

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



**“Análisis de la propuesta de política energética del  
Gobierno de El Salvador”**

PRESENTADO POR:

**JUAN CARLOS LÓPEZ ALFARO  
RENÉ MAURICIO MAGAÑA JERÓNIMO  
OSCAR EDUARDO VÁSQUEZ RAMÍREZ**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
**INGENIERO ELECTRICISTA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO DE 2009

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR :**

**MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SÁNCHEZ**

**SECRETARIO GENERAL:**

**LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHÁVEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**DECANO :**

**ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO**

**SECRETARIO :**

**ING. OSCAR EDUARDO MARROQUÍN HERNÁNDEZ**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**DIRECTOR :**

**ING. JOSÉ WILBER CALDERÓN URRUTIA**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**INGENIERO ELECTRICISTA**

Título :

**“Análisis de la propuesta de política energética del  
Gobierno de El Salvador”**

Presentado por :

**JUAN CARLOS LÓPEZ ALFARO  
RENÉ MAURICIO MAGAÑA JERÓNIMO  
OSCAR EDUARDO VÁSQUEZ RAMÍREZ**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

**ING. ARMANDO MARTÍNEZ CALDERÓN**

San Salvador, Agosto de 2009

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director:

**ING. ARMANDO MARTÍNEZ CALDERÓN**

# **AGRADECIMIENTOS**

## **JUAN CARLOS LÓPEZ ALFARO:**

A mis padres, Fidel Antonio y Blanca Lidia, por su apoyo dado a lo largo de toda mi vida y por el esfuerzo que realizaron cada día para que pudiera realizar con éxito mis actividades académicas, por sus consejos, por su amistad y paciencia.

A mi hermana Katy Lizeth por apoyarme siempre en mis actividades académicas y personales, por brindarme todos aquellos buenos momentos que nos permiten estar unidos cada día mas, y por aconsejarme y soportarme en los momentos difíciles.

A mis compañeros de tesis, Oscar Eduardo y René Mauricio, por haber compartido tantas experiencias buenas y malas en el desarrollo de nuestra carrera, por los esfuerzos que en conjunto realizamos en todos los trabajos que estuvimos juntos, por las largas noches de estudio y diversión en las que compartimos ese sentimiento de camaradería y amistad que siempre nos acompaña y que aun conservamos, y por haber logrado nuestro sueño de terminar nuestro trabajo de graduación con éxito.

A nuestros asesores Armando Calderón y José Roberto Ramos, por el apoyo y la paciencia que nos brindaron para la finalización de este trabajo.

A todos aquellos amigos, compañeros de carrera y personas que se vieron involucradas en mis actividades académicas que siempre me brindaron su apoyo y confiaron en mí.

Gracias.....

## **RENÉ MAURICIO MAGAÑA JERÓNIMO:**

Un total agradecimiento a mi madre, Ana Elizabeth Jerónimo, por su enorme sacrificio y apoyo incondicional, los cuales me permitieron alcanzar este punto de mi vida profesional, sin ella esto no hubiera sido posible.

A mis hermanos Héctor y Armando, que siempre representaron un apoyo para mi persona y se que siempre puedo contar con ellos en los buenos y malos momentos.

A mis abuelos, José A. Jerónimo (que lastimosamente ya no se encuentra con nosotros y con quien me hubiera gustado compartir este logro) y Aminta Mancía; quienes fueron mis segundos padres y a quienes les reconozco y agradezco su sacrificio y dedicación, sin los cuales me hubiera sido imposible finalizar esta carrera.

A todo el resto de mi familia que de alguna u otra forma han contribuido para que este sueño se haga realidad.

Finalmente, a mis compañeros Juan Carlos y Oscar Eduardo, porque a pesar de todos los inconvenientes que tuvimos a lo largo de este trabajo no se dieron por vencidos y gracias a ello hoy estamos finalizando nuestra carrera.

Gracias.....

## **OSCAR EDUARDO VÁSQUEZ RAMÍREZ:**

A mis padres, Lucy y Oscar, por su dedicación, esfuerzos, apoyo incondicional y perseverancia. Con mucho amor, esto definitivamente es para ustedes porque sin su ejemplo y enseñanzas no se hubiera alcanzado.

A mis hermanos, Gera y Mario, por estar siempre allí, por darme felicidad y soportarme en los momentos difíciles.

A mis compañeros y amigos, Juan Carlos y René, por tantas noches de desvelo en la carrera, por tantos malos y buenos momentos que significaron llegar a completar este nuestro sueño, por los tiempos de diversión que disfrutamos y que sin ellos no hubiéramos encontrado inspiración.

A nuestros asesores por el apoyo para lograr alcanzar la meta propuesta.

A todos aquellos que de alguna u otra forma me apoyaron con palabras de aliento y me brindaron su sincera amistad, algunos siguen hasta ahora....

Gracias Totales...!!!!

## **PREFACIO**

El desarrollo sostenible se ha convertido en un tema de vital importancia para Latinoamérica y la mayoría de los países de la región están obligados a establecer marcos legales e institucionales que busquen estrategias de desarrollo que promueva el crecimiento económico, con equidad social y uso razonable de los recursos naturales.

Sin embargo, un problema estructural inherente al desarrollo sostenible, es la falta de coordinación entre las diferentes políticas de los países, y las instancias encargadas de la definición y aplicación de políticas.

Es reconocido que el sector energético desempeña un papel de importancia fundamental en el desarrollo económico. Sin embargo, al mismo tiempo, en muchos países al igual que en El Salvador el sector energético que comprende la extracción, producción, transporte y uso de la energía, posee innumerables obstáculos, como instituciones y leyes débiles que impiden una verdadera orientación hacia el desarrollo del sector, esta problemática conlleva al país a un impacto negativo sobre áreas como la economía, sociedad y el ambiente.

En El Salvador ha sido evidente la dificultad que tiene el gobierno para adoptar una perspectiva a largo plazo en la planificación y utilización de los recursos energéticos, así como en la definición de políticas coherentes entre sí que ataquen esta problemática con efectividad.

El objetivo de este trabajo de graduación es desarrollar una propuesta de una política energética nacional que sea compatible con los principios de competitividad, responsabilidad social, protección del ambiente y que conlleve al país hacia un verdadero desarrollo sostenible en materia energética.

## RESUMEN

La energía constituye un insumo indispensable para el desarrollo, crecimiento y calidad de vida de los habitantes de nuestro país, dentro de este contexto surge la necesidad de contar con una visión actualizada de la realidad energética nacional y la realización de una propuesta de carácter integral con medidas a mediano y largo plazo que permita al país disponer de un plan energético nacional.

Dentro de esta lógica, el Gobierno de El Salvador elabora una propuesta en junio de 2007, en la cual intenta plasmar los objetivos y las líneas estratégicas a seguir en el sector energético del país. Este documento carece de toda seriedad dado su poco contenido, falta de identificación de los problemas energéticos reales, falta de políticas sobre ahorro y uso eficiente de la energía, falta de metas y programas a implementar y postura ambigua sobre el apoyo hacia las tecnologías renovables, estas deficiencias en el documento gubernamental hacen necesario replantear un escenario energético y elaborar una propuesta integral que aborde de forma seria y responsable la problemática energética actual y que a su vez dicte las pautas que el país debe seguir en la búsqueda de posibles soluciones.

El presente trabajo de graduación describe el grado de aplicabilidad y avances de las diferentes iniciativas planteadas en el brochure de Política Energética elaborado por el gobierno, el panorama actual de la verdadera política energética implementada en el país, así como también la elaboración de una propuesta enfocada en el sector eléctrico con la aplicación de políticas que conlleven al desarrollo sostenible del sector en tópicos como la regulación, institucionalidad, comercialización, eficiencia, abastecimiento y uso racional de la energía y los recursos renovables.

La propuesta presentada en el trabajo de graduación parte de la base de la elaboración y ejecución de programas energéticos tales como el Federal Energy Management Program (FEMP) y el Industrial Technologies Program (ITP) puestos en marcha por el gobierno de los Estados Unidos, que deben comenzar a emplearse a nivel nacional por todas las instituciones gubernamentales los cuales deben de convertirse en líderes en materia de ahorro y uso eficiente de la energía así como de promoción del uso de energías renovables que permitan atenuar el problema energético nacional.

