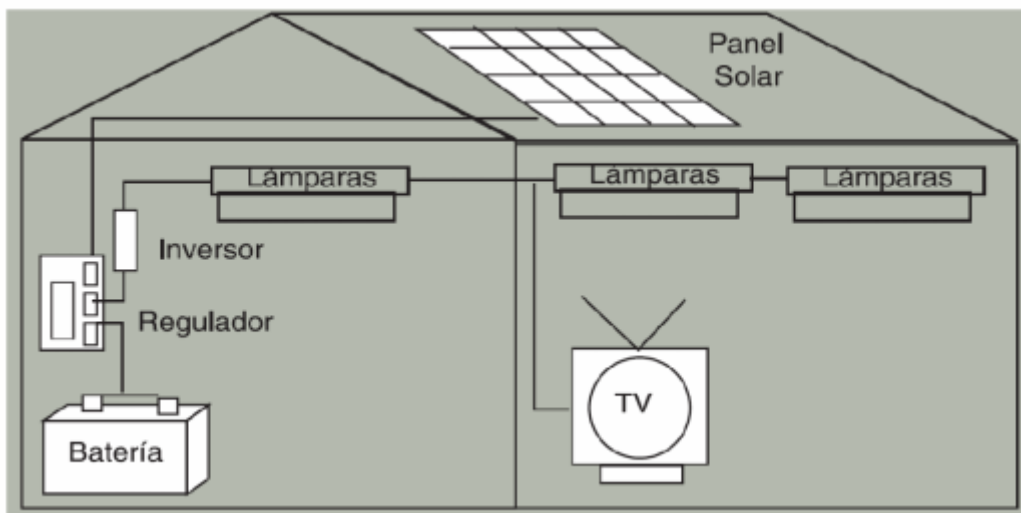
kerosén, velas de cera de petróleo, etc.), equivalentes a un ahorro de 1666.24 kilogramos de kerosén al año.

Los sistemas foto voltaicos usados en este caso producirán un total de 8.54 kW. al día, beneficiando a un total de ciento cincuenta y seis personas en esta comunidad, usando los treinta sistemas que serán instalados.

El proyecto incluye la participación de veinticinco mujeres y hombres de la comunidad. Veinte de ellos, están siendo capacitados en la instalación y mantenimiento de los sistemas foto voltaicos instalados, mientras las veinticinco mujeres, conformadas en un comité específico ha iniciado la formación de un fondo de mantenimiento y reparación de los sistemas, para contar con los recursos necesarios para sustituir aquellos componentes de los sistemas que deben cambiarse regularmente (baterías de almacenamiento de energía, alambrado, por ejemplo), estos fondos provienen de los ahorros que las familias copartícipes hacen por no tener que comprar velas y kerosén. Los paneles foto voltaicos tienen una vida útil garantizada de veinticinco años y el fondo generado para ese momento permitirá su sustitución.

Un sistema fotovoltaico está constituido por módulos o paneles fotovoltaicos encargados de transformar directa y eficientemente la energía solar en energía eléctrica, la batería donde es almacenada adecuadamente la energía eléctrica generada, el regulador de carga y el inversor, los cuales administran la provisión de la energía producida y almacenada a las cargas de aplicación donde es consumida la energía.

Figura 28. **Esquema simple de un sistema fotovoltaico**

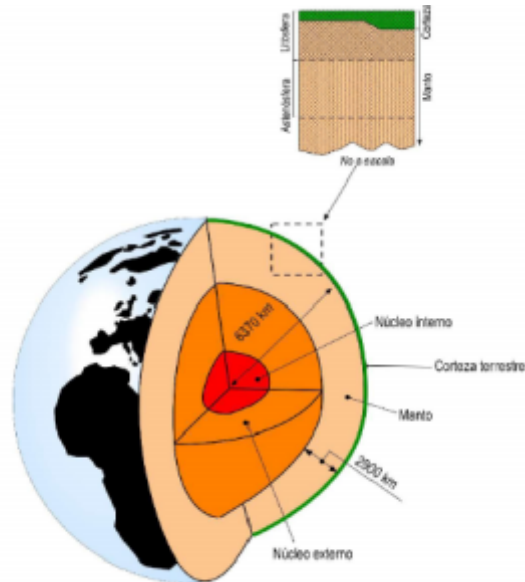


Fuente: Estudio del Plan Maestro de Electrificación Rural con Energía Renovable en la República del Perú, Informe Final, agosto 2010.

- **Energía geotérmica:** el calor es considerado como un transmisor de energía, la energía geotérmica es el calor que se encuentra en el interior de la tierra lo cual genera fenómenos geológicos a escala planetaria. Esta energía es utilizada con frecuencia para indicar aquella porción de calor de la Tierra la cual puede ser utilizada y explotada en varios lugares, esta es utilizada para generar energía eléctrica.

Se obtiene energía geotérmica por extracción del calor interno de la Tierra. En áreas de aguas termales muy calientes a poca profundidad, se perfora por fracturas naturales de las rocas basales o dentro de rocas sedimentarias. El agua caliente o el vapor pueden fluir naturalmente, por bombeo o por impulsos de flujos de agua y de vapor. El método a elegir depende del que en cada caso sea económicamente rentable.

Figura 29. **Corteza, manto y núcleo de la tierra**



Fuente: Mary H. Dickson y Mario Fanelli Instituto de Geociencia y Geografía, Pisa, Italia

En la mayoría de los casos, se usa los recursos hidrotérmicos, que son reservorios de vapor o agua caliente, formados por el agua que atraviesa las grietas de las rocas porosas que se encuentran a altas temperaturas y queda atrapada entre ellas.

Estos reservorios se explotan a través de pozos y la explotación debe hacerse con dos pozos (o un número par de pozos), de modo que por uno se obtiene el agua caliente y por otro se vuelve a re inyectar en el acuífero, tras haber enfriado el caudal obtenido.

- Energía biomásica: biomasa es la abreviatura de masa biológica de la cantidad de materia viva producida en un área determinada de la superficie terrestre, o por organismos de un tipo específico. Este término

es también muy utilizado en cuanto a la producción de energía, relacionado con éste tema, biomasa se refiere a la energía que es capaz de producir la materia orgánica mediante diferentes procesos de descomposición, entre los cuales podemos encontrar al biodiesel, bio-etanol, biogás y otros productos tradicionalmente conocidos como es el caso de la madera (leña).

El desarrollo a partir de la tecnología de biogás se realiza a partir de un biodigestor, el cual es un sistema sencillo de conseguir y solventar la problemática energética ambiental que se vive principalmente en áreas rurales, así como realizar un adecuado manejo de los residuos orgánicos tanto de animales como de las mismas personas que forman parte de las comunidades.

En términos generales y simples un biodigestor es un contenedor (llamado reactor) el cual está herméticamente cerrado y dentro del cual se deposita material orgánico como excremento y desechos vegetales (exceptuando materia cítricos ya que éstos acidifica, y es necesario mantener control sobre el pH dentro del proceso).

Los materiales orgánicos se ponen a fermentar con cierta cantidad de agua, produciendo gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en fósforo, potasio y nitrógeno. Este sistema también puede incluir una cámara de carga y nivelación del agua residual antes del reactor, un dispositivo para captar y almacenar el biogás y cámaras de hidro presión y postratamiento (filtro y piedras, de algas, secado, entre otros) a la salida del reactor.

La producción de biogás se da gracias a un proceso anaeróbico (ausencia de oxígeno) que realiza un grupo de organismos bacterianos en los excrementos que al actuar en el material orgánico produce una mezcla de

gases (con alto contenido de metano) al cual es conocido como biogás, también llamado gas de los pantanos.

El biogás es un excelente combustible y el resultado de este proceso genera ciertos residuos con un alto grado de concentración de nutrientes los cuales pueden ser utilizados como fertilizantes, en este proceso de formación del biogás, también son eliminados los malos olores producto del material orgánico depositado dentro del reactor (contenedor).

El proceso de generación de energía eléctrica a partir de biogás, consiste principalmente en la alimentación con materia orgánica del reactor, por medio del conducto de entrada, ya que dependiendo de la cantidad que se encuentre dentro del mismo será la proporción de biogás producible.

Por medio de gravedad la materia orgánica pasará hacia el biodigestor. Allí se fermenta durante cincuenta días, hasta que una bolsa se infla permanentemente, con el biogás producido continuamente por la fermentación de los excrementos disueltos en agua. Posteriormente este biogás es transportado mediante tubería para su combustión en un motor generador de electricidad. El excremento posteriormente al proceso se deposita en un estanque (puede ser el propio reactor) para evaporación y subsiguiente utilización en suelos agrícolas.

El implementar este tipo de tecnología de biogás está dirigido a suplir las necesidades de energía eléctrica en regiones rurales principalmente, donde los recursos no son lo suficientes como para suplir sus necesidades básicas de vida y de trabajo. Si lo vemos en forma lógica, en Guatemala hay comunidades aisladas en donde tienen ambos problemas, tanto sanitario pues las comunidades crecen y al estar alejadas de las urbes no tienen los servicios

básicos, por lo que se conforman en enterrar los excrementos humanos y animales, y muchas veces estos pueden llegar a contaminar el agua que usan para tomar y cocinar.

Hoy en día en materia de biodigestión anaeróbica, en el área rural se han construido alrededor de ocho ciento biodigestores tipo familiar, pero éstos no han sido operados correctamente, y se ha aprovechado los beneficios del bioabono más que los propiamente energéticos. La mayoría de estos biodigestores son de tipo chino.

La única fuente biomásica que se ha utilizado para la producción de energía eléctrica en Guatemala, ha sido el bagazo de caña de azúcar y en algunos casos cascabillos de café.

- Energía fósil (diesel): los generadores eléctricos a diesel son máquinas muy versátiles, ya que por sus características, pueden ser utilizados en una gran variedad de situaciones, bajo condiciones adversas y siguen siendo confiables.

A pesar de que los componentes de un motor de combustión interna son complejos (tiene muchísimas partes que pueden fallar), éstos motores se han utilizado por muchos tiempo, lo cual ha hecho que se perfeccione su funcionamiento hasta el punto de que dependemos de ellos todos los días. Esto le permite trabajar al generador eléctrico en cualquier lugar donde puede funcionar uno de éstos motores. Temperaturas desde 60 °C hasta 50 °C (Aunque su funcionamiento óptimo se da a aproximadamente 29 °C) y condiciones de humedad desde 0% hasta 100%.

Quizá el único factor que restringe la instalación de un generador eléctrico de diesel es la altura sobre el nivel del mar. Esto se debe a que a mayor altura, menor la cantidad de oxígeno, por lo que el motor de combustión interna pierde potencia a mayor altura (algunos generadores cuentan con turbo cargadores, lo cual reduce un poco el efecto de la altura sobre la eficiencia). No se necesita básicamente nada más que el combustible, el aceite para la lubricación de la maquinaria, y los servicios.

Por el tipo de sistema que se propone, existen muy pocos requisitos geográficos para su funcionamiento. Idealmente se debe de buscar un terreno que este a la altura del nivel del mar o cercano a este. Ya que estos sistemas funcionan mejor al nivel del mar, como se da en el caso de todos los motores de combustión interna; esto sucede porque existe mayor oxígeno lo cual produce una mejor combustión ya que existe una mezcla rica en oxígeno.

3.3. Caracterización de la demanda de zonas rurales aisladas

La caracterización consiste en una descripción de las microrregiones en los aspectos de: localización, situación socioeconómica, infraestructura, información sobre el uso actual de la energía, evaluación de los recursos energéticos renovables locales y análisis de otros faltantes.

En Guatemala, Fundación Solar realizó una caracterización de la demanda en los departamentos que presentan la mayor cantidad de ZRA (Franja Transversal del Norte; Huehuetenango, el Quiché y Alta Verapaz).

Tomando en cuenta que obtener datos para cada zona rural aislada específica requiere de investigación de campo, se toma a continuación el proyecto provisión de servicios energéticos para la reducción de la pobreza en

la Franja Transversal del Norte, implementado por Fundación Solar, como el proyecto que arroja datos confiables a nivel nacional sobre la demanda de energía en zonas rurales aisladas del país, extrapolando esta información para todas las regiones de Guatemala.

Además haciendo una acotación muy importante que la Franja Transversal del Norte (FTN), es la que mayor cantidad de ZRA presenta y representa los departamentos con menores índices de electrificación a nivel nacional, en promedio los datos de gasto en sustitutos inferiores a la electricidad en las comunidades de dicha región es de Q.70.00/mes/familia.

El proyecto en la FTN identificó:

- La demanda en productos sustitutos e inferiores a la energía eléctrica
- Las opciones tecnológicas para la provisión de energía (solar fotovoltaica, hidráulica, eólica, biomasa y de derivados del petróleo).
- Los recursos naturales aprovechables para la generación de energía
- Los usos productivos de la energía para la reducción de la pobreza

Las comunidades se seleccionaron realizando una calificación cualitativa, y con el enfoque de un análisis de faltantes, identificando los recursos naturales disponibles y colocando en un lugar preferencial la organización comunitaria.

Tabla X. **Zonas rurales aisladas**

Municipio	Población		Viviendas
	Total De familias	Total De habitantes	Total De viviendas
Municipio de Barillas, Micro región 11	950	5749	955
Municipio de Chahal, Micro regiones IV y V y comunidad Setzol	309	1698	331
Municipio de Cahabón, Micro región Chiis	395	2000	398
Municipio de Fray Bartolome de las Casa, Micro regiones V y VI	575	3225	565
Municipio de Cahabón, Micro región Chiis	614	2962	589
San Luis, Micro región III	614	2962	589
Municipio de Ixcán, 4 comunidades dispersas y 3 unificadas de la micro-región	1087	5411	1013
I			
TOTAL 50 comunidades	4544	24007	4440

Fuente: Fundación Solar. Estudio de la Caracterización de la Demanda en las Zonas Rurales Aisladas, año 2010.

De acuerdo al proyecto se proponen tecnologías para responder a las demandas comunitarias energéticas, a saber: i) estufas mejoradas y bosques energéticos; ii) turismo sostenible; iii) bombeo solar y tratamiento de agua para consumo humano y riego por goteo; iv) empresas de servicio de energía a través de una estación de carga solar de baterías; v) reconversión de puestos de salud en centros de salud en los centros de convergencia; vi) empresas rurales de telefonía; vii) micro centrales hidroeléctricas a filo de agua; viii) telesecundaria y centro de computación y ix) cadenas productivas.

Tabla XI. **Demanda de energía para estación de carga de baterías**

Estación de carga para: 40 Usuarios

Cálculo de la demanda				
Aparato	Número	Potencia Unitaria	Uso Diario	Demanda
Lámpara	120	7 W	3.5 h	2940 Wh.
Radio	40	3 W	3.5 h	420 Wh.
Total				3360 Wh.
Diseño del arreglo fotovoltaico				
Demanda neta			3,360 Wh/día	
Eficiencia del sistema			70%	
Reserva			25%	
Demanda bruta			6,000 Wh/día	
Irradiación			5.0 horas sol eq.	
Potencia unitaria del panel			100 W	
Número de paneles			12	
Potencia fotovoltaica a instalar			1,200 W	
Energía disponible			6,000 Wh por día	
Diseño del banco de baterías				
Carga total diaria			6,000 Wh	
Voltaje del sistema			48 V	
Corriente máxima			38 A	
Días de autonomía			5 días	
Profundidad de descarga			0.5	
Capacidad del banco de baterías			1,250 Ah	
Capacidad unitaria de la batería			100 Ah	
Voltaje batería			12 V	
Número de baterías			50 máximo que se puede usar	

Fuente: Fundación Solar Estudio de la Caracterización de la Oferta en las zonas Rurales Aisladas, año 2010.

El análisis de faltantes realizado en las comunidades de los municipios seleccionados, se basó en la información recopilada alrededor de los sectores considerados como prioritarios por la Estrategia para la Reducción de la Pobreza (ERP), es decir educación, salud, seguridad alimentaria, agua potable y saneamiento básico, red vial, electrificación, actividades productivas, medio ambiente y género.

3.3.1. Gasto familiar en fuentes tradicionales de energía para iluminación

En todas las comunidades donde no existe energía eléctrica, ni plantas eléctricas, lo usado tradicionalmente para la iluminación son velas, baterías ácidas y el gas kerosene que en términos económicos les representa un gasto mayor que el pago mensual de la energía eléctrica o una planta. En un consumo promedio mínimo, el valor mensual de consumo de velas es de Q.15.00 y de gas kerosene Q.25.00 y por baterías Q 20.00. Por lo tanto, la demanda potencial de energía tradicional o alternativa es imperante en todas las comunidades.

3.3.2. Demanda proyectada de energía

La proyección de una demanda global en ZRA que posteriormente se interconectarían al sistema se puede obtener mediante la estimación de los consumos de energía que arrojan las experiencias de interconexión de los planes de electrificación rural implementados en Guatemala, agregando una pequeña desviación por las características de las diferentes regiones del país.

Una consideración muy importante para este caso es que las ZRA se mantendrán así hasta que se implemente un programa nacional que subsidie el

acceso a la energía a estos centros poblados, de lo contrario nunca serán atractivos para los prestadores.

Conforme las experiencias de trabajo de Fundación Solar, NRECA y otras organizaciones especializadas en provisión de energía a zonas rurales; se ha estimado que la demanda de energía en ZRA, que posteriormente tienen acceso al SNI en los primeros dos años, la demanda máxima es de 20 kWh mes por usuario, pudiendo alcanzar hasta 27 kWh mes luego de transcurrido ese periodo.

Cuando se ha acompañado la interconexión de la comunidad al SNI se implementa un programa de usos productivos de la energía, el cual influye en la demanda. En un lapso de dos años, tal demanda podría llegar a ser de 48 kWh al mes.

Tomando como referencia el número de comunidades que se encuentran en ZRA y el número de usuarios respectivos, dadas las características de las ZRA en Guatemala se proyecta como máximo que un 60% de estas se conectarían al SNI, obteniéndose la siguiente demanda proyectada global:

Cumpléndose las condiciones anteriores el 40% de las ZRA que representan un aproximado de 54988 usuarios tendrían como única posibilidad de acceso al servicio de energía las opciones de generación asilada mediante energía solar fotovoltaica, energía hidroeléctrica a través de micro y pequeñas centrales, energía eólica y sistemas independientes de generación a través de combustibles fósiles.

Tabla XII. **Estudio de la demanda proyectada**

DEMANDA PROYECTADA,	
Total ZRA	3,422
	137,470 Usuarios
Supuesto: el 60% de las ZRA tienen la posibilidad de acceder al SIN	
82,482 Usuarios interconectados	
<i>Escenario Uno</i>	
Consumo promedio luego de 2 años	
Sin programa de usos productivos	
	27 kWh
Total demanda mensual estimada	2,227,014 kWh
<i>Escenario Dos</i>	
Consumo promedio luego de 2 años	
con programa de usos productivos	
	48 kWh
Total demanda mensual estimada	3,959,136 kWh

Fuente: Fundación Solar Estudio de la Caracterización de la Oferta en las zonas Rurales Aisladas, año 2010.