## ACRONIMOS

CAESS	Compañía de Alumbrado Eléctrico de San Salvador
CLESA	Compañía de Luz Eléctrica de Santa Ana
DEUSEM	Distribuidora Eléctrica de Usulután, Sociedad de Economía Mixta
EEO	Empresa Eléctrica de Oriente
DELSUR	Distribuidora de Electricidad del Sur
CEL	Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa
SIGET	Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones
UT	Unidad de Transacciones
GOES	Gobierno de El Salvador
CNE	Consejo Nacional de Energía
CAMARASAL	Cámara de Comercio e Industria de El Salvador
IEEE	Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica
ASI	Asociación Salvadoreña de Industriales
CEDES	Consejo Empresarial Salvadoreño para el Desarrollo Sostenible
ANEP	Asociación Nacional de la Empresa Privada
FUSADES	Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social
ASIMEI	Asociación Salvadoreña de Ingenieros Mecánicos, Electricistas e Industriales
CESTA	Centro Salvadoreño de Tecnología Apropiable
ENEL	Ente Nacional por la Energía eléctrica
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
SIEPAC	Sistema de Interconexión Eléctrica para América Central
CRIE	Comisión Regional de Interconexión Eléctrica
EOR	Ente Operador Regional
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
ETESAL	Empresa Transmisora de El Salvador
LACAP Pública	Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública
INE	Inversiones Energéticas, S.A. de C.V.
FINET	Fondo de Inversión Nacional en Electricidad y Telefonía
FISDL	Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local
CDC	Centro para la Defensa del Consumidor
DEE	Dirección de Energía Eléctrica
FEMP	Federal Energy Management Program
ITP	Industrial Technologies Program

# Índice general

## CAPITULO I

### GENERALIDADES DEL CONTEXTO ENERGÉTICO NACIONAL DEL SECTOR ELÉCTRICO

1.1. Introducción .....	1
1.2. Justificación.....	4
1.3. Planteamiento y Objetivos .....	5

## CAPITULO II

### ANÁLISIS DEL DOCUMENTO DE POLÍTICA ENERGÉTICA DEL GOBIERNO DE EL SALVADOR

2.1 Crítica al Documento de Política Energética del Gobierno de El Salvador 2007. ....	6
2.1.1 Incremento y Diversificación de las Fuentes de Energía. ....	7
2.1.2 Eficiencia Energética .....	11
2.1.3 Integración Energética (Mercado Eléctrico Regional).....	11
2.2 Conclusiones .....	14

## CAPITULO III

### POLITICA ENERGETICA REALIZADA POR EL GOBIERNO DE EL SALVADOR

3.1 Introducción .....	15
3.2 Incremento de la Capacidad Instalada y Diversificación de las Fuentes de Energía en el Sector Eléctrico.....	15
3.2.1 Proyecto Hidroeléctrico El Chaparral.....	16
3.2.2 Proyecto Eléctrico AES Fonseca a base de Carbón Mineral.....	19
3.2.3 Proyecto Hidroeléctrico El Cimarrón. ....	24
3.2.4 Proyecto Eléctrico a base de Gas Natural de Cutuco Energy.....	26
3.2.5 Expansión Central Térmica de Talnique. ....	29
3.3 Subsidio eléctrico en El Salvador.....	30
3.3.1 Subsidio focalizado.....	30
3.3.2 Subsidio generalizado .....	31
3.3.3 Replanteamiento del subsidio eléctrico .....	32
3.4 Tarifas Eléctricas .....	35
3.4.1 Pequeñas demandas .....	35
3.4.2 Mediana Demanda .....	35
3.4.3 Grandes Demandas .....	36
3.5 Expansión de la Línea de Transmisión.....	40
3.5.1 Refuerzos internos a 230 KV El Salvador .....	40
3.5.2 Proyecto Polo de Desarrollo La Unión .....	41
3.5.3 Otros Proyectos.....	41
3.6 Conflicto en la generación de energía geotérmica.....	44
3.7 Energía nuclear en Centroamérica .....	45
3.7.1 Generación de energía nuclear.....	45

3.8. Energía Renovable en El Salvador.....	48
3.8.1. Energía Solar.....	48
3.8.2. Análisis de implementación de Sistemas Solares en El Salvador.....	50
3.8.3. Energía Eólica.....	51
3.8.4. Análisis de implementación de Sistemas Eólicos en El Salvador.....	53
3.9. Conclusiones .....	54

## CAPITULO IV

### PROPUESTA DE POLITICA ENERGETICA INTEGRAL EN EL SALVADOR

4.1 Introducción .....	56
4.2 Estructura de los Programas de Eficiencia Energética.....	57
4.2.1. Mandato Presidencial.....	57
4.2.2. Decreto Ejecutivo.....	58
4.2.3. Metas Propuestas a Cumplir.....	58
4.2.4. Organización y Medición.....	59
4.2.5. Promover el liderazgo gubernamental en el manejo Eficiente de la Energía.....	60
4.2.6. Asistencia Técnica .....	61
4.3 Programa Gubernamental de Manejo Eficiente de Energía PGMEE.....	61
4.3.1. Gestión de la Energía en Instalaciones .....	62
4.3.2. Ayuda Financiera .....	62
4.3.3. Servicios de Tecnología Aplicada .....	62
4.3.4. Diseño de alto rendimiento en la construcción, operación y mantenimiento de edificios estatales.....	63
4.3.5. Eficiencia de Productos en los Concursos de Adquisiciones .....	63
4.3.6. Programa de educación y formación de unidades dentro de cada institución para seguimiento y planes de mejora continua.....	64
4.3.7. Flota vehicular .....	64
4.3.8. Cumplimiento de la legislación que se creará con el fin de volver este proyecto imperativo.....	65
4.3.9. Servicios y ayuda para toma de decisiones según legislación.....	65
4.4 Herramienta política.....	65
4.4.1. Ley del uso racional de la energía.....	65
4.5 Herramienta técnica .....	67
4.5.1. Estándar 90.1 ASHRAE.....	67
4.6 Consumo gubernamental y evaluación de escenarios .....	69
4.6.1. Consumo y escenarios basados en facturación.....	69
4.6.2. Escenarios basados en datos de la Unidad de Transacciones (UT).....	74
4.7 Programa de Tecnologías Eficientes para la Industria (PTEI).....	78
4.7.1. Análisis Sector Industrial en base a metas del programa.....	80
4.7.2. Estructura del programa.....	83
4.8 Asesoría Energética.....	85
4.9 Conclusiones .....	86

## Índice de Tablas

<b>No. Tabla</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
Tabla 2.1	Proyectos Energéticos protocolo Kioto	10
Tabla 3.1	Capacidad Instalada	15
Tabla 3.2	Método para el cálculo del subsidio focalizado	30
Tabla 3.3	Consumo de Energía Eléctrica Año 2008	33
Tabla 3.4	Distribución de Clientes del Sector Eléctrico	34
Tabla 3.5	Pliego Tarifario de Costa Rica	39
Tabla 3.6	Proyectos Plan de Expansión 2009 – 2018	42
Tabla 3.7	Programa Quinquenal de Inversiones 2009 – 2013	43
Tabla 4.1	Consumo instituciones gubernamentales.	69
Tabla 4.2	Costo consumo instituciones gubernamentales	70
Tabla 4.3	Escenario 1: sin implementación de programa	71
Tabla 4.4	Escenario 2: Cumplimiento 50% de metas	73
Tabla 4.5	Escenario 3: Cumplimiento 100% metas del programa	74
Tabla 4.6	Demanda total 2004 - 2009	75
Tabla 4.7	Escenario 1: Sin implementación de ahorro, datos UT	76
Tabla 4.8	Escenario 2: Cumplimiento 50% de las metas, datos UT	77
Tabla 4.9	Escenario 3: Cumplimiento 100% metas, datos UT	78
Tabla 4.10	Sectores de la Industria en El Salvador	79
Tabla 4.11	Escenario 1 industria: Sin implementación de programa	80
Tabla 4.12	Escenario 2 industria: Cumplimiento 50% de las metas	81
Tabla 4.13	Escenario 3 industria: Cumplimiento 100% de las metas	82

## Índice de Figuras

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
Figura 2.1	Radiación solar en Centroamérica, SWERA	8
Figura 2.2	Proyecto SIEPAC	12
Figura 3.1	Proyección de la futura Central Hidroeléctrica El Chaparral	17
Figura 3.2	Proyección de la futura Central Eléctrica de AES Fonseca.	20
Figura 3.3	Sitio de presa de el proyecto El Cimarrón.	24
Figura 3.4	Proyección de la futura Central Eléctrica Cutuco Energy	27
Figura 3.5	Esquema del subsidio generalizado.	31
Figura 3.6	Representación de una fisión	46
Figura 3.7	Ciclo del combustible nuclear, Greenpeace.	46
Figura 3.8	Paneles solares de energía fotovoltaica.	49
Figura 3.9	Instalación termosolar	50
Figura 3.10	Instalación de aerogeneradores	52
Figura 3.11	Curva de arranque de un aerogenerador	53
Figura 4.1	Estructura de programas eficientes	57
Figura 4.2	Tarifas promedio utilizadas en cálculos	72
Figura 4.3	Consumo Eléctrico por Sectores	75
Figura 4.4	Estructura programa PTIE	84

# CAPITULO I

## GENERALIDADES DEL CONTEXTO ENERGÉTICO NACIONAL DEL SECTOR ELÉCTRICO

### 1.1. Introducción

La actividad Energética tiene connotaciones tan amplias que van desde el sector de hidrocarburos hasta el sector eléctrico, pasando por sus diferentes tipos de generaciones siendo estas: eólica, térmica, biomasa, hidráulica y solar. Para efectos del presente trabajo de graduación se entenderá el término “Energético” como la actividad llevada a cabo para producir, transmitir, comercializar y distribuir energía eléctrica y se delimitara este trabajo al sector eléctrico por efectos de enfoque.

Como una introducción al análisis y elaboración de la política energética del país es importante realizar un estudio de las políticas implementadas que con el tiempo nos han llevado a la problemática en la que nos encontramos en la actualidad.

La historia de la producción de Energía Eléctrica en El Salvador se remonta a 1890, cuando nace la “Compañía de Alumbrado Eléctrico de San Salvador” (CAESS) con el propósito de distribuir y comercializar la energía eléctrica en el país; esta era la mayor empresa distribuidora de energía eléctrica en cuanto a clientes e incidencia geográfica. Luego en 1892 nace la “Compañía de Luz Eléctrica de Santa Ana” (CLESA); esta empresa eléctrica sirve a la zona occidental del país, específicamente a los departamentos de Santa Ana, Sonsonate, Ahuachapán y parte del Departamento de La Libertad y por ultimo en 1957 se funda la “Distribuidora Eléctrica de Usulután” (DEUSEM), sirviendo en su mayoría habitantes de zonas rurales.

El año de 1945 fue un año clave en la electrificación de El Salvador; este año se creó mediante Decreto Ejecutivo la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL). Es así como convertida en un ente autónomo pasa a ser la primera empresa de energía eléctrica en el país, en 1954 se terminó de construir la primera planta hidroeléctrica del país, bajo el nombre de “Presas Hidroeléctricas 5 de Noviembre”.

En sus primeros 25 años CEL incorporó al patrimonio nacional las siguientes obras:

- ✓ Central Hidroeléctrica “5 de Noviembre”.
- ✓ Central Hidroeléctrica “Guajoyo”.
- ✓ Centrales térmicas de Acajutla.

- ✓ Sistemas de transmisión, a 115 y 69 mil voltios, que interconectan todas las centrales generadoras y todos los centros de consumo de la República.
- ✓ Sistema de subtransmisión y distribución rural. En 1970, casi la totalidad del territorio nacional estaba servida por redes de electrificación rural, correspondiendo a CEL una inversión aproximada de 10 millones de colones en esa obra.
- ✓ En 1975 inicia operaciones la Central Geotérmica Ahuachapán, en 1976 la central Hidroeléctrica “Cerrón Grande” y en 1983 la central Hidroeléctrica “15 de Septiembre”.
- ✓ Finalmente en 1995 se inició la construcción de la Central Geotérmica “Berlín”.

A partir de 1989 inicia un proceso de reestructuración del Estado, el cual pretende introducir varias reformas de carácter económico e institucional para inyectar “dinamismo” a la economía nacional. En un primer paquete de estas reformas se incluyó la “reprivatización de la banca”. Entre 1990 y 1993 esta reforma vendría además a privatizar algunas empresas que no producían servicios públicos estatales. Enseguida se comienza a preparar un marco legal y el diseño de mecanismos de implementación de una nueva generación de reformas. El primero de los servicios considerados en el proceso de “modernización” del Estado fue la distribución de energía eléctrica.

En octubre de 1994 se efectúa la reforma del artículo 120 de la Constitución de la República, dicha reforma estipula que: *“En toda concesión que otorgue el Estado para la explotación de muelles, ferrocarriles, canales y otras obras materiales de uso público, deberán estipularse el plazo y las condiciones de dicha concesión, atendiendo a la naturaleza de la obra y el monto de las inversiones requeridas. Estas concesiones deberán ser sometidas al conocimiento de la Asamblea Legislativa para su aprobación”*. Esta reforma es un elemento básico en la posterior formulación e implementación de la política energética en el país pues su aplicación alcanza al sector energético predominante y el objeto de estudio de este trabajo de graduación, siendo este el sector eléctrico.

En este contexto, la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL), constituía el principal ente generador, transmisor y distribuidor de energía eléctrica en el país, seguido por la Compañía de Alumbrado Eléctrico de San Salvador (CAESS), devuelta a CEL a partir de 1986. Los pasos fundamentales para llevar a cabo la privatización del servicio inició con la reestructuración de CAESS, se crearon dos empresas: la Empresa Eléctrica de Oriente (EEO) y la Distribuidora de Electricidad del Sur (DELSUR), sin activos fijos y subsidiadas desde CAESS.

A partir de 1994 al 2006, el proceso evolutivo del sector eléctrico puede desglosarse de la siguiente manera:

- ✓ En 1995 inicia operaciones la primera generadora de energía eléctrica privada, Nejapa Power. (paso inicial para que empresas de capital internacional tengan luz verde para la explotación de los recursos naturales del país en materia energética).
- ✓ En 1996 es promulgada la “Ley General de Electricidad”, la cual norma todas las actividades concernientes a la Energía Eléctrica en el país, esta ley regula las

actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica y sus disposiciones son aplicables a todas las entidades que desarrollen dichos trabajos.

Los objetivos de la política energética que se incorporaron a la ley principal que estructuró el proceso de implementación en 1996 son:

- ✓ Desarrollar un mercado competitivo en las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica (este apartado propicia el sistema de privatizaciones de las instituciones en el sector).
- ✓ Fomentar el libre acceso de las entidades generadoras a las instalaciones de transmisión y distribución, sin más limitaciones que las señaladas por la ley.
- ✓ Fomentar el uso racional y eficiente de los recursos (ítem que nunca se cumplió).
- ✓ Fomentar el acceso a la energía eléctrica a todos los sectores de la población (punto inconcluso pues las personas que no pueden pagar el servicio no tienen acceso a él).
- ✓ Proteger los derechos de los usuarios y de las entidades que desarrollan actividades en el sector.

Estas normativas a su vez, pretenden defender los derechos de los participantes en el mercado, entre ellos los usuarios. Sin embargo, en la práctica se observa que el cuerpo legal creado para tal propósito, adolece de instrumentos del respaldo político para cumplir su función, de aquí que su perfil sea débil en materia de defensa al consumidor y sesgado al interés de las empresas eléctricas.

- ✓ En 1997 inicia operaciones el ente contralor y regulador del sector: la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET); SIGET es una entidad autónoma de servicio público.
- ✓ En 1998 se privatizan las Distribuidoras de Energía Eléctrica en propiedad de CEL, con base a la Ley para la venta de acciones de las Sociedades Distribuidoras de Energía Eléctrica.
- ✓ En octubre de 1998 inicia operaciones la “Unidad de Transacciones (UT)”, encargada de administrar el Mercado Mayorista de Energía Eléctrica.
- ✓ En octubre del año 2000, inicia operaciones el primer Comercializador de Energía Eléctrica (Excelergy SA de CV).
- ✓ Para octubre de 2004, la serie de Comercializadores son aceptados en la junta directiva de la Unidad de Transacciones.

Esta tendencia indica, que la reestructuración eléctrica ha mostrado sus beneficios principalmente a las empresas multinacionales en los siguientes aspectos:

- ✓ La desregulación del marco legal, que establece entes reguladores de bajo perfil y una normativa fundamentada en la lógica del libre mercado, que permite a las empresas eléctricas libertad para incrementar sus ganancias.
- ✓ Las privatizaciones de las empresas estatales, que amplía los espacios para la inversión de transnacionales.

Los impactos “positivos” de la reforma eléctrica sobre la población no han sido los anunciados, pues a partir de las reformas a existido una tendencia alcista en el precio de la energía, o simplemente el precio de la energía no ha disminuido y se mantiene en los niveles previos a la reforma.

Un elemento importante en el análisis de las privatizaciones de las empresas eléctricas es el hecho que de una concentración pública, se pasa a una concentración privada, a través de dos formas no excluyentes: la integración vertical y la integración horizontal del sector, el primero se refiere a que una firma se dedique a dos o más actividades del sector eléctrico (generación, transmisión, distribución o comercialización); logrando así concentrar algunas o todas las etapas necesarias para la provisión del servicio al usuario final, mientras que la integración horizontal ocurre cuando una misma firma domina todo o un porcentaje significativo de una actividad del sector eléctrico, es decir que la firma solo opera en la generación o en la distribución, etc.

Un ejemplo claro de ambas formas de concentración privada en el sector eléctrico, luego de la privatización, es el caso de nuestro país; donde el Estado privatizó las cinco empresas distribuidoras a tres consorcios internacionales en 1998. Sin embargo, en la actualidad solamente se encuentran operando dos firmas internacionales, de las cuales una (AES-Corp.) es la accionista mayoritaria de cuatro de las empresas privatizadas originalmente.

Finalmente, la desregulación de los marcos regulatorios del sector eléctrico es consecuencia de la conformación de mercados anticompetitivos, pues los operadores dominantes no tienen mayores restricciones para que ejerzan su poder en el establecimiento de tarifas, en la determinación de la cobertura y la calidad del servicio de energía eléctrica.

## **1.2. Justificación**

En mayo de 2007 el gobierno presento un documento de política energética, reconociendo que el país necesita afrontar los problemas relacionados a requerimientos energéticos, para lograr un desarrollo y un crecimiento sostenido en materia económica.

Dicho documento presenta múltiples carencias de fondo y forma pues desde la perspectiva del gobierno actual el sector energético del país es mas un negocio que un servicio a la población, el documento carece de parámetros de medición cuantificables en lo que respecta a metas a corto y mediano plazo de las medidas a implementar en el planteamiento y además evade totalmente la responsabilidad del ejecutivo como líder en materia de uso eficiente y ahorro energético, de allí que resulta importante la elaboración de un trabajo de graduación que dicte las pautas iniciales para que el país se encamine a convertirse en un estado responsable con sus recursos energéticos, que plantee y ejecute políticas energéticas que vayan en beneficio de satisfacer la demanda de la población.