3.3.3. Usuarios no incluidos en los planes de electrificación rural que forman parte de la base de datos del INDE a la fecha

Según estimaciones, el 17 % de familias del área rural no cuenta con el servicio. Es por ello, que el INDE presentó el plan de electrificación rural. Se espera que con este plan, se conecte a más de treinta mil nuevos usuarios, equivalentes a ciento sesenta y ocho mil habitantes, especialmente en Alta y Baja Verapaz, Quiché, Petén y Huehuetenango.

Tabla XIII. Usuarios no incluidos en los planes de electrificación rural

NO.	Departamento	Usuarios
1	Alta Verapaz	35,868
2	Baja Verapaz	5,909
3	Chimaltenango	1,962
4	Chiquimula	3,836
5	El Progreso	1,439
6	Escuintla	1,464
7	Izabal	10,301
8	Huehuetenango	9,569
9	Jalapa	2,226
10	Jutiapa	1,313
11	Peten	16,210
12	Quetzaltenango	2,119
13	Retalhuleu	586
14	Quiche	30,610
15	Totonicapán	1,176
16	San Marcos	4,385
17	Santa Rosa	2,317
18	Suchitepéquez	3,258
19	Zacapa	1,791
Total de usuarios		136,339

Fuente: Fundación Solar Estudio de la Caracterización de la Oferta en las zonas Rurales Aisladas, año 2010.

3.4. Plan de Expansión del Sistema de Transporte del Sistema Nacional Interconectado Guatemalteco 2008-2018

En el Plan de Expansión del Sistema de Transporte se han identificado los problemas en la red de transporte, debidos al crecimiento de la demanda y la falta de inversiones en años anteriores, los cambios recientes en el Reglamento de la Ley General de Electricidad han facultado a la Comisión Nacional de Energía Eléctrica para realizar el Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008–2018.

Para la realización del Plan de Expansión del Sistema de Transporte se llevaron a cabo las siguientes tareas: revisión de la base de datos que se utiliza en planificación eléctrica, estudios de demanda que permiten hacer proyecciones de corto, mediano y largo plazo, el Plan Indicativo de Expansión del Sistema de Generación y la elaboración de un esquema básico de transmisión, construido a partir de la identificación de los problemas actuales de la red eléctrica y las expectativas del futuro inmediato.

Además se complementó con los estudios eléctricos que han permitido identificar los puntos críticos en el sistema de transmisión de Guatemala en los años 2008, 2012 y 2015, así como recomendar los refuerzos de líneas de transmisión y equipos de subestaciones necesarios para cumplir con los criterios de calidad, seguridad y desempeño del RMER y los propuestos por la CNEE; Normas Técnicas de Acceso y Uso de la Capacidad de Transporte (NTAUCT) y Normas de Estudios de Acceso al Sistema de Transporte (NEAST).

El sistema de transmisión de Guatemala actualmente no cumple con los criterios de seguridad, calidad y desempeño, debido a que no se han construido

nuevas líneas y subestaciones. Para atenuar los efectos de fallas severas, se proponen refuerzos de baja inversión que se pueden poner en práctica rápidamente y que tienen un corto tiempo de ejecución.

Se propone como refuerzo un esquema de doble barra con interruptor de enlace entre barras y protección contra falla de interruptor, en las subestaciones Escuintla 2, Escuintla 1, Guate Sur y Guate Norte que actualmente operan bajo un esquema de barra simple. Con las mejoras propuestas se pretende reducir la posibilidad de la salida de las dos barras que pueden ocasionar riesgo de colapso del Sistema Nacional Interconectado. Estas mejoras no requieren la sustitución o adición de equipo de alta tensión, solo la adición de protecciones y modificación de los sistemas de control.

En general, en las subestaciones de 230 kV, la implementación de la filosofía de operación del esquema de doble barra requiere de mayor análisis e información del estado actual de las protecciones y equipos.

El Plan de Expansión del Sistema de Transporte se enfoca en la constitución de redes anilladas o malladas con la finalidad que el mismo cumpla con el criterio de seguridad operativa (N-1), lo que significa que al perder un elemento de la red, ésta puede continuar con su desempeño normal. En la actualidad el SNI está constituido por redes radiales que, como se ha observado, es bastante vulnerable ante la pérdida de uno de sus elementos.

Para evaluar el costo beneficio de la implementación de un sistema mallado, la metodología consistió en determinar las ventajas de integrar el sistema de transporte en anillos comparándolo contra un caso de referencia, en el cual se considera que el sistema crece de una forma radial solamente para

conectar los proyectos nuevos de generación nombrándose como Caso Base, para establecer los siguientes parámetros:

- Reducción del costo operativo del sistema, el cual toma en cuenta la composición de la generación para cada uno de los casos.
- Reducción de las pérdidas de transmisión
- Reducción del costo de la operación térmica con derivados del petróleo
- Máxima capacidad de transmisión de potencia desde cada sección mallada o anillada hacia el resto del SNI.

Además de las obras planteadas en cada uno de los anillos se evidenció la necesidad de refuerzos en las redes de 69 kV. Para poder especificar con mayor detalle las ampliaciones en las redes de 69kV, se sugiere que, de una manera coordinada con las empresas transportistas, se analice la topología y sus condiciones físicas, para optimizar las inversiones para la ampliación debido al suministro de la carga.

También se analizaron las condiciones de operación del parque de transformación a nivel de alta tensión, tomando en cuenta el crecimiento de la demanda y las obras que constituyen el presente plan. Como resultado del estudio de estado estable, se ve la necesidad de estandarizar en el mediano plazo la capacidad de los grupos de transformación, para que de esta manera se puedan obtener economías de escala en la compra de los equipos y brindar modularidad a las subestaciones, permitiendo tener transformadores de reserva para atender con mayor rapidez las contingencias o emergencias.

En la siguiente tabla se enumeran en forma resumida las obras del Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008–2018, y la división de los anillos.

Tabla XIV. **Plan de Expansión del Sistema de Transporte**

Anillo	Ubicación Geográfica	km de líneas	No. Subestaciones ampliaciones y refuerzos	Costo millones de Us\$
Anillo Metro pacífico	Región Central y Sur	144	12	119.1
Anillo Hidráulico	Región Noroccidental	464.3	8	108.7
Anillo Atlántico	Región Nororiental	585	4	115.8
Anillo Oriental	Región Suroriental	55	4	16.7
Anillo Occidental	Región Suroccidental	146	7	61.7
Otras Obras	Interconexión (Guatemala-México) y Comp. Reactiva			73
Total		1394.3	40	495

Fuente: Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008–2018
Comisión Nacional de energía eléctrica.

3.4.1. Los objetivos del Plan de Expansión

Cumplir con los lineamientos, acciones y estrategias establecidas en la Política Energética aprobada por el Ministerio de Energía y Minas. Determinar las ampliaciones en el Sistema Nacional Interconectado, para que tenga la capacidad para evacuar la generación proyectada, de los centros de producción hacia los centros de carga, que se requiere para cubrir el crecimiento de la demanda de energía eléctrica del Guatemala, optimizando el costo de las inversiones necesarias.

Determinar las ampliaciones en el Sistema Nacional Interconectado para aumentar la confiabilidad y mejorar la calidad del suministro, minimizando la frecuencia y duración de las fallas, adecuando la red, que actualmente tiene una topología radial, a una topología mallada.

Incentivar las inversiones en nuevas centrales eléctricas de generación con base en recursos renovables, que se encuentran alejadas de los mayores centros de carga, proporcionándoles las facilidades de transporte de la energía a través de las obras propuestas en el Plan de Expansión del Sistema de Transporte.

3.4.2. Análisis del Plan de Expansión

Conforme a lo establecido en el Plan de Expansión Indicativo del Sistema de Generación, se tiene contemplada la entrada en operación de varios proyectos nuevos para abastecer el crecimiento de la demanda, lo que hace necesario construir los refuerzos en la red de transmisión eléctrica económicamente factibles a fin de cumplir con los objetivos establecidos en el presente plan.

El Plan de Expansión del Sistema de Transporte desarrolla la red de transmisión con una topología anillada o mallada, con la finalidad que el mismo cumpla con el criterio de seguridad operativa N-1, lo que significa que si se pierde un elemento de la red puede continuar operando con su desempeño normal. En la actualidad el SNI presenta una topología radial, siendo vulnerable ante la pérdida de uno de sus elementos.

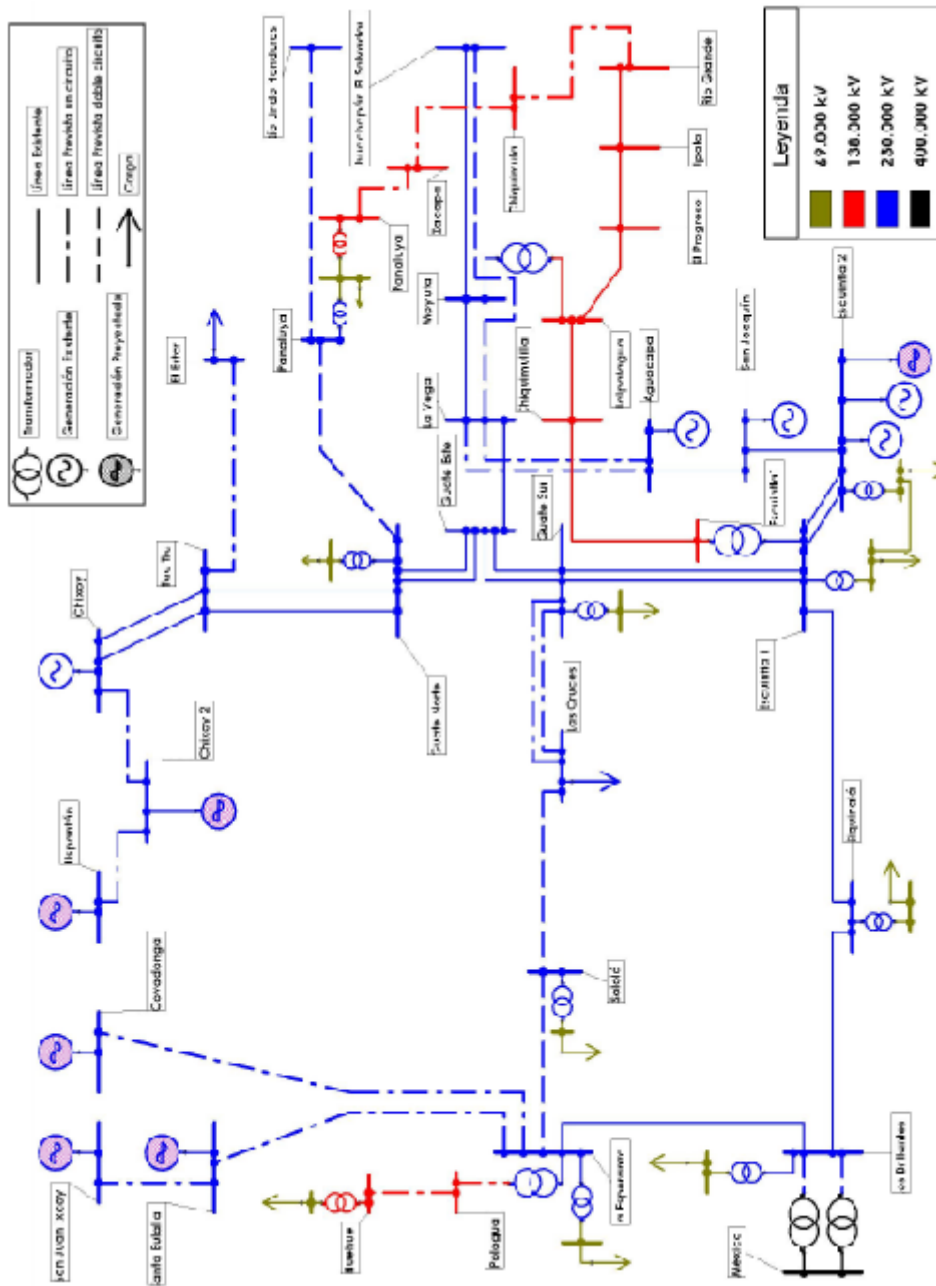
Para evaluar el costo beneficio de la implementación de un sistema mallado, la metodología consistió en determinar las ventajas de integrar el sistema de transporte con una topología mallada contra un caso de referencia, en el cual se considera que el sistema crece de una forma radial solamente para conectar los proyectos nuevos de generación y que se nombra como Caso Base, luego se procedió a comparar entre los dos casos los siguientes parámetros:

- Reducción del costo operativo del sistema, el cual toma en cuenta la composición de la generación para cada uno de los casos.
- Reducción de las pérdidas de transmisión
- Reducción del costo de la operación térmica con derivados del petróleo
- Máxima Capacidad de Transmisión de Potencia desde cada anillo hacia el resto del SNI.

3.4.3. Caso base

Es un escenario en el cual se considera que el SNI crece de una forma radial, y que solamente sirve para conectar los nuevos proyectos de generación y demanda. El diagrama Unifilar para el caso base se muestra a continuación:

Figura 30. Diagrama Unifilar del caso base Plan de Expansión



Fuente: Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008–2018 Comisión Nacional de Energía Eléctrica

3.4.4. Estado actual de la red de transporte y obras en construcción

El sistema de transmisión de Guatemala en el año 2008 no cumple con los criterios de seguridad, calidad y desempeño, debido a que no se han construido nuevas líneas y subestaciones. Para atenuar los efectos de fallas severas, se proponen refuerzos de baja inversión que se pueden poner en práctica rápidamente y que tienen un corto tiempo de ejecución.

Figura 31. Mapa del Plan de Expansión



Fuente: Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008–2018
Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

3.4.5. Análisis del Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008–2018

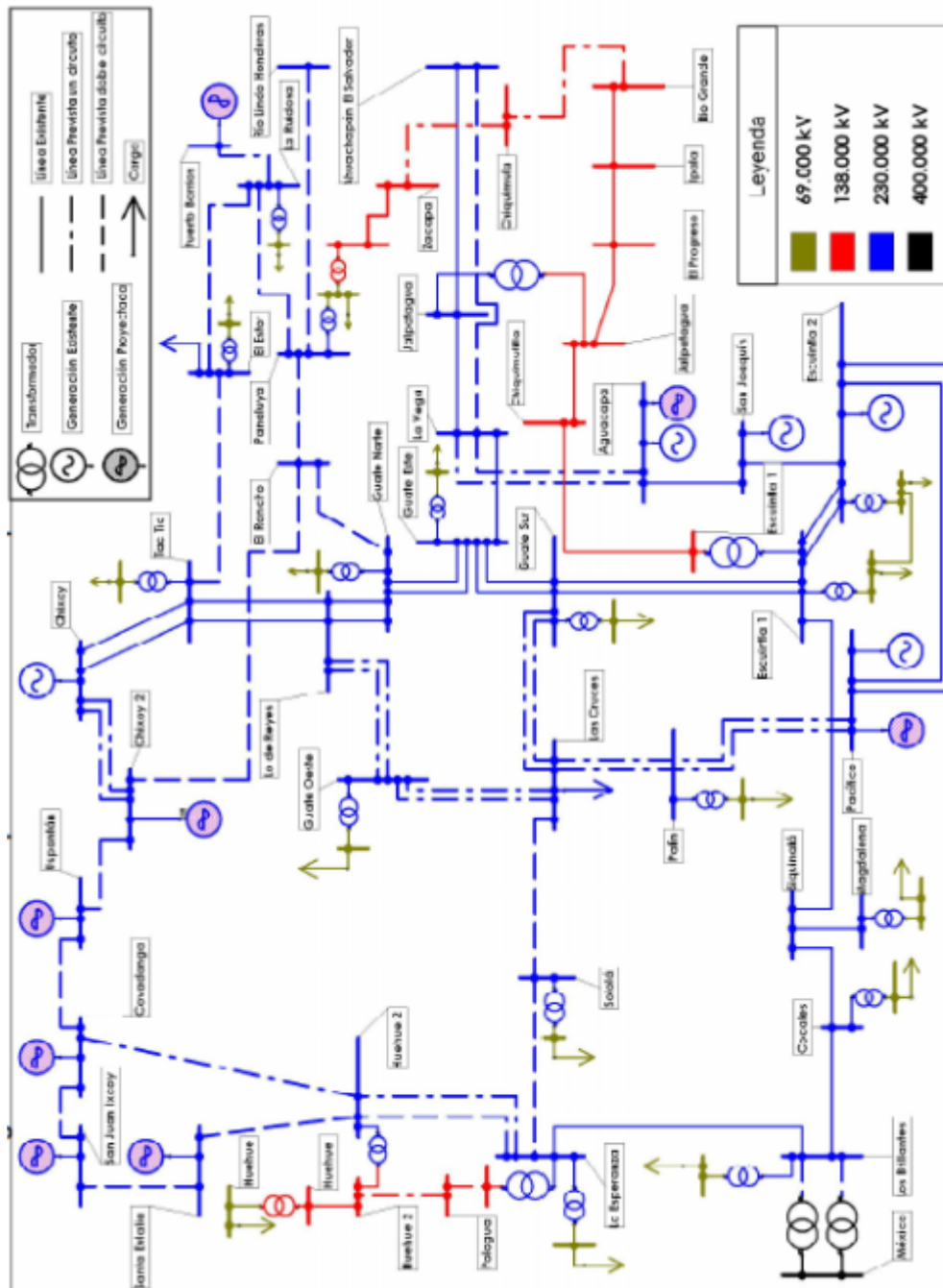
En el análisis del Plan de Expansión del Sistema de Transporte se hace con el objetivo de presentar los beneficios en el mediano y largo plazo, mostrando los resultados obtenidos en cuanto al ahorro del costo operativo del sistema, la reducción de pérdidas de transmisión, y la reducción del costo marginal de la demanda.

Figura 32. Mapa Plan de Expansión del Sistema de Transporte



Fuente: Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008–2018 Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

Figura 33. Diagrama Unifilar del Plan de Expansión



Fuente: Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008–2018
Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

3.4.6. Refuerzos al SNI en el corto plazo

Las siguientes obras se encuentran actualmente en proceso de construcción o ya cuentan con el financiamiento necesario para finalizar su construcción. Algunas de las obras que sobresalen son:

- Sistema de Interconexión eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC).
- La línea Aguacapa, La Vega 230kV
- Línea Guate Norte, Panaluya 230kV
- Algunas reconversiones de 69kV a 138kV
- Interconexión Guatemala, México 400kV
- Interconexión Guatemala, Salvador 400kV
- Interconexión Guatemala, Honduras 400kV
- Construcción de nuevas centrales de generación.
- Inclusión al sistema nacional interconectado de generadoras de energía renovables.

En las subestaciones de 230 kV, la implementación de la filosofía de operación del esquema de doble barra con un interruptor de enlace, con una protección diferencial de barra y protección contra falla de interruptor, requiere de mayor análisis e información del estado actual del esquema de protecciones y equipos. Se identificó este refuerzo como prioritario, tanto desde el punto de vista de seguridad operativa, como de posibilidades de incrementar la generación.