### 1.3. Planteamiento y Objetivos

El presente trabajo de graduación propone un conjunto de políticas que el país debe implementar para convertirnos en un ejemplo en materia energética en la región centroamericana, como primer punto se presenta una crítica del documento de política energética presentado por el GOES estableciendo los parámetros en los cuales el documento falla, como segundo paso se realiza una evaluación de la situación energética actual, la verdadera política energética que se está implementando en el país y por último se desarrolla una propuesta en la cual se toma de lleno el proceso de cambios que debe realizarse en el sector tomando como punta de lanza 2 programas de carácter energético, el primero implementado por todas las instituciones del gobierno y orientado al uso eficiente y racional de la energía; y el segundo implementado por el sector industrial del país cuyos objetivos también van orientados hacia el ahorro energético; en este mismo capítulo se aborda el rol que debe tomar la Universidad de El Salvador como la institución que propone este tipo de reformas al sector.

Los objetivos de este trabajo de graduación son los siguientes:

Objetivo general:

- Elaborar una propuesta de política energética que permita al país implementar una serie de medidas orientadas al uso racional y eficiente de los recursos energéticos.

Objetivos Específicos:

- Realizar un análisis de manera crítica, del documento de política energética presentado por el gobierno de El Salvador.
- Elaborar un programa estatal de liderazgo en materia de eficiencia energética y uso de energía renovable con el objetivo de convertir al Estado en el primer promotor de políticas de ahorro energético en el país.
- Elaborar un programa de uso eficiente y racional de energía en procesos industriales a implementarse por el sector industrial del país con el objetivo de reducir la demanda del sector y definir procesos industriales eficientes que permitan el alcance de metas cuantificables de ahorro a mediano plazo.
- Definir el rol de la Universidad de El Salvador como un ente auditor que permita establecer un centro de evaluación energética y contribuir con los procesos de implementación de los programas estatal e industrial.

## CAPITULO II

### ANÁLISIS DEL DOCUMENTO DE POLÍTICA

### ENERGÉTICA DEL GOBIERNO DE EL SALVADOR

#### 2.1 Crítica al Documento de Política Energética del Gobierno de El Salvador 2007.

Este capítulo está comprendido por un análisis del documento de política energética elaborado por el gobierno de El Salvador, el cual fue presentado en mayo de 2007 por la entonces Ministra de Economía Yolanda de Gavidia.<sup>1</sup>

El documento gubernamental se realiza en el momento en el cual, el contexto energético global afronta una severa crisis con la escalada de precios del crudo, presentando precios récord de \$145 el barril y con precios locales de diesel y gasolina que rondaron los \$5 por galón es difícil dejar pasar por alto la principal razón de la problemática internacional del petróleo. Al inicio de la guerra entre EE.UU. e Irak, el barril de petróleo costaba alrededor de 27 dólares (que equivalen a 32 dólares de la primera mitad del 2008). En 2004 el precio era \$42 (en dólares actuales), \$52 en 2005, \$60 en 2006, y \$65 en 2007. Pero de ahí dio un salto brutal a \$140 que no puede explicarse únicamente en términos de oferta y demanda; debido a este panorama el gobierno toma a principios del año 2007 la decisión de elaborar un documento de política energética que se asemeja más a un brochure falto de seriedad, objetivos y metas cuantificables claras que a una política energética; representa un continuismo de las políticas de corte neoliberal establecidas por los últimos gobiernos.

La “estrategia del gobierno” planteada en el documento, parte de la reforma efectuada en 1996 plasmada en la Ley General de Electricidad, cuyas verdaderas intenciones de liberalizar el mercado eléctrico hicieron que el Estado caminara en sentido contrario al contenido básico que debe tener una política energética, distanciándose y perdiendo poder de intervención en las políticas orientadas al sector energético.

Se crea la entidad llamada Consejo Nacional de Energía (CNE) la cual carece de institucionalidad y de herramientas de carácter legal y técnico que le permitan implementar verdaderas políticas que beneficien al sector.

El CNE original estaba constituido por instituciones de carácter publico-privadas entre las que se encontraban:

---

<sup>1</sup> Ver documento en

[http://www.minec.gob.sv/media%5Cdownloads%5CEstudios%5Cpolitica\\_energetica%5Cbrochure%20politica%20energetica.pdf](http://www.minec.gob.sv/media%5Cdownloads%5CEstudios%5Cpolitica_energetica%5Cbrochure%20politica%20energetica.pdf)

- ✓ Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica (IEEE).
- ✓ Cámara de Comercio e Industria de El Salvador (CAMARASAL).
- ✓ Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI).
- ✓ Consejo Empresarial Salvadoreño para el Desarrollo Sostenible (CEDES).
- ✓ Asociación Nacional de la Empresa Privada (ANEP).
- ✓ Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET).
- ✓ Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES).

Es de hacer notar la incidencia en su mayoría de instituciones orientadas a la implementación de políticas de carácter económico, que naturalmente tienden a apoyar programas que buscan el bienestar de los sectores de poder que representan, programas y planes que escasa vez concuerdan con el desarrollo de verdaderas políticas que incentiven el ahorro y diversificación energética en el país. Además la falta de una instituciones orientadas a la investigación y aplicabilidad tecnológica como ASIMEI quien fue excluida e ignorada en su petición de integrarse a este esfuerzo, así también organizaciones medioambientales como el CESTA, esto denota la poca importancia por incluir instituciones comprometidas con la problemática energética nacional cuyas opiniones y propuestas son opuestas a los intereses económicos representados por el Estado.

Los objetivos específicos y lineamientos estratégicos que el CNE debería de llevar a cabo según el brochure de política energética son los siguientes:

### **2.1.1 Incremento y Diversificación de las Fuentes de Energía.**

La propuesta presentada por el gobierno en esta área involucra la promoción del uso de energías renovables en el país tales como:

- ✓ Generación hidráulica.
- ✓ Generación geotérmica.
- ✓ Generación solar.
- ✓ Generación eólica.

Las iniciativas en materia hidroeléctrica (El Cimarrón y El Chaparral) representan el seguimiento de proyectos que CEL viene planificando con varios años de anterioridad y que no han sido ejecutados, aduciendo falta de liquidez de la autónoma, por lo cual no pueden atribuirse méritos de ser medidas innovadoras, a esto podemos agregar el escenario oscuro que se plantea en la implementación de El Cimarrón, que probablemente será concesionada a una empresa extranjera para que realice su construcción y maneje sus operaciones por 15 años; la inversión, desarrollo e investigación en materia de generación geotérmica se encuentra en este momento totalmente paralizada, debido al problema que sostienen ENEL y la estatal CEL por hacerse con el control mayoritario de LaGeo en una clara violación por parte de CEL al contrato pactado en el inicio de la sociedad mixta.

La energía solar presenta un nivel de penetración bajo con proyectos a nivel demostrativo capaces de energizar solamente 3 o 4 focos para una vivienda, carece de apoyo por parte de sectores gubernamentales para su promoción y desarrollo pese a contar con el mejor patrón de radiación solar de la región centroamericana (ver figura 2.1), además debido al alto costo de la implementación de un sistema de energía solar, es casi imposible que una familia pueda costearlo y menos lograr el financiamiento para poder obtener uno. La ley de incentivos fiscales es una medida tibia de parte del ejecutivo, los proyectos beneficiados con exención de impuestos arancelarios e impuestos sobre la renta rondan los 20MW capaces de generar electricidad para toda una ciudad, que significarían inversiones millonarias que ni el gobierno ni empresas internacionales están en disposición de invertir.

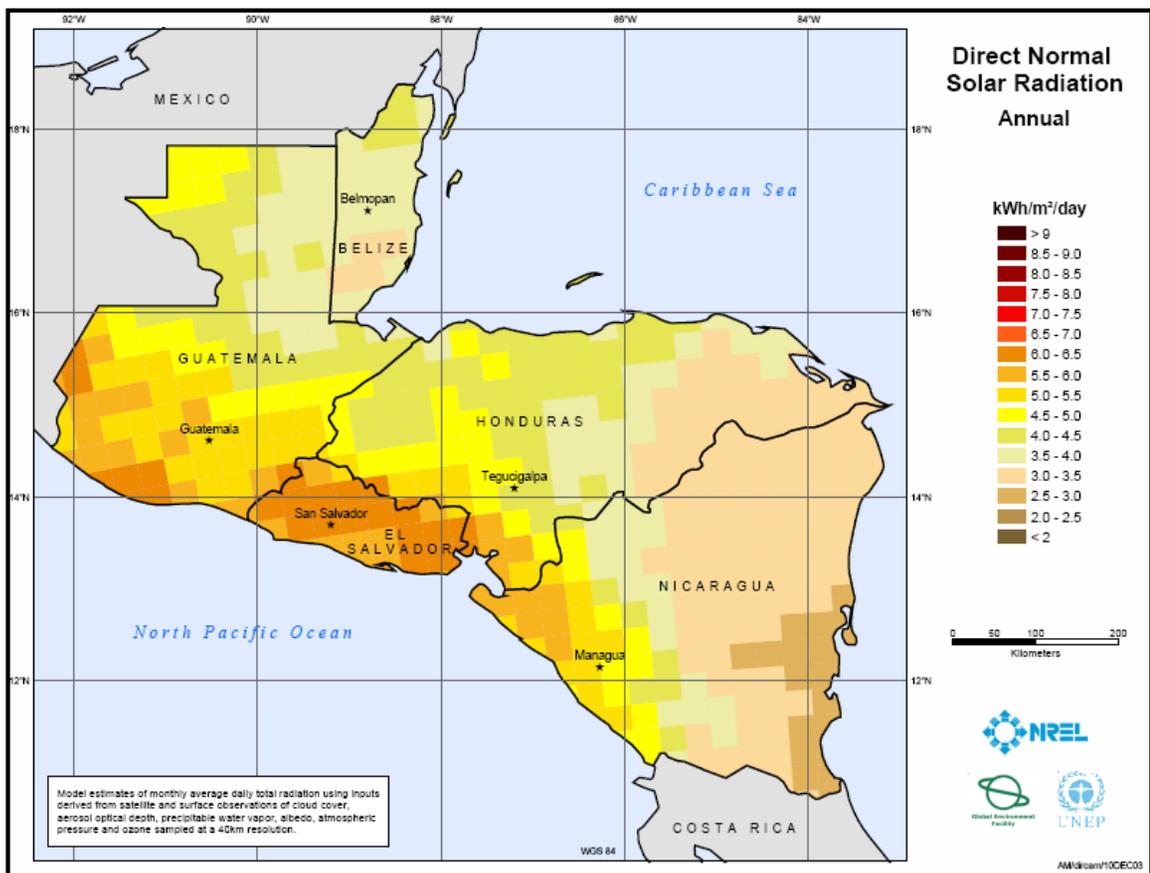


Fig. 2.1: Radiación solar en Centroamérica, SWERA

La energía eólica se ha convertido en centro de varios estudios llevados a cabo por empresas internacionales, los cuales no han arrojado datos concluyentes, sabemos que la velocidad máxima medida en nuestro país oscila entre 5 y 6 m/s según datos del programa SWERA<sup>2</sup>, y por medio de la organización Windpower<sup>3</sup> sabemos que la velocidad para un generador eólico ideal debe oscilar entre los 5-20m/s para acceder a potencias de

<sup>2</sup> Véase <http://gis.uca.edu.sv/swera/Index.html>

<sup>3</sup> Véase <http://www.windpower.org/es/tour/wres/enrspeed.htm>

generación de hasta 600kW, por lo tanto las velocidades máximas reportadas en nuestro país no son lo suficientemente fuertes para poder realizar un proyecto que sea visto como una verdadera solución energética nacional.

El gobierno ha mantenido durante los últimos 20 años una visión de desarrollo amarrada al potencial económico que obtendrá de la ejecución de proyectos. En el caso de las energías renovables, este panorama resulta inaceptable cuando sabemos que este tipo de tecnologías por su poca madurez tecnológica y altos costos de implementación aún no ofrecen parámetros de rentabilidad y que éstas deben verse como una inversión a realizar para lograr poco a poco una independencia de la generación a base de hidrocarburos y no como un negocio.

A la fecha se puede constatar que efectivamente existe un incremento en la capacidad instalada de generación de energía eléctrica (no así la diversificación) el gobierno continúa incrementando la producción de energía eléctrica invirtiendo en centrales térmicas, como es el caso de la generadora de Talnique cuya capacidad aumento 50MW a principios de este año.

Esto nos muestra que la política de incremento de fuentes de energía que el gobierno implementa no es coherente con lo plasmado en el documento de política energética. La generación térmica fue incrementada en un 44.57% en los últimos 2 años, lo que contribuye a aumentar la dependencia energética petrolera y sigue colocando al país en vulnerabilidad con respecto a la problemática de la variabilidad del precio internacional del crudo, debido a que nuestro país es netamente importador de esta materia prima.

El gobierno contempla en su agenda de política energética proyectos de generación, que ofrecerán a los habitantes del departamento de La Unión un daño severo al medio ambiente e incrementos en las enfermedades respiratorias de sus habitantes, dichos proyectos son a base de carbón mineral y gas natural, que serán ejecutados por las transnacionales AES Fonseca y Cutuco Energy respectivamente, claramente se puede observar por la magnitud de los proyectos (Cutuco Energy 525MW y AES Fonseca 250MW, 80% de la demanda actual) que la misión de estos proyectos es abastecer el mercado eléctrico regional, proporcionando a los países centroamericanos que compren esta energía un mecanismo limpio de abastecimiento, mientras que las dosis de contaminación ambiental serán para los pobladores de esa zona oriental de El Salvador.

El argumento principal de los defensores de este tipo de tecnología son sus bajos costos de generación, en especial la de carbón (\$75/MW) que comparada con los costos de centrales térmicas (\$145/MW) representa una reducción de cerca del 50%, curiosamente pese a que los proyectos ya cuentan con los permisos medioambientales ningún analista pronostica una disminución en las tarifas eléctricas a corto o mediano plazo, sino todo lo contrario.

Es contrastante que el gobierno apoye los proyectos de generación antes mencionados y a su vez inscriba proyectos de generación para competir por beneficios económicos derivados de la disminución de emisiones en el MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio), ejecutando un papel de doble moral ante la responsabilidad ecológica del país y el cumplimiento de los tratados internacionales como el protocolo de Kyoto.

Tabla 2.1 Proyectos Energéticos Protocolo Kyoto

<b>Proyectos en el Sector Energía con Potencial de Participación en el Mecanismo para un Desarrollo Limpio</b>						
	EMPRESA Y PERSONA CONTACTO	TIPO DE PROYECTO	CAPACIDAD INSTALADA	GENERACION ANUAL	POTENCIAL REDUCCION DE EMISIONES DE CO <sub>2</sub> Equivalente	ESTATUS ACTUAL
1	Biothermica Technologies Inc. Guy Drouin	Captura de gas metano y generación eléctrica	3-6 MW		183,000 ton CO <sub>2</sub> / año Inicio de operación: 2006	Registrado ante la Junta Ejecutiva del MDL. Una empresa intermediaria esta negociando las ventas de los CERS.
2	LaGeo S.A. de C.V.	Geotérmico Berlín, Fase Dos	40 MW	315,000 MWh	176,543 ton CO <sub>2</sub> / año Vida útil: 25 años Fecha de inicio: 2006	Registrado ante la Junta Ejecutiva del MDL. Negociado con Holanda a través de la CAF.
3	Compañía Azucarera Salvadoreña (CASSA)	Cogeneración con bagazo de caña	42.5 MW	83,813 MWh	37,142 ton CO <sub>2</sub> / año Inicio de operación: Fase I: 2003 Fase II: 2005	En proceso de validación El MARN ya emitió la carta de endose del proyecto. Negociado con una empresa Japonesa.
4	Ingenio El Ángel	Cogeneración con bagazo de caña	10 MW	19,000 MWh	13,775 ton CO <sub>2</sub> / año Inicio de operación: 2006	En proceso de validación
5	Ing. Jaime Alfaro Alvarado	Pequeña Central Hidroeléctrica en el Río Sapo	2.5 MW	13,000 MWh	9,425 ton CO <sub>2</sub> / año	En proceso de elaboración del PDD
6	LaGeo S.A. de C.V.	Ciclo Binario Berlín (geotérmico)	9 MW	67,392 MWh	48,859 ton CO <sub>2</sub> / año Inicio de operación: Nov. 2006	En validación. El MARN ya emitió la carta de endose. Aprobado en una fase inicial por Bélgica
7	LaGeo S.A. de C.V.	Optimización Ahuachapán (geotérmico)	20 MW	112,320 MWh	81,432 ton CO <sub>2</sub> / año Inicio de operación: junio 2007	En formulación del PDD
8	LaGeo S.A. de C.V.	Campo Geotérmico San Vicente	54 MW	303,264 MWh	219,866 ton CO <sub>2</sub> / año Inicio de operación: Abril 2009	En formulación del PDD
9	PAPALOATE	Pequeña Central Hidroeléctrica	2 MW	8,600 MWh	6,235 ton CO <sub>2</sub> / año Inicio de operación: Junio 2006	En formulación del PDD, por entrar a validación, negociado con Finlandia.
10	Ingenio Chanmico	Cogeneración con bagazo de caña	20 MW	36,000 MWh	25,632 ton CO <sub>2</sub> / año Inicio de operación: 2008	Idea de proyecto elaborada (PIN)
11	CEL	Central Hidroeléctrica El Chaparral	65 MW	180,200 MWh	115,199 ton CO <sub>2</sub> / año Inicio de operación: 2010	Idea de proyecto elaborada (PIN)
12	CEL	Central Hidroeléctrica El Cimarrón	243 MW	881,500 MWh	631,000 ton CO <sub>2</sub> / año Inicio de operación: 2012	Idea de proyecto elaborada (PIN)

## **2.1.2 Eficiencia Energética**

A pesar que en el documento se reconocen los importantes logros que el país puede tener con un programa de ahorro y uso eficiente de la energía, el gobierno poco o nada hace para la elaboración de un programa de este tipo. Para poder contar con una política de eficiencia energética es esencial contar con una organización a cargo de regular todos los aspectos que esto implica, esto es quizás la principal causa por la que en nuestro país no se cuenta con un programa de este tipo, pues hasta la fecha el gobierno ha sido incapaz de crear dicha institución, a pesar que es la primer área de acción en el caso de implementar un plan de política energética. Las instituciones ligadas al sector eléctrico nacional, que se podría pensar que pueden aportar en la planificación e implementación de un programa de eficiencia energética no lo hacen, por considerar que no es una competencia de ellos, y las sugerencias que han recibido de parte de instituciones fuera del estado han sido rechazadas tajantemente.

Ensayos tímidos en introducción de tecnologías eficientes es lo único que se ha realizado en materia de eficiencia, son pequeños proyectos pilotos en sectores aislados cuyos resultados nunca fueron divulgados; entre dichos proyectos se pueden mencionar: sustitución de focos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas eficientes y eficiencia de la cocina ahorradora de leña en la comunidad Hatos I, del municipio de Meanguera en el departamento de Morazán en el periodo 2006-2007, ambos sin resultados cuantificables que certifiquen las expectativas planteadas en el momento de su formulación.