Tabla XV. **Anillos del Sistema Nacional Interconectado**

No.	Proyecto	MVA	kV	Costo US\$	Pertenece a:
1	Separación de Barras Escuintla I		230	0.5	Anillo Metro pacífico
2	Separación de Barras Escuintla II		230	0.5	Anillo Metro pacífico
3	Separación de Barras Guate Sur		230	0.5	Anillo Metro pacífico
4	Separación de Barras Guate Norte		230	0.5	Anillo Metro pacífico
5	Ampliación de la transformación en Cocales	150	230/69	7.5	Anillo Occidental
6	Ampliación de la transformación en Jalpatagua	70	230/69	5.5	Anillo Oriente
7	Ampliación de la transformación en Guate Norte	195	230/69	7.5	Anillo Metro pacífico
8	Ampliación de la transformación en Guate Este	195	230/69	7.5	Anillo Metro pacífico
9	Ampliación de la transformación en Guate Sur	195	230/69	7.5	Anillo Metro pacífico
10	Ampliación de la transformación en Escuintla	195	230/69	7.5	Anillo Metro pacífico
11	Ampliación de la transformación en Brillantes	150	230/69	7.5	Anillo Occidental
12	Ampliación de la transformación en Magdalena	93	230/69	5	Anillo Occidental
13	Seccionar 2do Circuito Guate Norte – Guate Sur		230	0.5	Anillo Metro pacífico

Fuente: Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008–2018

Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

- Anillo Metro Pacífico: en la región del pacífico y central se contemplan obras de ampliación debido a la instalación de generación, principalmente térmica, y al crecimiento de la demanda. Dentro de esta región se encuentra el Puerto Quetzal que es un punto estratégico para el suministro de combustibles, por lo que se hace importante la construcción de refuerzos en transporte y subestaciones a fin de poder evacuar la nueva generación.

El anillo Metro Pacífico tiene como objetivo principal abastecer el centro de carga más grande del país, el cual es el departamento de Guatemala, garantizando el suministro de energía eléctrica.

Figura 34. **Mapa geográfico anillo Metro Pacífico**



Fuente: Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008–2018
Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

- Anillo Hidráulico: el anillo hidráulico se encuentra ubicado principalmente en los departamentos de Huehuetenango, Alta Verapaz, Baja Verapaz y Quiché y tiene como objetivo acercar el potencial hidráulico de generación de energía eléctrica localizado en esa región del país hacia los centros de consumo.

Figura 35. Mapa geográfico del anillo Hidráulico



Fuente: Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008–2018
Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

A la fecha existen diversos proyectos hidroeléctricos, que de implementarse las obras del anillo Hidráulico, tienen un gran potencial de realizarse en un mediano plazo. Las obras del anillo Hidráulico promoverán inversiones en el área, las cuales garantizarán la competencia y estabilización de los precios de producción de la energía eléctrica, por el uso de los recursos renovables de Guatemala, sustituyendo el uso de combustibles fósiles que son importados al país.

- Anillo Atlántico: el anillo Atlántico contempla proyectos que se encuentran en construcción, en especial el proyecto SIEPAC. Debido a los planes de desarrollo tanto de proyectos industriales, hidroeléctricos y propios de los puertos en el atlántico, se hace importante poder abastecer dicha demanda como poder evacuar la generación tanto térmica como hidráulica que en el futuro podría entrar en operación.

Actualmente la capacidad de transmisión hacia la costa atlántica se encuentra restringida debido a que se realiza con una línea radial en 69kV y que cubre una distancia muy grande, lo que tiene como consecuencia que para garantizar la calidad y el suministro de energía en el área sea necesario convocar localmente generación forzada a base de derivados de petróleo; con la construcción de las obras de anillo.

Con el aumento de la capacidad de transmisión hasta la costa Atlántica, se hace posible el desarrollo industrial y comercial de estos puertos, al existir una mayor disponibilidad de energía eléctrica.

Figura 36. Mapa geográfico del anillo Atlántico



Fuente: Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008–2018
Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

- Anillo Oriental: el anillo Oriental se forma con la reconversión de 69kV a 138kV del tramo que va de Río Grande a Panaluya y con las ampliaciones en transformación en las subestaciones de Panaluya (dos transformadores 138/69kV y 230/69kV respectivamente) y Jalpatagua (un transformador 230/138kV). El ahorro de pérdidas sería aproximadamente de 291.20 GWh cuando dichas instalaciones se encuentren finalizadas.

Figura 37. Mapa geográfico del anillo Oriental



Fuente: Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008–2018
Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

- Anillo Occidental: el anillo Occidental está compuesto principalmente por el proyecto de línea de transmisión y subestaciones asociadas, Esperanza – Sololá – Las Cruces – Guate Sur 230kV y por las ampliaciones en la transformación en las subestaciones Cocales (un transformador 230/69kV), Magdalena (un transformador 230/69kV).

La línea más importante de este anillo es Esperanza – Sololá – Las Cruces – Guate Sur 230kV, debido a que aumenta la capacidad de transmisión

desde el área occidental, lo que implica que se pueda disponer de una capacidad mayor de importación de energía desde la interconexión Guatemala–México y también contribuye a la evacuación de la energía proveniente del anillo Hidráulico. Debido a lo anterior esta línea representa una mayor disponibilidad de energía que garantiza el suministro en el área central siendo la de mayor carga.

Figura 38. **Mapa geográfico del anillo Occidental**



Fuente: Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008–2018
Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

3.4.7. Licitación del Plan de Expansión

Su objeto es la construcción, operación y explotación comercial del sistema de transmisión eléctrica del país centroamericano, El proyecto cuenta con 6 lotes que constan de 850 kms.

La Empresa de Energía de Bogotá (EEBB), ganó la licitación en Guatemala, para la prestación del servicio de transporte de energía eléctrica en este país.

El Consorcio EEB/EDM ha estimado que, de acuerdo con el cronograma tiene previsto que la construcción iniciará el 1 de marzo de 2010 y la operación comercial de todos los lotes para el 1 de mayo de 2013.

3.5. Planes de expansión de las redes de distribución de las empresas de distribución de energía eléctrica de Guatemala

Actualmente existe una mesa de trabajo donde se encuentran involucrados Unión Fenosa y El Instituto Nacional de Electrificación y su división la Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica (ETCEE).

3.6. Definición de Zona Rural Aisladas (ZRA)

Considerar como ZRA aquella que, por su dificultad técnica de acceso o por razones económicas, resulta actualmente inviable su conexión a las redes de distribución, estando excluidas del Plan de Electrificación Rural (PER) a través de la extensión de redes eléctricas en el horizonte de los próximos quince (15) años.

4. PROPUESTA DEL INSTRUMENTO LEGAL PARA FORTALECER LA REGULACIÓN DE LA ELECTRIFICACIÓN DE LAS ZONAS RURALES AISLADAS EN PRO DE SU DESARROLLO

El trabajo fundamental del proyecto regulación de la electrificación de las zonas rurales aisladas ha sido la identificación de las necesidades de desarrollo de normas reglamentarias que garanticen las actuaciones de los agentes, den sostenibilidad a los proyectos y faciliten el desarrollo de actividades productivas

4.1. Consideraciones generales

La Constitución Política de la República de Guatemala recoge en su Artículo 1 el derecho de protección a la persona y establece que el interés social prevalece siempre sobre el interés particular. La protección a la persona y a las comunidades en que esta se integra, es por tanto, un fin del Estado. Impulsar su desarrollo por medio de la electricidad es contribuir a su desarrollo integral.

En el desarrollo de la electrificación de las zonas rurales aisladas siempre prevalecerá la consideración social. Los estudios realizados en las distintas actividades del proyecto REGEZRA ponen de manifiesto los siguientes aspectos fundamentales:

- Hasta hoy, los desarrollos de electrificación realizados en zonas rurales aisladas han sido relativamente escasos, descoordinados y, en cualquier caso, difíciles de asumir económicamente por el promotor.
- La realización de los proyectos se ha visto condicionada por la falta de normas específicas que apoyen su financiación inicial y la necesaria subvención a la operación y mantenimiento.
- Es necesario conocer las características sociológicas y la ubicación geográfica de las comunidades que van a quedar fuera de la extensión de redes.
- La escasa capacidad de pago de estas comunidades hace ineludible el establecimiento de subsidios.
- Las características técnico económicas de las instalaciones necesarias para el suministro de electricidad a estas comunidades, junto la escasa capacidad de pago de sus habitantes antes reseñada, obligan a la promulgación de normas regulatorias específicas que complementen el marco Legal de la Ley General de Electricidad (LGE) y los reglamentos que la desarrollan, dando garantías de recuperación a la inversión privada y sostenibilidad social y económica a los proyectos.
- Para la sostenibilidad de los servicios se considera imprescindible la participación de las comunidades en todo el proceso, desde la solicitud a ser incluidas en los planes de electrificación de zonas rurales aisladas, hasta la colaboración en las tareas de gestión de los suministros.

Evidentemente, no se encuentra ante una situación de falta de voluntad política y social para atender al problema, sino ante un escenario de recursos escasos que exige la presencia del sector privado, la ordenación de la demanda social y la planificación, control y vigilancia por parte del sector público.

4.2. Obstáculos encontrados para el suministro de energía a las zonas rurales aisladas

Para elaborar el conjunto de propuestas adecuadas con el fin de promover el suministro de energía eléctrica a las zonas rurales aisladas, se ha comenzado por identificar los obstáculos que están impidiendo que estas zonas tengan acceso al suministro de electricidad, de tal manera que se orienten las propuestas a la remoción de los obstáculos identificados. Para llevar a cabo esta tarea, el proyecto ha analizado los siguientes aspectos fundamentales:

- Delimitación de las ZRA
- Planificación de la electrificación de las ZRA
- Ejecución e implementación del proceso
- Actuación y coordinación de los agentes en el proceso
- Tecnologías aplicables
- Incentivación de la participación ciudadana
- Determinación y seguimiento de los estándares de calidad de servicio

4.2.1. Delimitación de las zonas rurales aisladas

El primer obstáculo que nos encontramos es que en la actualidad no están identificadas cuales son las zonas que deben considerarse zonas rurales aisladas. Por tanto, la primera necesidad es definir con precisión el concepto de zona rural aislada, para proceder, posteriormente, a su identificación.

El proyecto ha considerado como zona rural aislada aquella zona rural que por su dificultad técnica de acceso o por razones económicas, resulta actualmente inviable su conexión a las redes de distribución, estando excluidas del plan de electrificación rural a través de la extensión de redes eléctricas en el horizonte de los próximos quince (15) años.

Es evidente que se encuentra ante un nuevo concepto, que es complejo, y que no fue tomado en consideración en el proceso de regulación actualmente vigente. La complejidad del concepto requiere del apoyo de modelos y programas informáticos, necesarios para su correcta identificación.

4.2.2. Planificación de la electrificación de las ZRA

El segundo obstáculo evidente es que, hasta la fecha, no se ha realizado una planificación del suministro de energía a las zonas rurales aisladas. Tradicionalmente, el INDE ha venido utilizando los recursos disponibles para la electrificación rural en la extensión de las redes de distribución y, por este motivo, las ZRA han quedado, en su mayor parte, excluidas de la posibilidad de disponer de electricidad.

La razón fundamental por la que el suministro de electricidad a las zonas rurales aisladas debe ser planificado, es que para llevar a cabo esta actividad es necesario el uso de subvenciones con objeto de cubrir la diferencia entre los costos del suministro y los importes que los usuarios pueden pagar.

El plazo de tiempo que sea necesario para llevar a cabo este proceso, se considera que debe ser objeto de una planificación específica a largo plazo, y ésta debe ser incorporada a los planes generales de desarrollo y electrificación rural.

Esta planificación a largo plazo debe ser implementada mediante la elaboración de documentos técnicos de corto plazo, que concreten en el tiempo los recursos disponibles y las comunidades a electrificar en cada periodo. Por tanto, se considera necesario promover un plan específico de electrificación de ZRA, a desarrollar por el INDE, con la participación de una Oficina Técnica Especializada: OTEZRA.

4.2.3. Ejecución e implementación del proceso

Para dar solución a esta necesidad, se considera conveniente la creación y puesta en marcha, dentro del INDE, de la Oficina Técnica Especializada en Electrificación de Zonas Rurales Aisladas (OTEZRA) para el desarrollo, control y vigilancia de los proyectos de electrificación de las comunidades situadas en zonas rurales aisladas.

La propuesta de creación de OTEZRA está sustentada en el hecho de que la electrificación de las ZRA presenta características técnicas, económicas y sociales que la hacen diferente de la electrificación mediante la extensión de redes. Como ya se ha mencionado en varias ocasiones, la oficina deberá entender de cuestiones muy específicas, como la evaluación de los recursos locales, la selección de tecnologías apropiadas, las condiciones técnicas adecuadas para la calidad de este tipo de servicios y sobre todo, la adecuada implicación de las comunidades en su planificación y gestión.

Esta oficina técnica, encargada de poner en marcha el proceso, deberá dar respuesta, entre otras, a cuestiones tan relevantes como la concreción a corto plazo de las comunidades a electrificar, el tamaño de los lotes a licitar, así como decidir el procedimiento de licitación y ponerlo en marcha. Deberá, en suma, realizar la gestión del proceso completo.

Para garantizar la adecuada participación en el proceso de las comunidades afectadas, OTEZRA, en sus decisiones y propuestas, deberá contar con un consejo consultivo, en el que estén representados los órganos locales y regionales de representación de las comunidades.

4.2.4. Actuación y coordinación de los agentes

La financiación es uno de los principales obstáculos al proceso. El suministro de electricidad a las ZRA requiere un modelo económico específico, que dé solución a los problemas particulares de estos suministros, tanto desde el punto de vista de la financiación de las instalaciones, como de las tarifas a satisfacer por los usuarios. El modelo se basa en la necesidad de asegurar el sostenimiento de los suministros y en promover el uso productivo de los mismos.

Es imprescindible establecer los mecanismos de financiación del proceso, el tratamiento que se ha de otorgar a los subsidios, las tarifas que deben satisfacer los usuarios y el régimen de propiedad de las instalaciones.

La experiencia de la electrificación rural llevada a cabo en Guatemala ha puesto de manifiesto el correcto funcionamiento que ha tenido el establecimiento de un fideicomiso para la electrificación rural a través del modelo de extensión de redes. La recomendación del proyecto REGEZRA es replicar este mismo modelo para la financiación de la electrificación de las ZRA creando un fideicomiso específico para esta actividad.

Este fideicomiso deberá contar con un comité técnico encargado de planificar, autorizar y supervisar las obras a desarrollar cada año.

La necesaria incentivación de la iniciativa privada aconseja el procedimiento de licitación competitiva y para ello, se hace necesaria la elaboración de normas que regulen el proceso de solicitudes, licitaciones, autorizaciones y obligaciones de los adjudicatarios.

El modelo actualmente vigente para el establecimiento de las tarifas a satisfacer por los usuarios no es de aplicación a los suministros a las zonas rurales aisladas, por ello, se considera necesario que la Comisión Nacional de la Energía Eléctrica elabore una normativa específica aplicable a esos suministros.

Finalmente, en relación con la propiedad de las instalaciones, el artículo 47 de la Ley General de Electricidad contempla dos condiciones que son de aplicación a las instalaciones que han sido construidas con aportación de recursos públicos, la primera de ellas es que los importes subsidiados no podrán ser trasladados como costo al usuario, la segunda establece que las obras que se construyan con estos aportes serán administradas y operadas por el distribuidor, el que se obliga a mantenerlas en perfectas condiciones de uso.

De esta forma, la tarea de conservación y mantenimiento de las instalaciones es del distribuidor, que cuenta con personal experto y, con ello, facilita el mantenimiento adecuado de los servicios.

4.2.5. Tecnologías aplicables en las ZRA

La necesidad de utilizar modelos técnicos de electrificación diferentes al sistema usual de extensión de redes, introduce un nuevo obstáculo en el proceso.

El suministro de energía a las ZRA plantea problemas que no están resueltos respecto a la selección de las tecnologías a aplicar, que requieren una reflexión a la hora de planificar el suministro de energía eléctrica a estas zonas, y que debe realizarse separadamente para cada ubicación específica.

Se considera que las tecnologías que utilizan las fuentes de energía renovables locales son las que ofrecen mejores oportunidades, destacando para el caso de Guatemala las energías mini hidráulicas y solares fotovoltaicas.

En principio, se considera que no es aconsejable, para los fines que se persiguen, la utilización de soluciones basadas en combustibles fósiles, porque, aunque puedan resultar atractivas a corto plazo, por requerir menos inversión inicial, en el largo plazo, teniendo en cuenta la volatilidad del precio de los combustibles, pueden llegar a tener unos costos operativos muy elevados que pongan en riesgo la sostenibilidad económica de los proyectos.

No obstante, dada la magnitud del problema que se pretende resolver, la erradicación de la pobreza, no se puede descartar recurrir, cuando sea necesario, a la generación convencional de forma aislada o en colaboración con la generación por renovables (sistemas híbridos).

Sin descartar ninguna tecnología que no perjudique al ambiente, se deberá profundizar en las condiciones de carácter técnico y económico de cada una de ellas a la hora de desarrollar el modelo operativo a implantar en cada caso.

4.2.6. Incentivación de la participación ciudadana

Como se ha mencionado varias veces en apartados anteriores, se considera necesaria la participación ciudadana, tanto a diferentes niveles de la sociedad como en las diferentes etapas del proceso. Esta participación es especialmente importante en la etapa inicial de manifestación de interés para ser incluidas en la planificación de la electrificación de zonas rurales aisladas, y también en la etapa final de operación y gestión del suministro.

Por lo tanto, el diseño de la metodología para la implementación del proceso debe tener en cuenta esta situación, debe prever la participación de las comunidades, a través de sus órganos de representación COMUDES y COCODES, en las etapas de planificación y priorización de las comunidades a electrificar.

Deben apoyarse todas las iniciativas que redunden en una mayor participación de los entes locales, y se debe dar alguna mayor ponderación en el proceso de licitación a aquellas organizaciones comunales que se organicen en forma de cooperativas, o que cuenten con un acuerdo firmado para la prestación de soporte técnico calificado por parte de alguna organización sin fines de lucro especializada en la implantación de proyectos de electrificación rural. El consejo consultivo de OTEZRA puede ser el ente adecuado para asegurar esta participación.

4.2.7. Determinación y seguimiento de los estándares de calidad de servicio

Finalmente, las peculiaridades de las tecnologías que han de utilizarse en el suministro de energía eléctrica a las zonas rurales aisladas, y la dispersión

geográfica de las instalaciones, hacen necesaria la elaboración de normas técnicas específicas que garanticen la seguridad, la calidad del servicio y la sostenibilidad de los proyectos.

Estas normas técnicas deben ser realistas, asequibles, ejecutables y, sobre todo, fáciles de monitorear. Por lo tanto, los estándares deberán ser fijados de manera acorde a la tecnología a desarrollar en cada zona en particular y en consonancia con las condiciones geográfico-sociales imperantes. Como la calidad de servicio afecta al costo de proveer electricidad, se debe tener en cuenta que estándares más elevados suponen costos más elevados. De esta manera, es necesario que la Comisión Nacional de la Energía Eléctrica fije los estándares mínimos de calidad de servicio que el agente prestador deberá cumplir, para poder incluir los costos que impone la calidad dentro del cálculo de la tarifa total a percibir.

4.3. Propuestas básicas

A la vista de las anteriores consideraciones, se propone introducir en el Reglamento de la Ley General de Electricidad las siguientes modificaciones.

4.3.1. Planificación del suministro de electricidad a las zonas rurales aisladas

Se propone introducir una cláusula por la que se realice la Planificación del suministro de Electricidad a las Zonas Rurales Aisladas (PEZRA), y su incorporación a los planes generales de desarrollo y electrificación rural. Se considera que esta actividad deberá ser realizada por el INDE.

Encomendar y dar directrices al INDE para que proceda a la planificación del suministro de energía eléctrica a las zonas rurales aisladas y a su desarrollo a corto plazo. Se deberán incluir en la planificación los criterios básicos para la priorización de las comunidades a electrificar

4.3.2. Creación de la Oficina Técnica de Electrificación Rural

Se propone la creación de una Oficina Técnica Especializada en Zonas Rurales Aisladas (OTEZRA), incorporada orgánica y funcionalmente al INDE, para colaborar en la planificación y ejecutar el desarrollo, control y vigilancia de los proyectos de electrificación de las comunidades.

Crear en el INDE una Oficina Técnica Especializada en Zonas Rurales Aisladas (OTEZRA), facultada para llevar a cabo el proceso de electrificación de las zonas rurales aisladas. Asimismo, crear el consejo consultivo de OTEZRA, en el que estarán los órganos de representación de las comunidades.

4.3.3. Modelo económico

Se propone definir el régimen económico aplicable al suministro de electricidad en las zonas rurales aisladas, que incluya la financiación de las inversiones necesarias, las tarifas a aplicar a los usuarios finales y las condiciones de la gestión de las subvenciones necesarias.

- Fideicomiso. Para ello, se propone la creación de un fideicomiso específico para la electrificación de las zonas rurales aisladas. Así mismo, se propone establecer un sistema específico para la determinación de las tarifas a pagar por los usuarios de las ZRA. En el documento modelo económico que se incluye como anexo en este documento 2 se

establecen las directrices que deben servir de base para el establecimiento del régimen económico aplicable.

- Tarifas. La Comisión Nacional de la Energía Eléctrica, dentro de su potestad tarifaria, establecerá las tarifas de aplicación a los suministros eléctricos de abastecimiento a estas comunidades, teniendo en cuenta las características sociales y económicas de la población y las especiales especificaciones de calidad de servicio de este tipo de suministros. La Comisión Nacional de la Energía Eléctrica determinará el sistema de fijación de las tarifas aplicables a los usuarios en las zonas rurales aisladas.

4.3.4. Promoción de la participación de la iniciativa privada y las comunidades beneficiarias

Se propone implantar un modelo de licitación competitiva por el que la adjudicación del suministro a las zonas rurales aisladas sea otorgada al inversor que, cumpliendo con las condiciones requeridas. En el proceso de licitación es necesario definir con precisión diversos aspectos relevantes, tales como:

- La participación ciudadana en el proceso de solicitud de electrificación
- La validación y selección de las solicitudes
- El procedimiento de licitación
- Las condiciones impuestas a los ofertantes.
- Los derechos y obligaciones de los adjudicatarios
- El procedimiento y criterios de adjudicación

4.3.5. Normas técnicas y de calidad del servicio

Se propone que la Comisión Nacional de Energía Eléctrica elabore el conjunto de normas técnicas y de calidad específicas que deben aplicarse a estas instalaciones, que tengan en cuenta las condiciones particulares del suministro de las zonas rurales aisladas.

4.4. Bases para el desarrollo normativo propuesto

En primer lugar, se considera necesario definir previamente qué se entiende como zona rural aislada, con objeto de identificarlas adecuadamente y establecer claramente el campo de actuación de este tipo de suministros.

Actualmente, las nuevas tecnologías de producción de energía eléctrica mediante el uso de los recursos renovables y el nuevo concepto de generación distribuida permiten dar soluciones al suministro de electricidad sin que sea necesaria la extensión de las redes de distribución, como ya se está haciendo en muchos casos concretos.

La identificación de las zonas concretas a electrificar es compleja y requiere de la ayuda de sistemas informáticos adecuados. En el contexto de este proyecto, se propone la utilización de herramientas basadas en la situación actual de las redes, la situación de las comunidades en relación con su distancia a la red y las condiciones orográficas y topográficas de la zona en la que se ubican.

La idea básica que se propone es que las personas que habitan en las zonas rurales que por una razonada decisión administrativa hayan quedado excluidas, de los procesos de extensión de las redes, debido a la inaccesible,

tengan derecho a acceder al suministro de electricidad, utilizando el concepto de generación distribuida, en condiciones equivalentes en calidad y costo con las zonas colindantes que han sido integradas en la planificación de las redes de distribución.

Las fuentes de energía renovables, además de ser respetuosas con el medio ambiente, serán capaces de utilizar energías primarias autóctonas que garantizan la sostenibilidad medioambiental, objetivo crítico, tanto a nivel global como de protección del entorno local, y por tanto, serán consideradas prioritarias. No obstante, dado el carácter esencial que tiene el suministro de energía eléctrica, se justifica, en ciertos casos, el uso de otras energías para resolver el principal problema, la erradicación de la pobreza en las zonas rurales aisladas.

El otro gran problema que, asimismo, dificulta el desarrollo de estos sistemas es la carencia de normas regulatorias específicas que permitan que los suministros se realicen en condiciones adecuadas, de forma que se garanticen los derechos y deberes de los agentes suministradores y los de los consumidores, en condiciones equitativas.

El modelo elegido como base para realizar esta propuesta de regulación, está inspirado en la práctica anglosajona de incorporar al marco regulatorio exclusivamente aquellos elementos que son imprescindibles para poner en marcha el proceso que se pretende promover, en este caso el suministro de electricidad a las zonas rurales aisladas, identificando con claridad los agentes que han de llevar a cabo las iniciativas y actividades necesarias para conseguir el objetivo propuesto, definiendo claramente la responsabilidad de estos agentes y otorgándoles el poder que sea preciso para llevar a cabo sus responsabilidades.

En consecuencia con el principio metodológico anterior, hemos elaborado una serie de directrices que sirven de base para establecer los procesos necesarios para el desarrollo de un completo modelo institucional para la electrificación de ZRA.

A partir de ahí, los agentes responsables disponen de los elementos suficientes para afrontar en detalle la regulación de la electrificación de ZRA, porque son ellos los que deben optar por la solución más adecuada para asumir las responsabilidades que les sean encomendadas.

En cualquier caso, la regulación se desarrollará de forma coordinada y coherente con las disposiciones relativas al suministro de electricidad en las áreas en que se realiza, o va a realizarse, la alimentación a través de la red, y tendrá presente su posible incorporación a las redes futuras.

4.5. Visión general del modelo propuesto

El modelo se desarrolla en la idea esencial que ha conducido a la mayoría de los principios establecidos en el modelo, ha sido la necesidad de asegurar la sostenibilidad de los proyectos, el desarrollo social y económico de las comunidades. Ser parte de la base de que el suministro de electricidad no es un objetivo en sí mismo, sino que debe ser entendido como una utilidad imprescindible para ese desarrollo social y económico de las comunidades, por lo que es esencial garantizar que se van a dar las condiciones mínimas para que este desarrollo se produzca.

4.5.1. Electricidad para todos

La electricidad desempeña un papel protagonista en los tres campos del desarrollo sostenible: social, económico y ambiental. El proyecto REGEZRA tiene como finalidad el que todas las personas puedan tener acceso al suministro de energía eléctrica como medio para lograr su desarrollo humano.

Teniendo en cuenta las condiciones objetivas de las zonas rurales aisladas, el costo del suministro estará situado por encima de las posibilidades de pago de los ciudadanos, por lo que se hace necesario el subsidio como elemento de apoyo a los proyectos de electrificación en ZRA.

4.5.2. Control del gobierno y de los organismos de regulación

El abastecimiento de energía eléctrica es un servicio esencial y se considera imprescindible la presencia activa del gobierno en su función legislativa, y la de los órganos reguladores en su desarrollo, control y vigilancia.

4.5.3. Descentralización y coordinación de actuaciones

Las características de las zonas rurales aisladas, dispersión de la demanda, baja densidad de consumo, dificultad de acceso y alejamiento de los centros administrativos y de toma de decisiones, hacen aconsejable la descentralización en diversos aspectos.

Desde el punto de vista técnico, a través de soluciones energéticas aisladas o basadas en pequeñas redes autónomas, dando prioridad a las fuentes locales de energía renovables.

Desde el punto de vista de la gestión, implicando a los diferentes agentes públicos y privados, para facilitar el conocimiento de las condiciones locales, la participación ciudadana, y la incorporación de las opiniones y los intereses de los potenciales usuarios.

Desde la perspectiva del desarrollo local, facilitando la obligada coordinación entre los representantes de la sociedad civil de la localidad, públicos y privados, y las políticas nacionales o locales que se diseñen con este objetivo de desarrollo rural.

4.5.4. Voluntad y participación de las comunidades locales

En la electrificación de las zonas rurales aisladas, la participación de las comunidades locales es crítica en todas las fases del proyecto, pero especialmente en la gestión del mantenimiento, que garantiza la sostenibilidad del abastecimiento. La eficacia de la participación debe basarse en la información y el conocimiento de las tecnologías utilizadas, su uso, gestión y mantenimiento adecuados. La alfabetización energética de toda la comunidad será imprescindible para un desarrollo sostenible de las zonas y las poblaciones implicadas.

4.5.5. Promoción de la iniciativa privada

Dada la magnitud del problema a resolver, se considera necesaria la participación de la iniciativa privada. Para facilitar la participación privada y dado el carácter esencial del suministro, se requiere que el marco reglamentario garantice la sostenibilidad de las inversiones privadas eficientemente realizadas.

Los sistemas basados en licitaciones competitivas son un modelo apropiado para promover la participación privada. El modelo de licitación puede ser atractivo para grandes empresas privadas, empresas locales, cooperativas y otras formas de organización de la propia comunidad beneficiaria y facilita la creación de un suministro eficiente y continuo. El modelo facilita la creación de mercados de suficiente dimensión como para garantizar la sostenibilidad comercial y extender y asegurar el suministro al mayor número posible de consumidores.

4.5.6. Condiciones de competencia

Para conseguir una eficiente asignación de los recursos es estrictamente necesario implantar medidas que garanticen que el proceso es llevado a cabo dentro de las normas de la competencia, asegurándose en todo caso la transparencia de los procedimientos y el principio de universalidad en la información pública.

Todos los procesos de licitación y autorización serán objeto de coordinación por la administración central y/o los organismos regionales y locales que la regulación establezca. Esta puede estar asociada al importe.

4.5.7. Mecanismos de financiación

La financiación constituye seguramente el principal problema de estos servicios. Facilitar la inversión inicial y adecuar la capacidad de pago de las comunidades al suministro, serán los problemas fundamentales a resolver.

Tarea prioritaria será la implementación de modelos imaginativos de financiación que incluyan a los organismos multilaterales, las agencias de

cooperación, la financiación privada convencional, los microcréditos, los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) y cualquier sistema que permita el apoyo financiero a las diferentes iniciativas y la correcta periodificación de los costos.

Se considerarán también los fondos creados con cargo a aportaciones del Estado procedentes del presupuesto público u obtenidos a partir de tasas sobre los consumos eléctricos.

4.5.8. Cooperación Internacional

Se considera conveniente acudir a los fondos de cooperación internacional al desarrollo para poder afrontar con éxito este proceso.

Teniendo en cuenta la importancia del suministro de electricidad, es razonable pensar que las agencias de cooperación incluirán en sus planes estratégicos, fondos destinados a la financiación de esta actividad, siempre que exista un marco normativo adecuado que permita garantizar la eficiente aplicación de estos fondos.

De hecho, existe la constancia de que, actualmente, diferentes agencias de cooperación desarrollan proyectos de suministro de electricidad en zonas rurales aisladas, pero estas acciones se llevan a cabo de forma descoordinada y al margen de la regulación eléctrica existente en la actualidad.

Es conveniente pues, que la regulación del suministro de electricidad a las zonas rurales aisladas contemple el tratamiento adecuado de utilización de los fondos procedentes del mundo de la cooperación internacional.

4.5.9. Participación de las universidades y los centros de investigación

En la actualidad está teniendo lugar un importante proceso de innovación en los temas de carácter técnico, social, económico y ambiental relativos al desarrollo de las zonas rurales aisladas. La investigación necesaria para avanzar en este proceso de innovación se considera de primer interés.

El estudio de las experiencias de éxito permitirá establecer las condiciones en las que éstas pueden convertirse en modelos para ser aplicados en otras zonas. Las universidades y los centros de investigación tienen un papel fundamental en el encuentro de soluciones de carácter técnico, social y económico, en la propuesta de proyectos piloto, en la creación de bases de conocimiento y en la construcción de redes y convenios con otros agentes sociales.

4.6. Agentes

La actividad de suministro de energía a las ZRA involucra a un conjunto de agentes públicos y privados. A continuación se describe sucintamente el papel que, a juicio del proyecto, corresponde desempeñar a cada uno de ellos.

4.6.1. Participación del Gobierno

Se considera que el gobierno debe tener una participación relevante en el proceso, concretada en las siguientes entidades:

- Ministerio de Energía y Minas. De acuerdo con lo que se establece en la Ley General de Electricidad (artículo 3), formulará y coordinará las

políticas, planes de Estado y programas relativos a la planificación de la electrificación rural.

- Comisión Nacional de la Energía Eléctrica. Establecerá la metodología a seguir para determinar los precios máximos a satisfacer por los usuarios y las normas de técnicas y de calidad del servicio.
- Instituto Nacional de Electrificación (INDE). Será el responsable de la elaboración del plan de electrificación de las zonas rurales aisladas y de su desarrollo.

El Instituto Nacional de Electrificación (INDE), será responsable de la adecuada gestión de los procesos de licitación, del cumplimiento de las condiciones establecidas y la supervisión del cumplimiento de las normas de calidad y precios que se establezcan, teniendo en cuenta las características particulares de estos suministros, la necesidad de evaluar y utilizar recursos locales, consideraciones técnicas muy diferentes a las de las redes de distribución y necesidad de participación de los usuarios finales en todo el proceso- se propone la creación, dentro del INDE, de una Oficina Técnica Especializada en Zonas Rurales Aisladas (OTEZRA) para su gestión.

4.6.2. Participación de la iniciativa privada

Se propiciará la participación de la iniciativa privada, estableciendo para ello un marco económico en el que existan incentivos suficientes para atraer el capital privado. La regulación debe estar orientada a dar cabida a variedad de instituciones tales como:

- Cooperativas creadas por comunidades rurales aisladas que cuenten con el respaldo de los ciudadanos de la comunidad.
- Empresas especializadas en el suministro de equipos basados en energías renovables.
- Municipalidades
- Empresas especializadas en el suministro eléctrico
- Emprendedores que ofrezcan garantías suficientes

Los procesos para la participación de la iniciativa privada deben ser claros y transparentes y deben garantizar la libre competencia y la sostenibilidad de los suministros

4.6.3. Participación de los consumidores

Se articulará la participación de los consumidores en el proceso de electrificación, tanto en la solicitud del servicio, como en la elección de las tecnologías adecuadas y la gestión final de los suministros. Se propiciará la colaboración de entes, empresas o agrupaciones locales en la operación y gestión de los servicios para garantizar la sostenibilidad de los proyectos.

4.6.4. Participación de la administración local y regional

La electrificación de las zonas rurales aisladas requiere de una participación activa de las autoridades locales por lo que se promoverá el fortalecimiento institucional, sobre todo a nivel municipal, con vista a su integración en la implementación de portafolios de proyectos de energía en las zonas rurales aisladas.

4.7. Procedimiento general

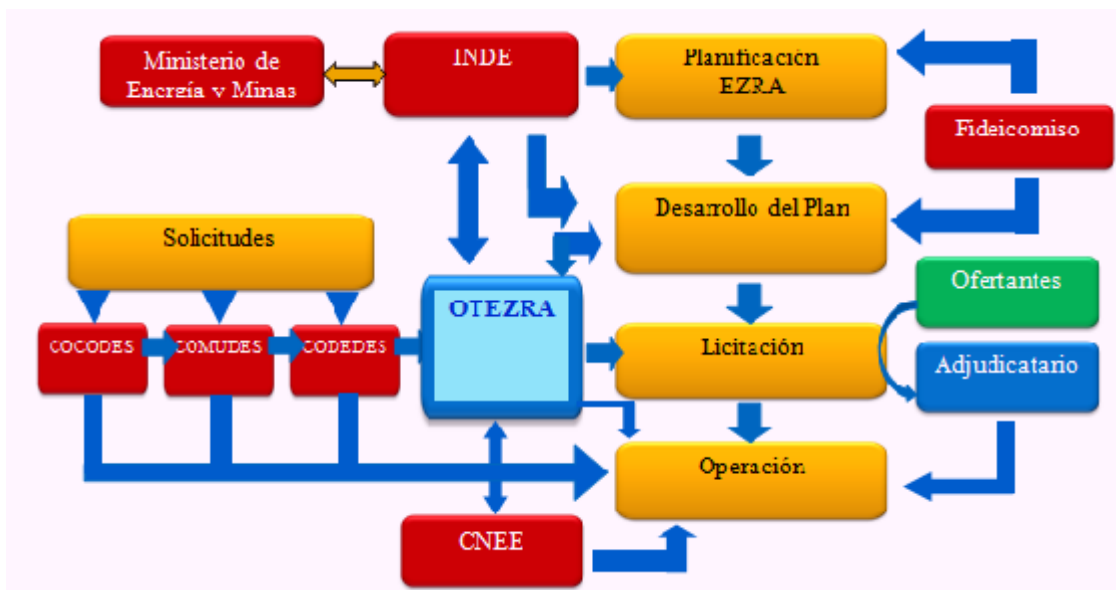
El procedimiento general de actuación que se propone es el siguiente:

- El Ministerio de Energía y Minas formulará y coordinará las políticas y planes correspondientes.
- El Instituto Nacional de Electrificación (INDE) elaborará el PEZRA. El plan incluirá documentos técnicos de desarrollo de corto plazo y los criterios básicos para la priorización de las comunidades a electrificar.
- La oficina técnica de electrificación de las zonas rurales aisladas colaborará en la elaboración del plan, pondrá en marcha el proceso de solicitudes, licitaciones y supervisión del cumplimiento de las condiciones establecidas, y propondrá para su aprobación administrativa los proyectos seleccionados.
- La Comisión Nacional de la Energía Eléctrica establecerá las normas de las tarifas a aplicar a los usuarios en las zonas rurales aisladas, así como las normas técnicas y de calidad aplicables.
- Los entes regionales y locales participarán activamente, tanto en la elaboración del plan de electrificación de las zonas rurales aisladas, como en el proceso de electrificación en su conjunto, participando activamente en el proceso de solicitudes de electrificación a cargo de las propias comunidades.

- Los inversores potenciales acudirán a los procesos de licitación, presentando sus propuestas, que serán evaluadas por OTEZRA. En el criterio de selección tendrá un papel muy relevante el criterio de mínima subvención.
- Los usuarios estarán presentes, tanto en el proceso de solicitud del suministro, como en apoyo al desarrollo y sostenibilidad del mismo.

El modelo institucional propuesto, lo podemos ver recogido en el siguiente diagrama de procesos:

Figura 39. **Modelo institucional propuesto**



Fuente: Regulación Eléctrica de Zonas Rurales Aisladas en Guatemala, Energía Sin Fronteras, año 2010.