Existen muchas áreas en las cuales se puede incursionar en materia de eficiencia como Programas de iluminación comercial, Aire acondicionado comercial, Programa general de sistemas de motores industriales, etc. Pero esto requiere de la participación de los sectores energéticos gubernamentales e industriales del país y muchas veces este tipo de medidas se antepone a los intereses a los que representan dichas instituciones. El gobierno no le da la importancia debida ni el apoyo necesario a la eficiencia energética, a pesar de los enormes beneficios que proporciona. Todo hace parecer que es más atractivo atraer inversionistas para generar más energía y cubrir con la creciente demanda nacional y próximamente centroamericana, que invertir en programas de uso racional de la energía y eficiencia energética que proporcionaría beneficios económicos y contribuiría a la conservación de los recursos energéticos del país.

## **2.1.3 Integración Energética (Mercado Eléctrico Regional).**

Los gobiernos nacionales del istmo centroamericano llevan varias décadas tratando de establecer una red de interconexión eléctrica a nivel regional, a través de la implementación de proyectos bilaterales, si bien habían sido elogiados por el intercambio de energía en situaciones de emergencias y transacción de excedentes, también fueron criticados por los siguientes aspectos:

- ✓ No permitían concertar transacciones firmes o constantes y los limites de transferencia eran reducidos (unos 50 MW firmes), pues la salida imprevista del enlace dejaba a un sistema deficitario y muy posiblemente sujeto a apagones.
- ✓ Existía un rezago en el mantenimiento que se reflejaba en menor confiabilidad y mayores pérdidas de energía; en varios países existen subestaciones con sobrecarga y aún demanda reprimida por falta de capacidad en redes y subestaciones.
- ✓ La capacidad de las líneas de interconexión era limitada, impidiendo concertar transacciones de compra-venta de electricidad de carácter firme que pudieran justificar la instalación de plantas generadoras de mayor tamaño que el necesario para atender el mercado de cada país.

Debido a estas carencias en los sistemas de interconexión entre los diferentes países centroamericanos, nace el Proyecto SIEPAC Interconexión Eléctrica Centroamericana. Consta de un Sistema Troncal de Transmisión a 230kv, de 1830km de longitud, 16 Subestaciones y con una Capacidad de 300MW.

El Costo total estimado para la construcción de la línea de interconexión y las subestaciones del proyecto es de US \$330 millones de los cuales el 25% será aportado por entes privados que luego se convertirán en operadores de la red, teniendo que pagar la población por un cargo de red, que el mismo pueblo pago con sus impuestos en el momento de la construcción de dicha infraestructura.



Fig. 2.2 Proyecto SIEPAC

Otro punto importante de señalar es que las atribuciones dadas a la CRIE (Comisión Regional de Interconexión Eléctrica) y al EOR (Ente Operador Regional) como autoridades máximas regionales en la regulación y la operación del sistema respectivamente, les permiten supeditar las acciones de las entidades nacionales dedicadas a estas mismas funciones; por tanto, es predecible que en los países de la región, los entes reguladores del sector eléctrico tendrán un bajo perfil en materia de protección a los usuarios, y prevalezca el derecho de las contrataciones comerciales que se realicen en el mercado regional.

Es notorio que dentro de los beneficios del Proyecto SIEPAC, no se encuentre al menos uno que este relacionado al interés de los consumidores, como puede ser el de asegurar menores tarifas o mayor cobertura; debido a que este proyecto de interconexión eléctrica regional, únicamente plantea condiciones para el funcionamiento óptimo de las empresas, esperando que el mercado se encargue de asignar eficientemente los recursos. Sin embargo, la experiencia indica que el mercado asigna recursos a quienes tengan capacidad de pago; por tanto, el Proyecto SIEPAC no garantiza a la población centroamericana una mayor cobertura, menores tarifas, mejor calidad del servicio o una mayor protección en materia de defensa al consumidor.

En primer lugar, es preciso analizar la composición nacional de la generación eléctrica. Este ejercicio permite mostrar que la mayoría de los países de la región se encuentran determinados por la generación térmica, es decir aquella que por su forma de producción (en base a combustible) presenta un mayor costo; por tanto, si en la región no predomina aquel tipo de generación con bajos costos de producción, como la generación hidroeléctrica, es de esperar que el mercado eléctrico regional no garantice una disminución en el precio de la energía eléctrica.

La consolidación de todos estos proyectos regionales pueden incurrir en repercusiones que van desde el carácter técnico-ambiental como lo son apagones regionales por fallas en el sistema de red, debido a no contar con un sistema de transmisión capaz de soportar las cantidades demandadas de energía comercializada, contaminación de zonas en las cuales se lleven a cabo proyectos de generación no acorde con el medio ambiente, así como también repercusiones económicas en contra de los usuarios finales pues el Proyecto SIEPAC tiende a debilitar los marcos regulatorios nacionales para dar fuerza al libre mercado regional.

Todas estas acciones se basan en el objetivo de incentivar la inversión y darle dinamismo al mercado de las grandes transnacionales dedicadas al sector eléctrico, dejando a los usuarios expuestos a perder toda regulación nacional que garantice precios justos, buena calidad del servicio y ampliación de la cobertura, así como a la protección de sus derechos; todo estará en manos del mercado y de las empresas transnacionales.

## 2.2 Conclusiones

- ✓ El documento de política energética del gobierno carece de objetivos claros y cuantificables comprometidos con el ahorro y uso eficiente de la energía.
- ✓ Plantea medidas que forman parte de un continuismo de la política energética planteada desde 1996, carece de medidas novedosas; proyectos como el Cimarrón y el Chaparral se vienen planificando hace más de 8 años.
- ✓ Su posición acerca de la promoción y uso de energía renovables esta lejos de toda realidad nacional y la ley de incentivos aprobada en 2008 dista mucho de lograr el objetivo de incrementar la generación renovable en el país.
- ✓ Apoya proyectos nocivos para el medioambiente, tales como los proyectos de gas y carbón mineral de La Unión, claramente destinados a la Integración Energética Centroamericana lo que refleja que el gobierno tiende siempre a pensar en los negocios antes que en el bienestar social de la población.

## CAPITULO III

### POLITICA ENERGETICA REALIZADA POR EL GOBIERNO DE EL SALVADOR

#### 3.1 Introducción

El presente capítulo abarca la verdadera política energética que está implementando el GOES la cual difiere de su planteamiento original plasmado en el documento criticado en el capítulo anterior, el capítulo ofrece un panorama del incremento en la capacidad instalada que en estos momentos se realiza, con un análisis profundo de cada uno de los proyectos en proceso de implementación, ventajas y desventajas, además ofrece un panorama de políticas públicas destinadas al usuario como son los subsidios y las tarifas eléctricas, así también problemáticas suscitadas en el sector eléctrico que afectan al representante gubernamental en materia de generación eléctrica CEL y las ampliaciones en la red de transporte eléctrico preparando el escenario para la entrada en vigencia del mercado eléctrico regional.

#### 3.2 Incremento de la Capacidad Instalada y Diversificación de las Fuentes de Energía en el Sector Eléctrico.

Uno de los ejes más importantes en la política energética implementada por el GOES es el aumento en la capacidad instalada de energía eléctrica, que además implica una diversificación de las fuentes de energía en el país. La administración gubernamental y las compañías privadas de generación eléctrica han impulsando una serie de proyectos que han incrementado la capacidad instalada del país, pasando de 1,044 MW en 2003 a 1,371 MW en 2008, lo que representa un incremento del 31.32% en los últimos 5 años, un aproximado de 6.26% de crecimiento anual.

Tabla 3.1 Capacidad instalada

Año	Capacidad Instalada
2003	1,044.00
2004	1,088.74
2005	1,104.30
2006	1,121.00
2007	1,313.20
2008	1,371.90

Fuente: Estadísticas 2003-2008 SIGET

Un análisis de la oferta de nuestro mercado eléctrico realizado por el ministerio de economía revela que en los últimos 5 años la demanda de energía eléctrica aumentó a una tasa de 5.1% anual, lo cual significa que el aumento en la capacidad instalada registrada en los últimos años fue aparentemente acorde al incremento de la demanda. Pese a estas cifras el país ha registrado deficiencias en el suministro energético a nivel nacional, la mas reciente crisis energética pudo observarse en el mes de mayo del 2008 cuando el país registros varios apagones. Muchas ciudades y cantones sufrieron racionamientos de electricidad en múltiples zonas del país debido a que las generadoras no pudieron cubrir la demanda de energía, la causa de este problema según registros de la Unidad de Transacciones fue atribuida a problemas originados en las turbinas y operaciones de mantenimiento en las generadoras de Acajutla, Talnique, Cerrón Grande, 15 de Septiembre y Ahuachapán que dejaron fuera de servicio cerca de 271 MW.

Esta falta de suministro de energía hizo crecer la alerta en sectores de la empresa privada nacional y la Cámara de Comercio de El Salvador (CAMARASAL) quienes criticaron fuertemente al gobierno por no prever un escenario como el presentado en ese momento y por no contar con una fuente de energía alternativa que permita al país evitar momentos de crisis energética.

En el mes de abril del 2008 se reportó el pico más alto en demanda alcanzado en todo el año (924 MW). Según este dato en ese momento debió contarse con un excedente de energía de 447 MW, en la práctica este dato no es real ya que la capacidad disponible en el sistema eléctrico se ve reducida debido a que los generadores nunca operan al 100% de su capacidad, esto aunado a la falta de suministro por tareas de mantenimiento y falla en las turbinas de las empresas generadoras ocasionó los racionamientos de energía en el sector.

Ante estas eventualidades el gobierno retomo con mayor fuerza varios proyectos que se vienen gestando años atrás por parte de CEL, AES Fonseca y Cutuco Energy, que de hacerse realidad aumentarían cerca de 1,100 MW correspondiente a mas del 80% de la capacidad instalada del país asegurándonos un suministro de energía estable y una diversificación de la matriz energética nacional. Entre estos proyectos podemos mencionar la construcción de dos presas hidroeléctricas: el Chaparral (66 MW) y el Cimarrón (261 MW) construidas por CEL, una planta generadora a base de carbón mineral (250 MW) de AES Fonseca y el proyecto de generación por medio de gas natural (525 MW) de la compañía Cutuco Energy.

### **3.2.1 Proyecto Hidroeléctrico El Chaparral**

El proyecto hidroeléctrico El Chaparral incrementará la capacidad instalada del país en un 4.79%, tendrá capacidad de generar 65.7 MW de electricidad lo que es equivalente al consumo de energía de 200 mil familias y contribuirá a disminuir la dependencia de la generación térmica predominante en nuestro país, estas son algunas de las ventajas que asegura la cartera de estado ante el inicio de la obra a finales del 2008. Además de estos beneficios el agua del embalse de El Chaparral será utilizada también para la generación de energía eléctrica en la central 15 de Septiembre que se encuentra aguas abajo

siguiendo el curso del río Lempa esto ayudara a incrementar la vida útil de la presa 15 de Septiembre.

La central generará anualmente 232 GW/h y su periodo de construcción esta programado para 50 meses, la superficie total del embalse es de 8.6 km<sup>2</sup> con una altura de la presa de 76.5 m de longitud y 321 m de cresta, el vertedero tendrá 4 compuertas metálicas cuya capacidad de descarga será de 6,700 m<sup>3</sup>/s.<sup>4</sup>



Fig. 3.1: Proyección de la futura Central Hidroeléctrica El Chaparral

La Comisión Ejecutiva del río Lempa CEL comienza la gestación del proyecto hidroeléctrico El Chaparral en 1997 con el inicio de un estudio de prefactibilidad que tuvo por objeto la identificación de las zonas más apropiadas para la construcción de una represa en el río Torola, de los resultados de dicho estudio se selecciono El Chaparral como uno de los posibles sitios de construcción, y fue hasta diciembre del año 2000 que CEL firma un convenio con los representantes del gobierno Japonés para comenzar a realizar el estudio de factibilidad de El Chaparral con un costo aproximado de \$3.6 millones absorbidos en su totalidad por el gobierno de Japón.

Dentro de este contexto se solicita a dos compañías, la primera de origen estadounidense (Harza Ingenieros) y la segunda de capital salvadoreño (ECO Ingenieros), la realización del estudio de impacto ambiental el cual obtuvo la aprobación del ministerio de medio ambiente y recursos naturales (MARN) en Octubre del 2006.

Las protestas contra la implementación de la obra por parte de los habitantes de San Luis de la Reina, Carolina y San Antonio del Mosco, municipios en los cuales se ejecutará el proyecto se han incrementado a lo largo de los últimos 6 años, los pobladores y autoridades eclesiásticas de la zona sostienen que el proyecto no ha sido consultado con la población y que la reubicación de 1,500 familias causaría cambios profundos en la forma de vida de estos, afectando sus actividades económicas, sociales y culturales así como también los efectos que incluyen la pérdida de hábitat de varias especies de flora y fauna en la zona.

---

4 Véase: <http://www.cel.gob.sv/?categoria=28>

Este proyecto obliga a cientos de familias en extrema pobreza del caserío San Antonio del Mosco, en San Miguel, a dejar sus pocas pertenencias como lo es la tierra. Con datos extraoficiales se conoce que CEL ofrece el pago de \$1 por vara cuadrada<sup>5</sup>, lo cual es insuficiente para comprar otro terreno cercano a la zona y pone de manifiesto el abuso realizado a las personas del lugar. Las condiciones de la población del caserío son precarias y su mayor fuente de actividad económica es la elaboración de papas.

Además de San Antonio del Mosco se verán afectados los caseríos La Fragua, La Laguna, Sicahuite, San Diego, San Dieguito y Nueva Concepción. Estas zonas están señaladas en el mapa de desarrollo nacional como de extrema pobreza, y donde habitan al menos 50 mil personas, en su mayoría niños y ancianos que hasta hoy desconocen una alternativa de vivienda.

Las afirmaciones de acuerdos sobre la compra del 75% de los terrenos a los pobladores, manifestadas por el presidente de la CEL, son desmentidas por los lugareños de los caseríos de San Miguel, afectados por la presa El Chaparral y el dato de 75 familias afectadas se queda corto al verificar los planos del proyecto, ambientalistas afirman que son al menos 50 mil personas las perjudicadas. La mayoría de la población afectada desconoce el proyecto aunque están claros que éste es perjudicial para su permanencia en el lugar.

Pese a que el proyecto es necesario para el abastecimiento energético nacional las acciones para compensar a los pobladores afectados son escasas y de poca profundidad social, la población asentada en estos caseríos se encuentra catalogada en estado de pobreza extrema y el pago por compensación de tierras que CEL esta realizando prácticamente es un robo a los pobladores, perderán sus tierras de cultivo las cuales utilizan como agricultura de subsistencia ya que la zona carece de actividad económica, es necesario que el gobierno haga conciencia del daño ocasionado y mejore la compensación a los habitantes de la zona dotándolos de terrenos en los cuales puedan cultivar los alimentos que les son útiles para la alimentación de sus familias.

Entre las medidas compensatorias que CEL a anunciado se encuentra una supuesta mejora y mantenimiento del caudal del río Torola, la creación de un bosque de 20 manzanas y una zona de protección forestal de 149 manzanas en el perímetro del embalse lo cual no compensa la destrucción del ecosistema para la flora y fauna que se encuentra en la zona de construcción del proyecto, debido a que el proyecto de generación hace uso de recursos renovables se estima que evitará una liberación anual de 116,000 toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, pese a esto el impacto ambiental que ocasionará la obra como lo es la pérdida del hábitat de fauna y flora, erosión en los alrededores del embalse, pérdida de suelos fértiles propicios para la agricultura y ganadería, acumulación de contaminantes en el embalse típica de este tipo de construcciones y los efectos secundarios causados por la “muerte” del río serán inevitables, además CEL plantea una serie de medidas “sociales” paliativas para los pobladores tal como la construcción de una colonia para la reubicación de las familias afectadas y 3 escuelas para los habitantes de la zona.

---

5 Fuente: CESTA

El 30 de septiembre del 2008 CEL publica en el diario oficial la adjudicación de la construcción de la central hidroeléctrica El Chaparral a la empresa italiana ASTALDI S.p.A., curiosamente el mismo día de publicación de la adjudicación el presidente de la república Elías Antonio Saca en un acto simbólico da por iniciada la tarea de construcción de la presa en medio de fuertes protestas de pobladores de la zona y lo que a simple vista demostró ser un proceso con poca transparencia ya que el contrato con la empresa ASTALDI había sido firmado antes que se publicara en el diario oficial a quien se le había adjudicado la licitación, coartando con esto la oportunidad de cuestionar en defensa del interés público la adjudicación del proyecto. En el segundo proceso de licitación solo participó la empresa italiana ya que el primer proceso se consideró desierto debido a que las ofertas excedían el presupuesto original que el gobierno estimaba para la construcción de la obra.

Pese a esto CEL ha buscado la manera de obtener el financiamiento para iniciar la construcción del proyecto valorado inicialmente en \$140 millones, y que debido al incremento en los materiales y maquinaria para su construcción aunado a la caída del dólar por la crisis internacional el valor de la obra se incremento hasta alcanzar los \$219.9 millones que finalmente están siendo financiados de la siguiente manera: el BCIE aportará un crédito de \$163 millones y los restantes \$56 millones serán aportados mediante recursos de la estatal.

En este momento la obra lleva un 2% de avance, se han realizado excavaciones a las orillas del río Torola que son de carácter exploratorio y se han comenzado los trabajos de terracería según información de ASTALDI, por su parte CEL ha hecho efectivo el primer pago del anticipo de 15% que asciende a \$32 millones y se esta negociando con el BCIE el primer desembolso también de \$32 millones con lo cual se completaría el adelanto acordado con ASTALDI.

### **3.2.2 Proyecto Eléctrico AES Fonseca a base de Carbón Mineral.**

El proyecto eléctrico de AES Fonseca consiste en la construcción de una planta generadora a base de carbón mineral con una capacidad instalada de 250 MW ubicada en el puerto de La Unión, la primera planta de producción de energía del país alimentada por carbón mineral, un proyecto calificado como estratégico por los impulsores porque promete diversificar la matriz energética local. El costo total del proyecto rondará los \$600 millones según Neil Watlington director de AES Fonseca, esta cantidad supera en \$200 millones al costo estimado inicialmente para el proyecto, tal incremento se debe al alza en los precios de los materiales de construcción experimentados en los últimos meses.