4.8. Régimen económico

El objetivo del modelo económico es dar una visión, necesariamente simplificada y aproximada, del costo de la electrificación de las ZRA, de los ingresos a percibir por el inversor, procedentes de los usuarios y de la necesidad de los apoyos públicos, subvenciones, necesarias para la viabilidad financiera de los proyectos, justificados en el interés social de esta electrificación.

Facilitar la inversión inicial y adecuar la capacidad de pago de las comunidades al suministro son los problemas fundamentales a resolver. Ambos están fuertemente condicionados por la escasez de recursos iniciales y por la cuantía y temporalidad de los ingresos en estas comunidades.

El origen de los recursos de financiación puede ser muy variado, incluyendo desde la cooperación internacional, los fondos públicos o los obtenidos de tasas a los servicios eléctricos. Teniendo en cuenta las condiciones objetivas de las zonas rurales aisladas, se hace necesario el subsidio como elemento de apoyo a los proyectos de electrificación en las mismas.

Conforme a estas consideraciones será necesario recoger en la regulación los siguientes aspectos básicos:

- La regulación de los diferentes modelos de subsidios destinados a facilitar la inversión inicial y apoyo a los gastos de operación y mantenimiento.

- Las tarifas de explotación, que deberán ser equivalentes a las establecidas para las zonas rurales a las que llegan las redes, y acordes con la capacidad de pago de las comunidades.
- El establecimiento de las normas técnicas de calidad de servicio de ZRA
- Las distintas alternativas de financiación y subsidios que facilitará la regulación.

El esquema general del régimen económico propuesto se muestra en el siguiente diagrama:

Figura 40. **Régimen económico**



Fuente: Regulación Eléctrica de Zonas Rurales Aisladas en Guatemala, Energía Sin Fronteras, año 2010.

A continuación se detallan los elementos propuestos. Debe hacerse constar que, si bien esta propuesta trata de ser coherente con los principios expresados anteriormente, y por tanto se entiende como un todo, aquí se detallan los elementos de forma separada, con el fin de facilitar su discusión y su posible modificación sin que ello afecte al resto de los elementos del modelo.

- Para cada una de las zonas consideradas, el INDE o la agencia responsable (OTEZRA) convocará un proceso de licitación competitiva. En dicho proceso los posibles inversores presentarán sus proyectos de suministro eléctrico para la zona en cuestión, y demandarán el subsidio que consideren necesario para posibilitar dicha inversión, en función de sus costos y de los ingresos previstos (que vendrán establecidos por la tarifa que se describe posteriormente).
- Las tarifas a cobrar a los usuarios serán establecidas por la Comisión Nacional de la Energía en función de los niveles de calidad del suministro, y no podrán ser superiores a la tarifa social de distribución de energía eléctrica. Podrán tener carácter monómico (sólo término de potencia en aquellas instalaciones que no consuman combustible, o que no impliquen la construcción de una micro red), o binómico, lo que implicará la necesidad de utilización de un contador o limitador, en los otros casos. Las tarifas deberán ser publicadas en cada comunidad.
- Aquel inversor que requiera el menor subsidio será declarado adjudicatario de la zona (aunque en la adjudicación se podrá conceder cierta prioridad a las iniciativas promovidas por entes locales). Para ello deberá firmar un contrato de suministro con el INDE, por el cual se compromete a suministrar electricidad, en unas condiciones determinadas de calidad, a

cualquier usuario que lo solicite en la zona considerada y en un horizonte temporal adecuado (en principio igual a la vida útil de las instalaciones).

- A partir de la firma de este contrato, el adjudicatario podrá percibir el subsidio requerido por cada punto de suministro eléctrico facilitado, con carácter exclusivo (aunque no es de carácter exclusivo la realización de instalaciones de electrificación). El subsidio provendrá del fideicomiso, y deberá ser autorizado y canalizado por OTEZRA, que lo periodificará de acuerdo con la tecnología utilizada para la electrificación, con los costos incurridos realmente, y en todo caso de forma que el subsidio no se perciba íntegramente al comienzo, sino de manera escalonada durante toda la vida de la inversión, como incentivo a su correcta operación y mantenimiento.
- Los adjudicatarios tendrán derecho a cobrar directamente la tarifa por parte de los usuarios.
- Los entes locales actuarán como defensores de los usuarios en caso necesario, tanto en términos de calidad de suministro como de pago de las tarifas.

4.9. Detalle de los procedimientos

El plan de electrificación de zonas rurales aisladas, estará desarrollado por el INDE, definirá las zonas en las que, por concurrir condiciones objetivas que hacen inviable el acceso a las redes eléctricas, se decide utilizar modelos alternativos de suministro de energía mediante el uso de sistemas de generación no conectados al Sistema Nacional Interconectado.

Planificación de las actuaciones. Con el Plan de Electrificación de las Zonas Rurales Aisladas (PEZRA) se pondrá en marcha el proceso de extender el suministro de electricidad a las zonas a las que no sea técnica o económicamente posible suministrar energía mediante la extensión de las redes de distribución de energía eléctrica y que, por estas razones, no han sido incluidas en el PER en los próximos 15 años. Se considera que este plan debe ser independiente del PER; no obstante, ambos planes, el PER y el PEZRA deben estar evidentemente coordinados.

El plan será un instrumento vinculante para los gobiernos, no solamente a nivel nacional sino también a nivel regional y local, tendrá una visión de largo plazo y estará sujeto a seguimiento periódico bianual de ajuste a los objetivos de eficiencia, eficacia y pertinencia del plan. De cada una de las revisiones bianuales se derivarán los sucesivos documentos técnicos de desarrollo del PEZRA.

Será necesario definir un mapa con las zonas rurales aisladas concretas a electrificar y establecer prioridades para su realización temporal, a través de criterios de priorización elaborados sobre bases objetivas y públicas. La elaboración del Plan requiere de un gran contacto y conocimiento de las comunidades, sin cuyo apoyo es difícil garantizar la sostenibilidad del suministro.

Se ha considerado aconsejable que el Instituto Nacional de Electrificación (INDE) sea el organismo encargado de desarrollar el PEZRA, asistido por una oficina técnica especializada (OTEZRA) que será la encargada de ejecutarlo, con el asesoramiento de un consejo consultivo que vigilará la adecuada participación de las comunidades en el proceso.

Licitación. Con el objetivo de optimizar el uso de los recursos, el modelo propuesto introduce elementos de competencia.

Como elemento clave para conseguir un proceso competitivo, el suministro de energía a las zonas rurales aisladas se hará mediante un procedimiento de licitación libre en el que se adjudicará el suministro a aquellos agentes públicos o privados que, cumpliendo las condiciones de calidad y sostenibilidad requeridas en el proceso de licitación, se comprometan a llevar a cabo el suministro con el menor subsidio.

No se ha considerado dentro del alcance del proyecto establecer los pliegos de condiciones de estos procesos, que deberán ser elaborados por el organismo competente que se cree al efecto (OTEZRA), algunas recomendaciones en este sentido. Los representantes de REGEZRA ofrecerán su asesoramiento durante el proceso de elaboración de estos procedimientos.

Operación. La operación de las instalaciones dedicadas al suministro de energía eléctrica en las zonas rurales aisladas, por su carácter de instalaciones descentralizadas, impone condiciones específicas que plantean cuestiones diferentes al suministro a través de las redes de distribución.

Lo más relevante de la adjudicación del proceso de licitación comprende exclusivamente la actividad de inversión y también debe hacerse cargo de la operación de las instalaciones y, en consecuencia, garantizar el suministro durante el plazo de tiempo establecido en la licitación.

El proyecto ha optado por esta última alternativa porque se considera que es imprescindible para garantizar la continuidad del suministro.

Sin embargo, en el caso de que el adjudicatario sea una empresa ajena a las comunidades a electrificar, se incentivará el que subcontrate la operación y mantenimiento de las instalaciones a entes o empresas locales, en aras tanto de la sostenibilidad del proceso de electrificación como del desarrollo local.

Tecnologías. Aunque en el modelo que se propone solo excluye a las no renovables, es indudable que las nuevas tecnologías basadas en el uso de sistemas de generación descentralizados ofrecen soluciones interesantes para el suministro de energía eléctrica en las zonas rurales aisladas, y en base al uso de estas tecnologías, se ha elaborado la propuesta regulatoria.

Resulta adecuada la utilización de centrales micro hidráulicas allá donde este recurso esté disponible. En el caso de Guatemala presenta especial interés el uso de la energía fotovoltaica, bien bajo la forma de instalaciones fotovoltaicas domiciliarias o bien mediante el uso de instalaciones concentradas a nivel de cada comunidad con el apoyo de pequeñas micro redes. Cada una de estas soluciones tiene sus ventajas e inconvenientes desde el punto de vista técnico y económico.

4.10. La Planificación del suministro de Electricidad a las Zonas Rurales Aisladas (PEZRA)

La planificación del suministro de electricidad a las zonas rurales aisladas ha sido considerada desde dos perspectivas, la planificación propiamente dicha, objeto de este apartado, y el desarrollo de esta planificación, que será analizado en el siguiente.

4.10.1. Definición PEZRA

El PEZRA constituirá un documento de gestión que contendrá los objetivos y estrategias para el desarrollo ordenado y priorizado de la electrificación de las zonas rurales aisladas.

Coherentemente con la obligación que por mandato constitucional tiene el gobierno de crear las condiciones objetivas encaminadas a proveer los servicios de electricidad a todos los ciudadanos guatemaltecos, el plan será un instrumento vinculante para los gobiernos, no solamente a nivel nacional sino también a nivel regional y local y estará sujeto a seguimiento periódico bianual de ajuste a los objetivos de eficiencia, eficacia y pertinencia del plan.

El objetivo deseable es alcanzar el suministro universal de electricidad a las comunidades aisladas objeto del plan, en un período de tiempo razonable y coherente con la disponibilidad de fondos que pueden ser destinados a este fin. Para ello, el primer paso es la evaluación del número de usuarios que serán objeto de suministro mediante soluciones dadas a sistemas aislados, que, como se dijo, pueden estar en el entorno del 5% de la población, con un costo global.

La hipótesis que se ha tomado como referencia en el proyecto es que el período de tiempo en el que se podría alcanzar el suministro universal es de 15 años. La concreción de estas cifras debe ser un objetivo prioritario del Plan porque de esta evaluación se deriva el conjunto de medidas a adoptar.

Como fruto de esta actividad, se definirá un mapa con las zonas a electrificar por sistemas aislados. Un criterio utilizable para la segregación de las zonas a electrificar por soluciones aisladas, podría ser el monto de la inversión necesaria para proveer el suministro.

En la actualidad la inversión promedio por usuario requerida para la extensión de redes se sitúa en el entorno de 800 \$/kWh. El establecimiento de un umbral de 1000 \$/kWh puede resultar razonable. La elaboración del mapa concreto de zonas a electrificar es compleja y debe coordinar la información referida a varios conceptos como son:

- Georreferenciación de todas las comunidades guatemaltecas con indicación de datos de población.
- Superposición de los datos relativos a los planes de electrificación mediante extensión de redes.
- Indicación de las comunidades que no tienen acceso a la red

En el contexto de este proyecto, se han utilizado herramientas informáticas que han permitido una primera respuesta a la identificación de comunidades aisladas. Las estrategias a adoptar para la electrificación ordenada y priorizada de las comunidades rurales aisladas son de diversa índole.

En primer lugar, están las estrategias de carácter tecnológico. Desde este punto de vista se considera importante desarrollar un plan de selección de las tecnologías a utilizar. La propuesta es que se analicen en primer lugar las posibilidades técnica y económicamente viables de utilización de micro centrales hidráulicas. Es muy probable que en los lugares en los que exista la posibilidad técnica de utilización de corrientes de agua con la finalidad de producir energía eléctrica, sea ésta la solución óptima desde el punto de vista económico.

En segundo lugar, están las estrategias de carácter económico. Una vez determinadas las comunidades a electrificar y el monto global aproximado de subsidios requeridos, es necesario elaborar un plan indicativo de acción. En este plan será preciso determinar el monto anual de las comunidades a electrificar y de los recursos económicos requeridos.

No se escapa que en esta fase del proceso existe un problema que puede ser complejo, que es el establecimiento de prioridades en la electrificación. Por ello, es aconsejable que se elaboren guías en las que queden determinados los criterios de priorización de las actuaciones de electrificación sobre bases objetivas. Criterios básicos para esta priorización pueden ser:

- Mayor densidad de localidades por área a electrificar
- Bajo coeficiente de electrificación en la zona
- Ubicación (mayor estado de aislamiento)
- Existencia de planes integrados de desarrollo en la zona
- Mayor implicación de los gobiernos departamentales y municipales
- Indicadores socioeconómicos como mayores índices de pobreza o analfabetismo

- Actividades productivas existentes o planificadas en la zona.

4.10.2. Responsabilidad

En el contexto del proyecto, y a través de las consultas realizadas se ha considerado aconsejable que el Instituto Nacional de Electrificación (INDE) sea el organismo encargado de desarrollar el Plan Nacional de Electrificación de las zonas rurales aisladas, en coordinación y con el apoyo del Ministerio de Energía y Minas y los gobiernos locales.

En el documento propuesta de regulación se indica que para el desarrollo y realización del proceso de electrificación sería aconsejable la creación de una Oficina Técnica Especializada (OTEZRA), incorporada en la Gerencia De Electrificación Rural (GER) del INDE, asimismo, se propone la creación de un consejo consultivo que asesore a OTEZRA.

4.10.3. Horizonte de aplicación

El plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas constituye un documento de gestión a largo plazo, con un horizonte de planeamiento de quince (15) años. Este plan, de largo plazo, tiene carácter orientativo y, lógicamente, deberá ser actualizado periódicamente.

Con este fin, el plan incorporará en su formulación un documento técnico de corto plazo que se desprende del plan nacional, y que deberá aprobarse bianualmente.

4.10.3.1. Integración del Plan de Electrificación de Zonas Rurales Aisladas dentro del Plan de Electrificación Rural (PER)

Aunque en este documento se propone que el Plan de Electrificación de las Zonas Rurales Aisladas tenga una identidad independiente, no cabe la menor duda de que este plan (PEZRA) deberá estar integrado en su totalidad en el plan de electrificación rural vigente en cada momento, con el propósito de evitar la duplicidad de esfuerzos y responder solidaria y subsidiariamente por igual a todos los habitantes del área rural de Guatemala. El PER y el PEZRA formarán por tanto un conjunto interrelacionado en el que se contemple el suministro eléctrico de todas las comunidades que todavía carecen de él.

4.10.3.2. Criterios de planificación a largo plazo y establecimiento de prioridades

El plan nacional de electrificación rural aislada deberá ser realizado de acuerdo a criterios de planificación que sean simples, claros, transparentes, ampliamente difundidos y consensuados, que serán definidos por el INDE teniendo en cuenta unos criterios básicos de priorización y la opinión del consejo consultivo de OTEZRA.

En función de todo ello el INDE, con la colaboración de OTEZRA y teniendo en cuenta la opinión del consejo consultivo de OTEZRA, establecerá una primera priorización de las áreas del país a electrificar, información que será recogida en el Plan nacional de Electrificación de Zonas Rurales Aisladas (PEZRA). El PEZRA estará sectorizado territorialmente en los pertinentes planes departamentales y municipales de electrificación de zonas rurales aisladas.

4.10.4. El desarrollo a corto plazo de la planificación del suministro de electricidad a las zonas rurales aisladas

Se propone que el plan nacional de electrificación para zonas rurales aisladas se complemente mediante una serie de documentos técnicos de desarrollo a corto plazo, que contendrán la relación y ubicación de los proyectos viables a realizar en las comunidades durante el periodo bianual.

El objetivo de los documentos técnicos de desarrollo a corto plazo, es adaptar el plan nacional de electrificación a las circunstancias concretas de cada momento y, en particular a los siguientes aspectos:

- La disponibilidad de fondos destinados a la electrificación de zonas rurales aisladas.
- El elemento clave para la realización del plan de electrificación de las zonas rurales aisladas es la cuantía real de fondos disponibles que han de permitir poner en marcha en cada periodo bianual concreto los procedimientos de licitación contemplados en el procedimiento propuesto.
- Las solicitudes presentadas por las comunidades, de acuerdo con las normas establecidas.

A diferencia del plan de electrificación rural, para la electrificación de las zonas rurales aisladas se ha considerado conveniente establecer un procedimiento de solicitud previa a la electrificación, de forma que, según el orden de prioridad establecido en el plan nacional de electrificación rural aislada, las comunidades más prioritarias serán informadas de ello y deberán presentar solicitudes formales a OTEZRA para formar parte del correspondiente documento técnico bianual de desarrollo a corto plazo del PEZRA.

La selección se hará teniendo en cuenta los criterios de prioridad marcados en el plan de electrificación rural aislada, las características particulares de necesidad y desarrollo sostenible de cada comunidad, y el sistema eléctrico y modelo de gestión más adecuado para el suministro de energía eléctrica solicitado. Se contemplarán las siguientes modalidades:

- Soluciones dispersas individuales. En esta modalidad cada vivienda dispondrá de su propio equipo de suministro eléctrico en base a

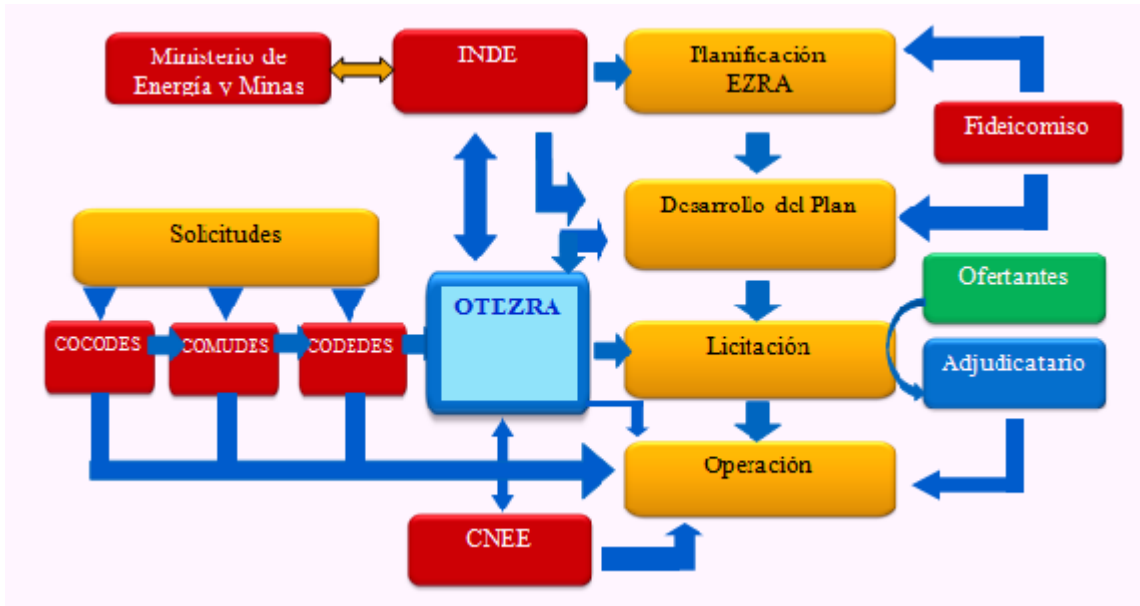
soluciones técnicas y económicamente adecuadas a esta especial modalidad de suministro.

- Soluciones basadas en estaciones de recarga de baterías, que permiten adecuar la generación con la carga y, de esta manera, optimizar el sistema, facilitar el mantenimiento, al hacerlo de forma centralizada.
- Micro red comunitaria. En esta alternativa se contempla la instalación de un centro generador desde el que se alimentarán los distintos domicilios y zonas comunes.
- Micro redes para el suministro de varias comunidades. En esta solución es posible la instalación de un centro de producción de energía eléctrica capaz de suministrar la energía a varias comunidades a través de redes de distribución interconectadas.

El documento técnico de desarrollo bianual del PEZRA establecerá el número de comunidades que pueden ser electrificadas en el periodo correspondiente, siguiendo las bases de priorización establecidas, la opinión del consejo consultivo de OTEZRA y los acuerdos adoptados en el comité técnico del fideicomiso.

A continuación, para una mejor comprensión, se expone un diagrama básico del modelo global propuesto.

Figura 41. **Modelo institucional propuesto para el consejo consultivo de OTEZRA**



Fuente: Regulación Eléctrica de Zonas Rurales Aisladas en Guatemala, Energía Sin Fronteras, año 2010.

Si algunas de las comunidades de las áreas prioritarias:

- No han presentado solicitud en el momento que le correspondía, y quieren ser electrificados más adelante presentando una solicitud.
- Sí han presentado solicitud pero no hay fondos suficientes en el actual período bianual para llevar a cabo su electrificación, se integrarán en el período siguiente.

Se tendrá en cuenta siempre el orden de priorización de áreas vigente en dicho momento establecido en el plan nacional de electrificación de las comunidades rurales aisladas.

Si en un área que ya ha sido electrificada, por cuestiones de crecimiento de población o migraciones, surgen nuevas comunidades que deseen ser electrificadas, éstas se incorporarán en el siguiente periodo bianual manteniendo el orden de priorización de áreas vigente en dicho momento establecido en el PEZRA.

4.10.5. Horizonte de aplicación

Los documentos técnicos de desarrollo del PEZRA tendrán carácter bianual y podrán ser revisados con la oportunidad que se requiera.

4.11. Programas de formación sobre electricidad y sus usos

Como parte del proceso de planificación, el Instituto Nacional de Electrificación deberá establecer programas de formación sobre la electricidad, sus ventajas y aplicaciones en las zonas rurales aisladas que, de acuerdo al plan nacional de electrificación para zonas rurales aisladas, vayan a ser electrificadas en cada momento.

4.12. Memoria económica

El plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas deberá estar acompañado de su correspondiente memoria económica en la que se recojan, con carácter indicativo, los costos estimados y los recursos asignados.

Un elemento esencial de esta memoria económica es la planificación de la financiación de los recursos requeridos para llevar a cabo la electrificación de las zonas rurales aisladas que, como ya se ha explicado, requieren la dotación de importantes subsidios.

4.13. Oficina Técnica de Electrificación de las Zonas Rurales Aisladas (OTEZRA)

El proyecto REGEZRA pretende remover un obstáculo al desarrollo como es la ausencia de instrumentos legales, que desincentiva a promotores y organizaciones comunales a desarrollar proyectos de abastecimiento eléctrico en las zonas rurales aisladas, para las que la extensión natural de las redes de suministro es excesivamente difícil o costosa.

Como se ha indicado, las tecnologías actuales basadas en energías renovables presentan soluciones viables y más económicas para la electrificación de estas zonas mediante sistemas aislados o micro redes, pero éstas requieren inversiones iniciales importantes, difíciles de recuperar sin ayuda pública, y, sobre todo, necesitan un tratamiento técnico, económico, social y administrativo adecuado, muy diferente, en general, del que actualmente se sigue para la extensión de las redes de suministro eléctrico. La regulación necesaria para ordenar este tratamiento diferencial es el objetivo concreto del proyecto REGEZRA.

Las claves del marco regulatorio propuesto en REGEZRA se basan en los siguientes hechos especialmente significativos en el suministro de electricidad a las zonas que nos preocupan:

- La necesidad de utilizar sistemas distribuidos de producción de electricidad, que requieren instalaciones pequeñas, sencillas de mantener, pero muy numerosas y alejadas unas de otras.
- La conveniencia de que estas instalaciones aprovechen bien la ventaja de poder utilizar los recursos locales de energía primaria de forma eficiente y sostenible desde el punto de vista medioambiental.
- El alto costo de inversión inicial de estas instalaciones, que requieren subsidios para animar a la iniciativa privada a participar en la tarea.
- La escasa capacidad de pago de los usuarios finales, que requiere establecer también subsidios al consumo para asegurar la sostenibilidad del servicio.
- La obligación del Estado de otorgar estos subsidios de forma transparente, con amplia difusión y respetando los principios de la libre competencia, lo que requiere seguir un proceso de licitación y autorización bien gestionado.
- La necesidad de establecer normas técnicas adecuadas a este tipo de instalaciones, considerando que el servicio ofrecido debe tener calidad similar al servicio suministrado a través de la red, pero teniendo en cuenta las tecnologías utilizadas, las aplicaciones a las que deben atender, y su situación de lejanía de los grandes centros de mantenimiento y servicios técnicos especializados.
- La necesidad de que, para garantizar que la electricidad suministrada es utilizada como motor del desarrollo de la zona, todos los implicados en el

proceso de electrificación deben ser conscientes de este hecho, lo que requiere que las comunidades electrificadas acepten y deseen el reto desde el mismo comienzo del proceso de planificación.

- La conveniencia de que este proceso esté en línea con los planes locales de desarrollo de las regiones o municipalidades que se deban electrificar, lo que hace obligada la participación, desde el principio, de las autoridades locales y regionales correspondientes.
- La limitada capacidad técnica y de gestión de las comunidades beneficiadas, que requiere una ayuda especial desde el gobierno, tanto en los aspectos de fortalecimiento de las instituciones locales, como en el de formación elemental de las personas en los conceptos básicos de la energía y su capacidad para el desarrollo.
- La conveniencia de que sean las propias comunidades quienes participen como promotores, mantenedores o gestores del servicio en alguna o todas las partes del proceso, lo que a su vez puede actuar como base para la creación de otras capacidades y el desarrollo posterior de la zona.
- La conveniencia de establecer una adecuada planificación de todo el proceso de electrificación de las zonas rurales aisladas, que priorice las actuaciones en base a indicadores socioeconómicos de las comunidades, como los índices de pobreza, alfabetización, electrificación o actividad productiva, y no en base al costo de la electrificación.
- La obligación de que todo el proceso este planificado y controlado por el Gobierno a través de sus órganos competentes como máximo

responsable de la electrificación del país, y sea transparente, claro y coherente con el plan general de electrificación rural.

El proyecto REGEZRA considera que todas estas cuestiones hacen necesaria la creación de un cuerpo técnico formado por personas especializadas en el conocimiento de las tecnologías adecuadas para la producción de electricidad y de la situación y posibilidades de aprovechamiento sostenible de los recursos energéticos naturales de las regiones; que estén familiarizados con la situación socioeconómica de las comunidades y con su capacidad de gestión del servicio eléctrico y de la promoción del desarrollo de las zonas; y en general, que sean muy conscientes de todas las cuestiones relacionadas con la filosofía que inspira todo el proceso de electrificación de las zonas rurales aisladas.

4.13.1. El proceso de electrificación

En principio, la actividad de generación, distribución y suministro de energía eléctrica a las comunidades rurales aisladas tiene que:

- Ser técnicamente adecuada a las características de las instalaciones utilizadas, que son instalaciones pequeñas, aisladas y modulares, muy diferentes a las instalaciones incorporadas a la red general.
- Incorporar medidas incentivadoras para los emprendedores, estar subsidiada en un marco económico claro y transparente, y, ser asequible para los usuarios, con tarifas adaptadas a su capacidad de pago.

Desde el punto de vista técnico, los proyectos a desarrollar utilizan tecnologías diferentes a las utilizadas en el suministro a través de las redes de

distribución de energía eléctrica, que son, en general, de tamaño menor, y si bien se trata de tecnologías sencillas, la dispersión, alejamiento y el elevado número de instalaciones requieren condiciones específicas para garantizar su correcto funcionamiento.

Las soluciones tecnológicas que se adopten deben ser amigables con el ambiente y, además, auto sostenibles; deben ser adecuadas a los recursos locales de energía disponibles en el entorno, deben ser de fácil mantenimiento y estar diseñadas teniendo en cuenta las necesidades concretas de los usuarios, y su capacidad para promover el desarrollo de la zona.

En general, lo más usual, serán las instalaciones de energías renovables, desde la micro hidráulica, solar o eólica, hasta el biogas o la biomasa, que deberían ser consideradas como primera opción para una solución a largo plazo, pero dada la necesidad que se pretende cubrir, promover el desarrollo de la zona, además se descarta la utilización de combustibles fósiles.

Algunas de estas tecnologías son todavía de desarrollo reciente y debe cuidarse de que no sean utilizadas como sistemas de prueba, sino que deben seleccionarse solamente sistemas que garanticen la producción de electricidad con poco mantenimiento y bajo costo.

Las formas técnicas de solución del problema pueden ser también muy diferentes. Se consideran:

- Soluciones dispersas individuales, en las que cada vivienda dispondrá de su propio equipo de suministro eléctrico en base a soluciones técnicas y económicamente adecuadas a esta especial modalidad de suministro.

- Micro red comunitaria, en la que se instalará un centro generador desde el que se alimentarán los distintos domicilios y zonas comunes.
- Micro redes para el suministro de varias comunidades en la que se instalará un centro de producción de energía eléctrica capaz de suministrar la energía a varias comunidades a través de redes de distribución interconectadas.

Se considera importante desarrollar un plan de selección de las tecnologías a utilizar. Para hacer una gestión correcta y evitar una selección inadecuada de las soluciones, es necesario tener un buen conocimiento de todos los sistemas disponibles, de sus características concretas, de la situación de la tecnología, de su adecuación a la zona y a las necesidades de los usuarios, y de su potencial costo final en comparación con otras tecnologías o soluciones disponibles.

En cualquier caso, las soluciones deben ir acompañadas de programas de formación que capaciten a los usuarios a sacar el mayor beneficio de los servicios energéticos y a capacitarles para ir abordando progresivamente las tareas de mantenimiento de las instalaciones y de gestión de los servicios, que será la forma más razonable de optimizar el sostenimiento del suministro durante el tiempo de vida de la instalación.

La formación debe incluir también las cuestiones relacionadas con el proceso de electrificación y la forma de solicitar la inclusión de las comunidades en la planificación y ejecución del proceso. Todos estos criterios habrán de ser tenidos en cuenta en la decisión final, y para ello, se requiere personal con la capacidad técnica adecuada, que sea capaz de evaluar

correctamente las ofertas presentadas por los promotores y asesorar al INDE en la decisión final.

Desde el punto de vista económico, el suministro de energía a las zonas rurales aisladas exige un importante volumen de inversiones que serán llevadas a cabo durante un largo periodo de tiempo. Indudablemente, ello ha de requerir una planificación de la realización de estas inversiones en un horizonte temporal amplio, sobre todo teniendo en cuenta que estas inversiones han de ser necesariamente financiadas mediante subsidios, pero también requiere una correcta ejecución temporal en el corto plazo, que garantice la priorización adecuada de las zonas a electrificar y la optimización de los recursos disponibles.

Tanto el proceso de electrificación en su conjunto, como la selección de las soluciones tecnológicas posibles, presentan condiciones económicas particulares que las diferencian del desarrollo de las redes de distribución, no solo en el costo inicial de las instalaciones, sino muy especialmente en lo referente a las condiciones de mantenimiento y sostenibilidad del servicio, y a las posibilidades de su actuación futura en relación con el desarrollo de la zona.

La primera condición será establecer un criterio básico para separar las comunidades que han de ser suministradas a través de las redes, de aquellas que serán suministradas mediante soluciones aisladas, utilizando las nuevas tecnologías anteriormente citadas cuyo costo final es inferior. La concreción de las zonas a electrificar mediante soluciones de sistemas aislados debe ser un objetivo prioritario del proceso de electrificación. Ello va a suponer una cuidadosa caracterización de las zonas a electrificar y una estimación comparada de los costos de la electrificación mediante las dos alternativas.

La elaboración del mapa concreto de zonas a electrificar es compleja y debe coordinar la información referida a varios conceptos: georreferenciación de las comunidades de Guatemala y de sus circunstancias socioeconómicas, identificación de aquellas que no tienen suministro, y superposición de datos relativos a los planes de electrificación mediante redes. Será necesario utilizar sistemas informáticos adaptados.

Una vez determinadas las comunidades a electrificar y el monto global aproximado de subsidios requeridos, es necesario elaborar un plan indicativo de acción. En este plan será preciso determinar el monto anual de las comunidades a electrificar y de los recursos económicos requeridos.

Es aconsejable elaborar guías en las que queden determinados los criterios de priorización de las actuaciones de electrificación sobre bases objetivas. Finalmente, desde el punto de vista social, la electrificación de las zonas rurales aisladas requiere de un gran contacto y conocimiento de las comunidades, sin cuyo apoyo es difícil garantizar la sostenibilidad del suministro.

Para asegurar el conocimiento y apoyo de las comunidades, deben tenerse muy en cuenta las características de la población que tiene que ser atendida:

- La ubicación geográfica de estas comunidades está en sitios pocos accesibles por falta de infraestructuras de comunicación y por la orografía y vegetación del terreno.
- Es una población dispersa, con núcleos minúsculos, y en muchos casos, exclusivamente familiares.

- Sus ingresos son muy bajos y practican una agricultura de subsistencia
- En su gran mayoría, son indígenas de las diferentes etnias del país y con poco conocimiento del idioma español.

Es por ello que la población beneficiaria deberá verse normalmente representada por las autoridades locales, responsables de expresar sus deseos, y serán los organismos de gestión local y regional -Asociación Nacional de Municipalidades (ANAM), Comités Comunitarios de Desarrollo (COCODES), Comités Municipales de Desarrollo (COMUDES), Comités Departamentales de Desarrollo (CODEDES)- los que tendrán que relacionarse con las instituciones nacionales de electrificación y regulación, INDE y CNEE. Será necesario canalizar adecuadamente este contacto y la participación de los órganos mencionados.

4.13.2. Organización y funcionamiento

Teniendo en cuenta que el INDE, posee la experiencia de la gerencia de electrificación rural, encargada de la planificación de los proyectos del plan de electrificación rural ejecutados mediante el fideicomiso correspondiente y de atender a todo lo relacionado con la electrificación de mas de 3000 comunidades, se puede crear OTEZRA directamente ligada a la gerencia de electrificación rural del INDE. OTEZRA apoyara sus decisiones en un consejo consultivo. Las funciones del consejo consultivo serán:

- Aconsejar en la redacción del plan nacional de electrificación de zonas rurales aisladas, que elaborará el INDE.

- Dar su aprobación a los requerimientos que deban cumplir las solicitudes de electrificación de las comunidades rurales aisladas para su verificación.
- Dar su aprobación a los pliegos de condiciones necesarios para los diferentes procesos de licitación pública.

El consejo consultivo de OTEZRA estará constituido por:

- Un representante del Instituto Nacional de Electrificación, que será su presidente, Representantes de los Ministerios de Energía y Minas, y de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Representantes de las Municipalidades de las comunidades rurales aisladas y de los Consejos Comunitarios de Desarrollo.

OTEZRA estará formada por un director y un equipo técnico. Los miembros del equipo técnico serán conocedores de las realidades de las comunidades rurales aisladas y expertos en la electrificación de las mismas. Desempeñarán sus funciones a tiempo completo.

Para un mayor conocimiento de las realidades locales y una mayor eficacia y efectividad en sus funciones, OTEZRA podrá descentralizar algunas de ellas, estableciendo oficinas delegadas en los departamentos donde lleve a cabo sus actividades, podrá requerir la asesoría profesional de empresas consultoras y expertos, cuando se requieran.

OTEZRA tendrá presupuesto propio para el financiamiento de sus funciones, recibirá del fideicomiso correspondiente los fondos necesarios para la ejecución de las responsabilidades asignadas en relación con los procesos de licitación y autorización y la gestión de los subsidios correspondientes.

OTEZRA, a través del INDE, rendirá cuentas a la Contraloría General de Cuentas de la Nación. El documento de creación de OTEZRA deberá asignar a ésta las capacidades necesarias para el desarrollo de las tareas que le hayan sido encomendadas.

4.14. Propuesta básica de regulación EZRA

Considerando: Que la Constitución Política de la República de Guatemala en su Artículo 119 obliga al Estado a impulsar activamente programas de desarrollo rural que tiendan a incrementar y diversificar la producción nacional, y a crear las condiciones adecuadas para promover la inversión de capitales nacionales y extranjeros.

Considerando: Que la Ley de Desarrollo Social en su Artículo 10 obliga al Estado a evaluar y adecuar periódicamente los planes, programas y políticas de desarrollo económico y social, con el fin de asegurar que las políticas públicas cumplan con el mandato constitucional de promover el desarrollo integral de la población, y a integrar los grupos en situación de vulnerabilidad y marginados al proceso de desarrollo nacional.

Considerando: Que la Ley de Desarrollo Social en su Artículo 16 establece que los planes y programas de desarrollo social y de la población destinarán acciones y medidas específicas para atender a las áreas precarias, y que para su ejecución, el Estado asignará los recursos humanos, técnicos y financieros necesarios para lograr el desarrollo de las personas y las familias que forman parte de estas áreas.

Considerando: Que la importancia de la electricidad en el desarrollo sostenible de los pueblos hace necesario que todas las personas que lo deseen puedan tener acceso al suministro de energía eléctrica, y no solamente las comunidades que pueden ser conectadas a las redes de distribución de energía eléctrica.

Considerando: Que es responsabilidad del Gobierno de la Republica como coordinador y ente subsidiario del desarrollo nacional promover el acceso al suministro de electricidad a las comunidades ubicadas en zonas rurales aisladas, con el objeto de mejorar el nivel de vida de todos los guatemaltecos, especialmente los habitantes de las regiones del interior del país que actualmente no gozan de este servicio esencial básico para el desarrollo.

Considerando: Que la Constitución Política de la República de Guatemala en su Artículo 129 declara de urgencia nacional la electrificación del país, con base en planes formulados por el Estado, las Municipalidades y la iniciativa privada.

Considerando: Que las redes de distribución de energía eléctrica no cubren la totalidad del territorio nacional y teniendo en cuenta que es función del Estado establecer las normas reglamentarias fundamentales que faciliten y permitan el abastecimiento mínimo necesario de energía eléctrica a las zonas no cubiertas, permitiendo su desarrollo social y económico.

Considerando: Que la Ley General de Electricidad en su Artículo 47 da la posibilidad de otorgar recursos para costear total o parcialmente la inversión en proyectos de electrificación rural, de beneficio social o de utilidad pública, en forma de subsidios; y que según el Artículo 77 del Reglamento de la Ley

General de Electricidad es el Ministerio el responsable de fijar el procedimiento para resolver la procedencia o improcedencia de los proyectos.

Considerando: Que el decreto número 93-96 del Congreso de la República, Ley General de Electricidad, en su artículo 44 determina que la conformación, mecanismos de financiamiento y licitación, órganos de gestión y agentes implicados en la electrificación de las zonas rurales aisladas, sea regulado de conformidad con la Ley General de Electricidad, su reglamento y su propio reglamento específico.

Considerando: Que el suministro de electricidad en las zonas rurales aisladas, deberá realizarse, en todo lo posible, en condiciones económicas y de calidad similar a las que se aplican a las personas que tienen acceso a las redes de distribución, para lo que podrán establecerse subsidios como elemento de apoyo cuyo diseño responderá a criterios de neutralidad que eviten riesgos no deseados de distorsión económica.

Considerando: Que de conformidad con lo establecido en la Ley General de Electricidad, corresponde a la Comisión Nacional de Energía Eléctrica elaborar el reglamento específico que regule la actuación de los diferentes agentes sociales, financieros, técnicos, económicos de forma que se acometa de forma eficiente el suministro de electricidad a las zonas rurales aisladas en Guatemala.

Por Tanto: En el ejercicio de las funciones que le confiere el artículo 4 de la Ley General de Electricidad, del Congreso de la Republica.

Resuelve: Emitir la siguiente: Norma de regulación para el suministro eléctrico a las zonas rurales aisladas.

4.15. Norma de Regulación para el Suministro Eléctrico a las Zonas Rurales Aisladas

Artículo 1. Finalidad. Esta norma tiene la finalidad establecer la reglamentación necesaria para la promoción y el desarrollo eficiente y sostenible de la electrificación de zonas rurales aisladas, para que las personas que viven en estas comunidades dispongan de este suministro esencial en condiciones equitativas, que permita mejorar su calidad de vida, combatir la pobreza y desincentivar migraciones no deseadas del campo a la ciudad.

Artículo 2. Objeto. Ampliar el marco normativo vigente con el objeto de garantizar el suministro de electricidad a las zonas rurales aisladas.

Artículo 3. Ámbito de aplicación. Los aspectos jurídicos, económicos, sociales, medioambientales y de participación ciudadana que se regula en esta norma serán de aplicación a las actividades, servicios y personas establecidas en aquellas zonas que se definan como zonas rurales aisladas, a efectos de su electrificación.

Artículo 4. Utilidad pública. Esta norma se considera de utilidad pública porque responde a la declaración de la electrificación rural como urgencia nacional en la Constitución Política de la República de Guatemala. Por ello, estarán sujetos a las servidumbres que, en la Ley General de Electricidad, se establezca para la actividad de distribución de energía eléctrica.

Artículo 5. Competencias. El Ministerio de Energía y Minas, a través del Instituto Nacional de Electrificación (INDE), es competente en materia de electrificación rural, para lo cual coordina con los gobiernos regionales y locales, empresas concesionarias de la distribución eléctrica y de electrificación rural, y demás entidades y programas del Gobierno, relacionadas con la planificación y ejecución de obras de electrificación rural aislada y su administración, operación o mantenimiento.

Artículo 6. Función promotora. El Ministerio de Energía y Minas promueve la planificación nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas, de la que forman parte los respectivos planes regionales de electrificación rural. La promoción comprende las etapas de planeamiento y licitación, así como los proyectos cofinanciados por convenios internacionales.

Artículo 7. Creación de nuevos órganos. Para el desarrollo de esta función promotora se creará un Órgano Técnico Especializado en la Electrificación de las Zonas Rurales Aisladas (OTEZRA), y un fideicomiso para los fondos destinados a dicha actividad.

Artículo 8. Descentralización. En la solicitud, calificación y desarrollo de la electrificación de las zonas rurales aisladas participarán los Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES), Consejos Municipales de Desarrollo (COMUDES), empresas municipales de suministro de energía, empresas de desarrollo rural y empresas privadas.

Artículo 9. Marco Legislativo vigente. La presente norma es conforme con la declaración de la electrificación rural como urgencia nacional en la Constitución Política de la República de Guatemala (Artículo 129).

Las disposiciones de la presente norma se aplican, dentro del marco de la Ley General de Electricidad y el Reglamento General de Electricidad, y estarán relacionadas con la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable (Decreto Número 52-2003).

Artículo 10. Supervisión. La Comisión Nacional de la Energía Eléctrica será la encargada de supervisar el correcto cumplimiento de la presente Pieza Regulatoria, en lo que se refiere a las obligaciones de los adjudicatarios en los procesos de licitación, a la protección de derechos de los usuarios, a la prevención de conductas atentatorias contra la libre competencia y a prácticas abusivas o discriminatorias.

Artículo 11. Definiciones. Para los efectos de esta norma se establecen las siguientes definiciones que serán aplicables a los servicios, actividades y personas que desarrollen las actividades de electrificación de las ZRA.

- Zona rural aislada. Aquella parte del territorio nacional que por su dificultad de acceso o por razones económicas resulta actualmente inviable su conexión a las redes de distribución, estando excluidas del Plan de Electrificación Rural a través de la extensión de redes eléctricas en el horizonte de los próximos quince (15) años.
- Zona rural aislada electrificada. Se considerará electrificada una zona rural aislada cuando todos y cada uno de los hogares que deseen recibir un servicio mínimo de abastecimiento eléctrico pueden acceder a él.
- Comunidad rural aislada. Son aquellas comunidades situado dentro de una zona rural aislada electrificada.

- Sistemas eléctricos rurales aislados. Son sistemas eléctricos de generación y distribución, desarrollados por medio de micro redes o sistemas individuales, situados fuera de las redes eléctricas del Sistema Nacional Interconectado, realizados o no con energías renovables.
- Tarifa. Se entenderá como tarifa a la contraprestación económica que el usuario ha de pagar a cambio del servicio eléctrico rural de acuerdo a lo establecido por la CNEE.
- Capacidad de pago. Medios económicos de que disponen los usuarios para hacer frente a las tarifas asociadas al suministro eléctrico.
- Inversión inicial. Total de los gastos de gestión, equipos eléctricos y de primera instalación asociados al proyecto presentado en el proceso de licitación para atender al suministro eléctrico demandado.
- Empresa cooperativa. A los efectos de la presente norma se aplicará la definición expuesta en la Ley General de Cooperativas, Decreto 82/78, de 7 de diciembre de 1978.
- Empresa Estatal
- Municipal
- Empresa descentralizada de servicios
- Ente local: Son los CODEDES, COMUDES y COCODES
- Servicios de interés comunitario: Se considerarán como tales los que se refieran a servicios de salud, educación, suministro de agua y de desarrollo de la organización comunitaria.

- Usuario equivalente: Por defecto, cada conexión eléctrica corresponde a un usuario equivalente. Sin embargo, las conexiones que correspondan a usos comunitarios, de agua potable, salud, educación o productivos.
- Agente promotor: Municipalidades o comunidades, personas físicas o personas jurídicas.

4.15.1. Plan Nacional de Electrificación de Zonas Rurales Aisladas a Largo Plazo

Artículo 12. Definición. El plan nacional de electrificación de zonas rurales aisladas a largo plazo constituye un documento de gestión que contiene las políticas, objetivos y estrategias para el desarrollo ordenado y priorizado de la electrificación de las comunidades rurales aisladas.

Este plan será un instrumento vinculante para los gobiernos regionales y locales y estará sujeto a seguimiento periódico bianual de ajuste a los objetivos de eficiencia, eficacia y pertinencia del mismo. De cada una de dichas revisiones bianuales se derivarán los sucesivos Planes Nacionales de electrificación de zonas rurales aisladas, a corto plazo, con vigencia de dos años.

Artículo 13. Responsabilidad. El INDE desarrollará el plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a largo plazo, en coordinación y con el apoyo del Ministerio de Energía y Minas y los gobiernos locales, atendiendo a los planes regionales de electrificación rural descentralizada con energías renovables.

Artículo 14. Horizonte de aplicación. El plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a largo plazo constituye un documento de gestión a largo plazo, con un horizonte de planeamiento de quince (15) años. El plan incorporará en su formulación un documento técnico de corto plazo que se desprende del plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas, a largo plazo, y que deberá aprobarse bianualmente.

Artículo 15. Integración del plan de electrificación rural aislada a largo plazo dentro del plan de electrificación rural. Estará integrado en su totalidad en el plan de electrificación rural vigente en cada momento, con el propósito de evitar la duplicidad de esfuerzos y responder solidaria y subsidiariamente por igual a todos los habitantes del área rural de Guatemala.

Artículo 16. Criterios de planificación a largo plazo y establecimiento de prioridades. Deberá ser realizado de acuerdo a unos criterios de planificación que sean simples, claros, transparentes, ampliamente difundidos y consensuados, que serán definidos por el INDE teniendo en cuenta la opinión del consejo consultivo de OTEZRA.

En la realización del plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a largo plazo no se tendrán en cuenta los costos de la electrificación. Se considerarán solamente indicadores socioeconómicos como los índices de pobreza, alfabetización, electrificación o actividad productiva. En base a esto el INDE, teniendo en cuenta la opinión del consejo consultivo de OTEZRA, establecerá una priorización de las áreas del país a electrificar, que será la información contenida en el plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a largo plazo.

4.15.2. Participación ciudadana en el proceso

Para el desarrollo de cada plan nacional de electrificación las zonas rurales aisladas a corto plazo se tendrán en cuenta las solicitudes de electrificación de los entes locales de las áreas del país que, según el plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a largo plazo, sea el momento de electrificar.

Artículo 17. Definición. El plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a largo plazo se desarrollará a corto plazo mediante una serie de planes nacionales de electrificación de zonas rurales aisladas a corto plazo, que tendrán en cuenta los fondos disponibles para dicha actividad en cada período.

Artículo 18. Solicitudes de electrificación. Según el orden de prioridad establecido en el plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a largo plazo, las comunidades más prioritarias serán informadas y deberán presentar solicitudes formales a OTEZRA para formar parte del plan a corto plazo.

Los agentes promotores presentarán, a través de los consejos municipales de desarrollo, las solicitudes de electrificación de las municipalidades a OTEZRA. Dichas solicitudes habrán de acogerse a un formato tipo elaborado por OTEZRA. Cada municipalidad deberá presentar una solicitud conjunta de todas las comunidades que engloba. Para que estas solicitudes sean consideradas válidas deberán estar firmadas por todos los miembros del consejo municipal de desarrollo.

Artículo 19. Programas de formación sobre electricidad y sus usos. Como parte del proceso de planificación, el Instituto Nacional de Electrificación deberá establecer programas de formación sobre la electricidad, sus ventajas y aplicaciones en las comunidades rurales aisladas que, de acuerdo al plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a largo plazo, vayan a ser electrificadas en cada momento. El objetivo de estos programas es difundir el conocimiento sobre energía eléctrica y sus ventajas en las comunidades que no disponen de ella y que, para poder ser beneficiarias del plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a corto plazo, deberán presentar solicitudes formales.

Artículo 20. Validación y Selección de las solicitudes. Los servicios técnicos del OTEZRA, analizarán las solicitudes presentadas con los procedimientos objetivos establecidos y comunicarán sus observaciones en el plazo máximo de un mes. Una vez transcurrido dicho plazo la solicitud será considerada formalmente válida. De entre todas las solicitudes validadas, llevarán a cabo una selección teniendo en cuenta las características particulares de necesidad y desarrollo sostenible de cada comunidad, y el sistema eléctrico y modelo de gestión más adecuado para el suministro de energía eléctrica solicitado. Se contemplarán las siguientes modalidades:

- Soluciones dispersas individuales. En esta modalidad cada habitante dispondrá de su propio equipo de suministro eléctrico en base a soluciones técnicas y económicamente adecuadas a esta especial modalidad de suministro.
- Micro red comunitaria. En esta alternativa se contempla la instalación de un centro generador desde el que se alimentarán los distintos domicilios y zonas comunes.

- Micro redes para el suministro de varias comunidades. En esta solución es posible la instalación de un centro de producción de energía eléctrica capaz de suministrar la energía a varias comunidades a través de redes de distribución interconectadas.

4.15.3. Planes nacionales de electrificación de zonas rurales aisladas a corto plazo

Para el plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a corto plazo se establecerá el número de comunidades que pueden ser electrificadas.

Artículo 21. Criterios de planificación a corto plazo y establecimiento de prioridades. Para ello el INDE, deberá de tomar en cuenta:

- El orden de áreas prioritarias establecido en el plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a largo plazo.
- Las solicitudes de electrificación presentadas por las municipalidades de las áreas que vayan a ser objeto de electrificación.
- La opinión del consejo consultivo de OTEZRA
- La disponibilidad de recursos en cada período, así como los costos de electrificación por cada zona.
- Los criterios de optimización en la asignación de recursos por familia y el retorno económico por el impacto del proyecto en el desarrollo rural.

- Establecerá la priorización de comunidades que se plasmará en el plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a corto plazo.

Artículo 22. Igualdad en criterios de planificación. A igualdad en los criterios de priorización establecidos, se distribuirán los fondos atendiendo al criterio de proporcionalidad. Se entiende por tal el reparto de los fondos disponibles en cada periodo entre las diferentes zonas atendiendo al número de municipalidades electrificadas, y en proporción al número de personas cuyas comunidades han presentado una formulación válida. Dentro de cada municipalidad el consejo municipal de desarrollo establecerá la prioridad de las comunidades de su municipio a electrificar.

Artículo 23. Conservación de Prioridades. Si algunas de las comunidades de las áreas prioritarias:

- No han presentado solicitud en el momento que le correspondía, y quieren ser electrificados más adelante presentando una solicitud.
- Sí han presentado solicitud pero no hay fondos suficientes en el actual el plan nacional de electrificación de las comunidades rurales aisladas a corto plazo para llevar a cabo su electrificación, se integrará su electrificación en el plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a corto plazo siguiente. Para ello se tendrá en cuenta el orden de priorización de áreas vigente en dicho momento establecido en el plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a largo plazo.

Artículo 24. Electrificación de comunidades. Si en un área que ya ha sido electrificada, por cuestiones de crecimiento de población o migraciones, surgen nuevas comunidades que deseen ser electrificadas, éstas se incorporarán en el siguiente plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a corto plazo. Para ello se tendrá en cuenta el orden de priorización de áreas vigente en dicho momento establecido en el plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a largo plazo.

Artículo 25. Memoria económica. El plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas deberá ser acompañado de su correspondiente memoria económica en la que se recojan con carácter indicativo los costos estimados y recursos asignados. Adicionalmente desarrollara indicadores objetivos contrastables que le permitan medir el impacto de los avances logrados.

4.15.4. Órgano técnico especializado de electrificación de las zonas rurales aisladas, Artículo 26. Constitución

Se crea el órgano técnico especializado para la electrificación de las zonas rurales aisladas (OTEZRA) para el ejercicio de sus atribuciones y de las siguientes funciones:

- Participar y colaborar activamente con el Instituto Nacional de Electrificación en la elaboración de los planes nacionales de electrificación de las zonas rurales aisladas a largo y a corto plazo.
- Colaborar en el establecimiento del orden de prioridad de las comunidades contenidas en dichos planes.

- Gestionar los fondos específicamente habilitados para el desarrollo de la electrificación de las zonas rurales aisladas y especificar, en cada año, el valor máximo de los recursos económicos que se podrán otorgar para dicha actividad.
- Comprobar que las solicitudes de electrificación de las comunidades rurales aisladas cumplen con los requisitos establecidos.
- Promover la participación privada en la actividad de electrificación rural aislada. Para ello, pondrá en marcha y gestionará los procesos de licitación de acuerdo con las disponibilidades económicas de cada ejercicio anual. Después, resolverá sobre las ofertas presentadas y otorgará en cada caso las autorizaciones administrativas correspondientes.
- Controlar el desarrollo de los proyectos en sus fases de construcción y explotación y supervisar el cumplimiento de los pliegos de condiciones.
- Asegurarse de la correcta representación de los agentes locales en los procesos de decisión.

Artículo 27. Delegación de funciones del Ministerio de Energía y Minas en OTEZRA. El Ministerio de Energía y Minas delegará en OTEZRA las funciones necesarias para el correcto desarrollo de su actividad.

Artículo 28. Dependencia funcional. OTEZRA será un organismo incorporado en el Instituto Nacional de Electrificación, pero con independencia funcional.

Artículo 29. Organización y funcionamiento. OTEZRA estará formado por un Director, nombrado por el gerente del Instituto Nacional de Electrificación, que estará al frente de un equipo técnico. Éstos apoyarán sus decisiones en las opiniones de un consejo consultivo.

OTEZRA tendrá presupuesto propio destinando los fondos asignados en él para el financiamiento de sus fines. Para un mayor conocimiento de las realidades locales, lo que redundará en una mayor efectividad y eficacia en el desarrollo de sus funciones, OTEZRA podrá descentralizar algunas de sus funciones, estableciendo oficinas delegadas en los departamentos donde lleve a cabo sus actividades.

Artículo 30. Equipo técnico. Sus miembros serán conocedores de los problemas de las comunidades rurales y expertos en la electrificación de las mismas. Desempeñarán sus funciones a tiempo completo y con exclusividad para la misma.

Artículo 31. Consejo consultivo. El consejo consultivo estará presidido por el representante del Ministerio de Energía y Minas o del Instituto Nacional de Electrificación y constituido por miembros de las Municipalidades de las comunidades rurales aisladas, de los consejos comunitarios de desarrollo y de los Ministerios de Energía y Minas y de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Sus funciones serán:

- Dar consejos sobre la elaboración de los planes nacionales de electrificación de las zonas rurales aisladas a largo y a corto plazo que elaborará el INDE.

- Dar su aprobación a los requerimientos que deban cumplir las solicitudes de electrificación de las comunidades rurales aisladas para su validación.
- Dar su aprobación a los pliegos de condiciones necesarios para los diferentes procesos de licitación pública.

4.15.5. Recursos económicos para la electrificación de las zonas rurales aisladas, Artículo 32. Origen de los recursos

Los fondos necesarios para llevar a cabo la actividad de electrificación rural aislada podrán provenir de:

- Fondos provenientes de tarifas, que se podrá nutrir de un posible canon establecido para los usuarios de red.
- Tarifas soportadas por los usuarios de los sistemas aislados que les abastecen
- Fuentes de financiamiento externo constituidas por:
 - Líneas de créditos reembolsables
 - Donaciones procedentes de instituciones multilaterales y agencias de cooperación internacional.

Artículo 33. Fideicomiso. Todos los fondos no provenientes de las tarifas soportadas por los usuarios de los sistemas aislados se integrarán en un fideicomiso. OTEZRA determinará los fondos a utilizar en cada ejercicio, que serán destinados a materializar lo que se haya establecido en el plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a corto plazo.

El fideicomiso constituido para la electrificación de las comunidades rurales aisladas tendrá, por lo tanto, la responsabilidad de recibir y mantener en depósito, debidamente administrados, los fondos destinados a la electrificación de las zonas rurales aisladas.

Artículo 34. Gestión de los recursos. Los recursos establecidos en el artículo 25, serán gestionados con total transparencia por OTEZRA, preservando su exclusiva utilización a los fines previstos en la presente norma. Promoción de la iniciativa privada para la actividad de electrificación de las zonas rurales aisladas.

Artículo 35. Régimen general. Conforme a lo establecido en la Ley General de Electricidad es libre la generación, el transporte y la distribución de electricidad, sin más limitaciones que las reconocidas por la Constitución Política de la Republica de Guatemala y las leyes generales del país. Por lo tanto, la actividad de electrificación rural en zonas aisladas no estará sujeta a criterios de exclusividad.

Artículo 36. Requerimiento de subsidios. La promoción de la iniciativa privada para la actividad de electrificación de las zonas rurales aisladas requiere subsidios para su materialización, dada la imposibilidad de recuperar los costos a través de las tarifas soportadas por los usuarios.

Artículo 37. Otorgamiento de los subsidios. El otorgamiento de los subsidios se llevará a cabo mediante un proceso de licitación competitiva en el que se competirá con el valor del subsidio solicitado.

Artículo 38. Definición de la licitación. El plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a corto plazo determinará las zonas rurales aisladas objeto de licitación en cada periodo bianual.

Artículo 39. Participantes. Al proceso de licitación competitiva podrán acudir, como participantes, empresas privadas, cooperativas, municipalidades, organizaciones multilaterales y cualquier órgano con entidad legal que desee obtener fondos del fideicomiso para llevar a cabo la actividad de electrificación es las zonas rurales aisladas.

Artículo 40. Procedimiento. Una vez aceptado el plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a corto plazo, OTEZRA sacará a licitación pública las zonas que se desee electrificar. Dichas zonas habrán de tener un tamaño mínimo de una comunidad, y un tamaño máximo que será fijado en el plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a corto plazo.

OTEZRA establecerá un período de información pública referente a las mismas, y definirá de acuerdo a lo dicho en la presente Norma Regulatoria los factores y sus pesos a evaluar en las ofertas presentadas, que han de ser transparentes, objetivos y no discriminatorios. Tras evaluar las ofertas en los términos indicados, OTEZRA, teniendo en cuenta la opinión de su consejo consultivo.

Artículo 41. Condiciones para los ofertantes. OTEZRA, con la aprobación del consejo consultivo, publicará para cada zona a licitar un pliego de condiciones con los requisitos que habrán de cumplir los ofertantes en el proceso de licitación.

Artículo 42. Financiación. OTEZRA será el encargado de especificar, en cada año, el valor máximo de los recursos económicos que se podrán otorgar para la actividad de electrificación de las zonas rurales aisladas. En ningún caso se podrán llevar a cabo licitaciones por un valor superior a dicho límite. Si no existen fondos suficientes para la totalidad de las comunidades, se atenderá a la priorización contenida en el plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a corto plazo vigente.

Artículo 43. Derechos de los adjudicatarios. Los agentes que resulten adjudicatarios en los procesos de licitación tendrán los siguientes derechos:

- Recibir o percibir de los subsidios resultantes del proceso de licitación
- Cobro a los usuarios de una tarifa que en ningún caso superará los límites máximos establecidos por la CNEE.
- En el caso de usar energías renovables para la generación de la energía eléctrica, podrá percibir los incentivos económicos aplicables según Ley de Incentivos para el desarrollo de proyectos con generadores de energía renovable.
- Percibir cualquier otro ingreso aplicable a proyectos de desarrollo mediante fuentes de energía renovable, como por ejemplo los provenientes de la venta de certificados de reducción de emisiones logrados mediante mecanismos de desarrollo limpio.

Artículo 44. Obligaciones de los adjudicatarios. Los agentes que resulten adjudicatarios en los procesos de licitación tendrán las siguientes obligaciones:

- Dar servicio eléctrico a quien lo solicite en la zona de autorización al adjudicatario.
- Construir en el plazo estipulado, operar, y mantener las instalaciones destinadas al suministro de electricidad en las condiciones que se establezcan en esta norma correspondiente y para las cuales ha solicitado el subsidio.
- Llevar a cabo programas de alfabetización energética durante el número de años de vigencia de la licitación. Dicha alfabetización deberá estar orientada a tres aspectos:
 - La formación de los usuarios en la correcta operación de las instalaciones y el uso de la energía en actividades productivas que fomenten el desarrollo sostenible.
 - La capacitación de cuadrillas locales de reparación y mantenimiento, que podrán ser pagadas por el adjudicatario para realizar sus funciones.
 - El establecimiento de sistemas piloto demostrativos de electrificación rural descentralizada con fuentes de energía renovable.
- Mantener los estándares de calidad técnica y comercial detallados en el capítulo correspondiente de la presente norma.
- Llevar a cabo la medida de los consumos en los casos que, de acuerdo al título de Tarifas de la presente norma, se considere.

- Velar por la seguridad de las instalaciones según los estándares que establecidos.
- Y, en general, cumplir todos los términos establecidos en la oferta presentada en el proceso de licitación.

Artículo 45. Criterios para la evaluación de las ofertas. Para la evaluación de las ofertas y posterior selección del adjudicatario, OTEZRA tendrá en cuenta los siguientes parámetros:

- Valor del subsidio demandado. Éste habrá de ser normalizado a través del valor actualizado neto usando las tasas de interés legal de dinero, por número de conexiones y potencia de las mismas.
- Plazos para llevar a cabo la instalación física de los equipos y comenzar a proveer el servicio eléctrico.
- Se valorarán de forma positiva las ofertas que incluyan la participación de los agentes locales. Especialmente si se involucra a las cooperativas.
- La calidad de los programas de alfabetización energética propuestos será otro elemento a tener en cuenta.
- Se primarán las soluciones que impliquen el uso de micro redes frente a los sistemas individuales.

Artículo 46. Adjudicación. Una vez evaluadas las ofertas en los términos indicados, OTEZRA, teniendo en cuenta la opinión de su consejo consultivo determinará, con carácter final, el adjudicatario de la zona.

Artículo 47. Contrato entre OTEZRA y el adjudicatario. Tras haber sido elegido el adjudicatario de una zona, éste celebrará un contrato con OTEZRA en el que quedarán definidos los derechos y obligaciones de los agentes implicados, así como el régimen económico, el plazo de licitación, que por defecto es de quince (15) años y cualquier otro elemento que se considere. Para ello, habrá que tener en cuenta la opinión de los comités comunitarios de desarrollo afectados.

Artículo 48. Procesos de comprobación. OTEZRA comprobará el avance en la instalación de los equipos mediante los informes que elaboren periódicamente los entes locales, y autorizará entonces el pago del subsidio del fideicomiso al adjudicatario.

Artículo 49. Solicitud de nuevos fondos por parte del adjudicatario. Si en una zona ya adjudicada se produce un considerable aumento de la población, de forma que el adjudicatario requiera un mayor volumen de recursos financieros para poder cumplir su obligación de conectar a todo el que lo solicite, podrá solicitar nuevos fondos para tal fin.

En ese caso, OTEZRA incluirá la valoración de estas necesidades de fondos en el siguiente plan nacional de electrificación de las zonas rurales aisladas a corto plazo.

Artículo 50. Autorización de la instalación de equipos de electrificación sin tener derecho a recibir el subsidio. Un agente cualquiera podrá instalar, por iniciativa propia, los equipos eléctricos que desee de forma independiente al adjudicatario de la zona, y sin que por ello tenga derecho a someterse al régimen económico de la misma.

Artículo 51. Salvaguarda. Si un número importante de los solicitantes de electrificación, en el momento en que ésta se vaya a llevar a cabo, deciden declinar la recepción de dicho servicio, de forma que el número de conexiones caiga por debajo del 40% de las inicialmente solicitadas, el adjudicatario podrá retirarse y se llevará a cabo un nuevo proceso de licitación para dicha zona.

Artículo 52. Subcontratación por parte del adjudicatario. La operación y mantenimiento de las instalaciones podrá ser subcontratada a microempresas locales.

Artículo 53. Otorgamiento de subsidios. El Ministerio de Energía y Minas, previo informe de OTEZRA, otorgará los subsidios que se haya establecido, en el proceso de licitación, para los adjudicatarios. Dichos subsidios estarán exentos de los impuestos existentes sobre sociedades y renta. La distribución temporal de los subsidios en el tiempo podrá depender de la tecnología utilizada para la generación eléctrica, siempre que su valor actualizado neto sea el establecido en los términos de la licitación.

Artículo 54. Derechos de los usuarios. Los habitantes de las comunidades cuya electrificación ha sido adjudicada en el proceso de licitación, tienen los siguientes derechos:

- Derecho al suministro de electricidad en las condiciones de calidad establecidas.
- Derecho a la atención por parte del suministrador en relación con las reclamaciones por averías, indisponibilidades y falta de calidad de servicio que se presenten.

Artículo 55. Obligaciones de los usuarios. Los habitantes de las comunidades cuya electrificación ha sido adjudicada en el proceso de licitación, tienen las siguientes obligaciones:

- Atender al pago de la tarifa establecida
- Utilizar correctamente las instalaciones

Artículo 56. Determinación. La Comisión Nacional de Energía Eléctrica será la responsable de fijar los valores máximos de las tarifas que se aplicarán a los beneficiarios de servicios eléctricos en comunidades rurales aisladas electrificadas.

Artículo 57. Características. El nivel de las tarifas habrá de ser función directa de los niveles de calidad, teniendo como máximo valor el de la Tarifa Social vigente en cada momento para los usuarios conectados al Sistema Nacional Interconectado.

Artículo 58. Publicación. Una vez fijados los valores de las tarifas máximas, la CNEE deberá asegurarse de su publicación, para que sean visibles y conocidos por todos los usuarios que serán posteriormente cobrados de acuerdo a ellas. Para ello, podrá solicitar la colaboración de entidades locales.

Artículo 59. Proceso de control. Si un usuario, conociendo los valores máximos publicados, cree que se le está cobrando en exceso, podrá presentar reclamación a los representantes locales adecuados, que la canalizarán a la CNEE.

4.15.6. Medida

Artículo 60. Responsabilidad. La responsabilidad de la medición será del adjudicatario y las entidades locales podrán verificar, si así lo desean, que se está realizando correctamente.

Artículo 61. Medición. La medición se llevará a cabo en los casos determinados en el presente. La instalación de los medidores será tarea del adjudicatario. En este caso, la CNEE tendrá que definir el tipo y plazos de medición y las características de los sistemas de medida.

Artículo 62. Exención de medida para cooperativas. Las cooperativas, en el caso de ser adjudicatarias para electrificar a sus miembros, no tendrán la obligación de medir dado que existe un autocontrol en su propio interés.

Artículo 63. Estándares de calidad. La calidad del servicio eléctrico se medirá de acuerdo a la presente norma.

Artículo 64. Resolución de posibles conflictos. Para la resolución de posibles conflictos entre adjudicatario y ente local, el proceso de arbitraje lo llevará a cabo la CNEE.

4.15.7. Gestión de los cobros

Artículo 65. Responsabilidad del cobro. La responsabilidad del cobro por servicio a los usuarios será del adjudicatario, bajo la verificación voluntaria por parte del ente local.

Artículo 66. Períodos de cobro. Los períodos de cobro se deberán basar en la estacionalidad de los procesos productivos locales, y tendrán que estar recogidos en el contrato celebrado entre OTEZRA y el adjudicatario.

4.15.8. Calidad del servicio al consumidor final

Artículo 67. Estándares de la calidad técnica. OTEZRA será la encargada de definir los estándares de calidad técnica aplicables a cada licitación, y la CNEE serán los responsables de verificar su cumplimiento durante la duración de la misma. Dichos estándares a definir serán:

- Los niveles de tensión
- Los valores máximos de horas de interrupción del suministro
- El tiempo máximo de respuesta ante solicitudes de conexión
- Los criterios de seguridad aplicables

Una vez definidos, tendrán que estar incluidos en el Contrato que se celebra entre OTEZRA y el adjudicatario. Estos estándares deberán buscar un balance adecuado entre la calidad de servicio y las facilidades para la ampliación de la cobertura del servicio, considerando las diferentes realidades rurales, sin encarecer los costos de inversión y operación correspondientes.

Artículo 68. Sanciones y penalizaciones por incumplimiento de los estándares de calidad técnica. Las empresas adjudicatarias para prestar el servicio serán sancionados con multa en los siguientes casos:

- Incumplimiento con los requerimientos de calidad de servicio
- Incumplimiento con las medidas de seguridad previstas en la norma de calidad de servicio que se establece.

- Mantener en servicio instrumentos de medición defectuosos que alteren los registros.

La determinación de las sanciones cuando proceda será responsabilidad de la CNEE.

Artículo 69. Destino de las sanciones por incumplimiento de los estándares de calidad técnica. La cantidad proveniente de las sanciones impuestas al adjudicatario se reintegrará íntegramente a la comunidad afectada.

4.15.9. Calidad comercial

Artículo 70. Estándares de la calidad comercial. OTEZRA será la encargada de definir los estándares de calidad comercial aplicables a cada licitación, y la CNEE serán los responsables de verificar su cumplimiento durante la duración de la misma.

Artículo 71. Atención al consumidor. El adjudicatario del servicio deberá poner a disposición de los consumidores el soporte adecuado a las características del consumidor para que este pueda formular las quejas que considere oportunas en relación con la prestación del servicio.

El adjudicatario está obligado a atender y solucionar los problemas existentes en el plazo que se haya establecido en el contrato celebrado con OTEZRA, y en todo caso presentar a OTEZRA las quejas correspondientes.

Artículo 72. Sanciones y penalizaciones por incumplimiento de los estándares de calidad comercial. Las empresas autorizadas para prestar el servicio serán sancionados con multa en los siguientes casos:

- Incumplimiento de los plazos indicados en la norma respectiva para la instalación del suministro de electricidad.
- Cobro de tarifas mayores a las máximas fijadas
- No efectuar los aportes financieros que correspondan a la Comisión

La determinación de las sanciones cuando proceda será responsabilidad de la CNEE.

Artículo 73. Destino de las sanciones por incumplimiento de los estándares de calidad comercial. La cantidad proveniente de las sanciones impuestas al adjudicatario se reintegrará íntegramente a la Comunidad afectada.

4.15.10. Disposiciones transitorias

Artículo 74. De la incorporación de instalaciones ya existentes. Una entidad que ya ha llevado a cabo una instalación y que cumple todos las obligaciones de los participantes contenidas en la presente norma, tendrá derecho a presentarse a la licitación y, si la gana, a continuar en el proceso. Posibles Títulos finales: Sanciones, Disposición Final (con derogaciones y/o vigencia) y Disposiciones Transitorias.

CONCLUSIONES

1. Se detectó la necesidad de disponer de una base de datos georreferenciada de ZRA, que pudiera identificar con datos objetivos, las comunidades que por su alejamiento de las redes de distribución no es viable su suministro desde ellas en un corto-medio plazo, apoyados en modelos y programas informáticos basados en la situación actual de las redes, y en la situación de las comunidades en relación con su distancia a la red y con las condiciones topográficas de la zona en la que se ubican.
2. La Comisión Nacional de la Energía Eléctrica de Guatemala, estudia las normativas legales vigentes, directas e indirectas, que conforman el marco legal, susceptibles de sustentación y aplicación para el desarrollo de la electrificación de las zonas rurales aisladas, así como su naturaleza constitucional y ordinaria.
3. Las zonas rurales aisladas tienen en el marco legal y constitucional de Guatemala toda la ventaja legal para poder realizar las gestiones y así poder dar el abastecimiento de energía eléctrica a las comunidades aisladas, y para contribuir a un desarrollo sostenible que ayude de manera eficaz a la erradicación de la pobreza en estas zonas del país.
4. El proyecto Regulación Eléctrica de Zonas Rurales Aisladas tiene como finalidad el que todas las personas puedan tener acceso al suministro de energía eléctrica como medio para lograr su desarrollo humano.

5. La regulación eléctrica de zonas rurales aisladas no se limita a propiciar el suministro de electricidad a las personas que carecen de él en las zonas rurales aisladas, sino que incluye también, en lo posible, en condiciones económicas y de calidad similar a las que se aplican a las personas que si tienen acceso a las redes de distribución.

RECOMENDACIONES

1. La correcta implementación de un Modelo Institucional de conformidad con el marco de la legislación vigente y con los objetivos de desarrollo de las ZRA, requiere de pequeñas adaptaciones a la normativa relativa a la calidad del servicio a manera de definir, de manera eficiente, los parámetros mínimos necesarios que se adapten al tipo de calidad esperada en las ZRA sin incurrir en el encarecimiento injustificado del servicio.
2. También es necesario adaptar la normativa referente a construcción de instalaciones para definir el punto de equilibrio entre economía, adaptabilidad, funcionalidad y seguridad para las instalaciones en las ZRA.
3. La implementación de la metodología para la caracterización de las ZRA mediante el SIG requiere para su validación censos programados dirigidos a estas comunidades, cabe mencionar que esta actividad actualmente se coordina con la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Dirección General de Investigación de Ingeniería de esta misma casa de estudios.
4. Dentro del marco del proyecto EZRA, se propone la evaluación de modelos institucionales de otros países tales como Argentina, Bolivia, Bangladesh, Brasil, Camboya y Chile que tienen antecedentes de proyectos de electrificación en ZRA

BIBLIOGRAFÍA

1. ARRIAZA, Hugo. *Diagnóstico del Sector Energético en el área rural de Guatemala*. Guatemala: Organización Latinoamericana de Energía, 2005. 117 p.
2. DIETRICH, Kristin; LINARES, Pedro; LÓPEZ PEÑA, Álvaro. *Propuesta básica de regulación electrificación Zonas Rurales Aisladas*. Madrid: Energía sin Fronteras, 2009. 240 p.
3. Energía sin Fronteras. *Proyecto regulación eléctrica de Zonas Rurales Aisladas de Guatemala*. Madrid: Energía sin Fronteras, 2008. 240 p.
4. Fundación Solar. *Caracterización de la oferta de provisión de energía eléctrica en Zonas Rurales Aisladas*. Guatemala: Fundación Solar, 2008. 10 p.
5. MARTINOT, Eric; REICHE, Kilian. *Aproximación regulatoria a la electrificación rural: estudio de seis casos en países en desarrollo*. Washington: Banco Mundial, 2000. 16 p.
6. Mercados EMI. *Modelos institucionales para la electrificación de Zonas Rurales Aisladas*. Madrid: Mercados EMI, 2008. 37 p.

7. Ministerio de Energías y Minas, Dirección General de Energía. *Estadísticas Energéticas Subsector Eléctrico 2010*. Guatemala: MEM. 2010. 20 p.
8. REICHE, Kilian; TENENBAUM, Bernard; TORRES DE MASTLÊ Cristina. *Electrificación y el Reglamento, Principios y Leyes Modelo*. Washington: Banco Mundial, 2006. 52 p.
9. Universidad del Valle de Guatemala. *Electrificación de Zonas Rurales Aisladas*. Guatemala: UVG, 2008. 64 p.
10. Universidad Francisco Marroquín. *Caracterización de la demanda en Zonas Rurales Aisladas*. Guatemala: UFM, 2008. 10 p.
11. Universidad de San Carlos de Guatemala. *Caracterización de la oferta de energía en Zonas Rurales de Guatemala*. Guatemala: USAC, 2008. 20 p.