Fig. 3.2: Proyección de la futura Central Eléctrica de AES Fonseca.

El costo del proyecto será cubierto en un 75% por préstamos a institutos financieros internacionales que otorgarán crédito a AES Fonseca entre las que se encuentran HSBC, ABN amro y WestLB; el otro 25% será un aporte de la misma AES Fonseca. Representantes de estas instituciones visitaron El Salvador en noviembre pasado y sostuvieron reuniones con autoridades gubernamentales a fin de realizar una evaluación del clima de inversiones y seguridad jurídica en el país. Debido a que este proyecto tiene una capacidad de cerca del 20% de la instalada actualmente en el país es muy probable que no sea utilizado para suplir la demanda energética nacional, José Ernesto Gálves presidente de ETESAL afirma que la petición para la interconexión con la red eléctrica ya fue realizada y aprobada, y que es muy probable que se realice directamente a la línea SIEPAC lo cual deja muy claro que el mega proyecto esta destinado para venta de energía a los países de la región, operación que se realizará a través del mercado eléctrico regional que entrará en vigencia el próximo año.

Para la construcción de la planta AES Fonseca ha contratado a la compañía surcoreana POSCO y la modalidad del proyecto será “llave en mano”, demorará cerca de 40 meses de construcción. De acuerdo con estudios hechos por AES, el desarrollo de este proyecto provocará un ahorro de unos \$100 millones en la factura petrolera nacional. Actualmente los países como el nuestro se ven en aprietos por las constantes variaciones en el precio del petróleo, del cual depende cerca del 50% de la generación de energía eléctrica de El Salvador, y por los trastornos climatológicos que golpean la producción hidroeléctrica que afecta la generación de energía en las presas.

Frente a ese escenario, AES promete una estabilización en los precios de la energía, debido a que los costos del carbón no son susceptibles a variaciones abruptas como sucede con el crudo. De acuerdo con datos de la corporación, el carbón inyecta un 38% de la energía eléctrica del mundo. Además, según las proyecciones mundiales el carbón es un recurso que no corre el riesgo de escasearse, por lo menos en los próximos 250 años.

El estudio de impacto ambiental con el cual se comenzaron los trámites de los permisos para la operación de la planta fue presentado en noviembre del 2006 y abarca en parte el

uso que se hará de los residuos de la combustión del carbón, que por lo general se utilizan para cemento, fertilizantes o relleno de suelos. Además, se proporcionó datos de los sitios de depósito del carbón y sobre la comercialización.

A finales del 2007 se comenzó con el proceso de consultas públicas del impacto ambiental que ocasionará el proyecto. El procedimiento se realizó con base en el artículo 25 de la Ley de Medio Ambiente. El referido estudio es sobre el posible impacto que tendrá en el entorno, la construcción y puesta en marcha de una planta generadora de electricidad, cuyo insumo básico será el carbón.

Neil Watlington, director de proyectos de AES Fonseca sostiene que la opinión de la población es muy importante, y que el diseño del proyecto se ha modificado en varias ocasiones buscando el beneficio de la población, los permisos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) fueron otorgados a AES Fonseca con lo cual cuenta con el aval medioambiental de parte del ente gubernamental.

Paul Hanrahan, presidente de la Corporación AES, asegura que la planta de generación a base de carbón mineral es respetuosa con el medio ambiente. El proyecto ha encontrado detractores de la construcción del proyecto, la alcaldía de La Unión afirmó que se negará rotundamente a otorgar los permisos para la construcción de la planta debido a que las emanaciones provenientes de la combustión de carbón son dañinas para el medio ambiente y la salud de los habitantes de la zona, si bien es cierto las obras anunciadas incidirán en el crecimiento económico del país, habría que valorar y poner sobre el fiel de la balanza si vale más la salud de los ciudadanos unionenses o los beneficios económicos que produzcan al país y a los inversionistas.

AES Fonseca y el gobierno Salvadoreño intentan dilucidar las acusaciones ante el proyecto pese a que a nivel mundial se conoce que la generación a base de carbón mineral es la más contaminante de todas, contrario a lo que la industria quiere que creamos, el “carbón limpio” no existe. El carbón es la principal fuente de contaminación de mercurio y principal causante del calentamiento global. La explotación minera del carbón destruye millones de acres de tierras y contamina o destruye miles de millas de corrientes de agua en el mundo. Las emisiones de las plantas a carbón desencadenan ataques de asma en los niños y están relacionadas con enfermedades respiratorias graves dañando así la salud de los residentes aledaños a la zona y el medio ambiente.

Estados Unidos mayor poseedor de reservas de carbón mineral a nivel mundial a comenzado una fuerte campaña contra este tipo de plantas generadoras. Solo durante el año 2007, a 59 centrales eléctricas de carbón que se habían planteado en territorio de Estados Unidos les fueron rechazadas sus licencias por los gobiernos del estado local. Además de las 59 plantas que cayeron, los permisos de cerca de 50 centrales de carbón más se fueron a disputas en las cortes, y probablemente, las centrales restantes van a ser desafiadas cuando alcancen la etapa de obtención de permisos.

Organizaciones como Action This is Reality cuentan con fuertes campañas informativas acerca de las consecuencias medioambientales que derivan de la generación de carbón y a su vez se encargan de desmentir a organizaciones como la American Coalition of Clean

Coal Technologies (ACCCE) quienes invierten millonarias sumas de dinero en publicidad para que la generación de este tipo sea aceptada como limpia.

No hay hogares en los Estados Unidos alimentados por energía “limpia” del carbón. Se lee en los comunicados de su página web <http://action.thisisreality.org/>. Aseguran que no existen las centrales eléctricas a base de carbón que vendan energía “limpia”.

De hecho, en los Estados Unidos no existe una sola planta de generación eléctrica a base de carbón mineral que capture y almacene con seguridad los desechos contaminantes producidos por este tipo generación. Las tecnologías que permiten la captura y almacenamiento de CO2 con seguridad aún no se han integrado en escala comercial. Esto significa que las aproximadamente 600 plantas de carbón que producen electricidad en los EE.UU. no poseen un sistema que limite el nivel de contaminación, no hay tal cosa como plantas de generación “limpia” a base de carbón mineral en ninguna parte del mundo.

La quema de carbón para la generación de electricidad es una de las principales fuentes de contaminación y principales causantes del calentamiento global en los EE.UU., las emisiones de la combustión del carbón para generar electricidad rondan el 32% de las emisiones totales de CO2, inclusive son mayores que las emisiones producidas por la gasolina y el diesel en el sector transporte, que contribuyen en conjunto el 27% de las emisiones de CO2 en EE.UU.

El carbón es también desproporcionadamente más contaminante que todos los combustibles utilizados en los EE.UU. para producir electricidad. El 83% de las emisiones totales de CO2 provenientes de la generación eléctrica son generadas a partir del carbón, aunque estas representan solo el 50% de la generación total de plantas que utilizan combustible fósil. Las emisiones de CO2 a partir del carbón son 1,5 veces más que las de gas natural, la otra gran fuente de combustible fósil de la electricidad en los EE.UU.

La principal razón para oponerse a nuevas plantas de carbón es la preocupación creciente por el cambio climático. Otra razón emergente son los costos altísimos de construcción de este tipo de plantas. Y además, la preocupación por los daños a la salud causada por las emisiones de mercurio que provienen de la generación eléctrica a base de carbón mineral, solo en Estados Unidos se producen 23,600 muertes anuales por contaminación atmosférica generada en las centrales eléctricas a base de carbón mineral.

Pese a las millonarias campañas que buscan con publicidad engañosa la aceptación de la generación a base de carbón mineral como fuente de “energía limpia”, grupos ambientalistas que presionaron a la empresa de servicios públicos TEJAS TXU para reducir el número de plantas de carbón que operaban en el estado de Texas lograron una reducción pasando de 11 que se encontraban operando en 2007 a tan solo 3 a finales de 2008. Florida negó los permisos de construcción de una planta de 1,960 MW debido a que esta no pudo probar que su construcción fuera mas barata que un plan de inversiones de conservación, eficiencia y promoción de energía renovables.

En materia de legislación en 2007 se comenzó el debate para establecer una moratoria en la aprobación de nuevas centrales eléctricas de carbón bajo la Clean Air Act hasta que la EPA (la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos) pueda presentar regulaciones para tratar las emisiones de gases invernadero de estas fuentes. Esto es un muy buen esfuerzo para marcar el principio del final para la energía del carbón en Estados Unidos.

Por todos estos registros acerca del daño causado por la generación eléctrica a base de carbón mineral la postura de AES Fonseca y el gobierno de nuestro país resulta demagógica cuando se habla que el proyecto a ejecutar en el departamento de La Unión esta acorde con el medio ambiente y que no traerá consecuencias negativas al país

Como un ejemplo de todo el daño que puede causar una planta de generación eléctrica a base de carbón mineral se tomaran los datos que la organización Thisisreality presenta, estos datos son obtenidos a partir de una planta generadora de 500 MW, que aproximadamente representa el doble en capacidad instalada, comparada con la del proyecto en La Unión.

**Datos promedio anuales de sustancias contaminantes que produce una planta de generación a base de carbón mineral (500 MW).**

- ✓ 170 libras de mercurio
- ✓ 225 libras de arsénico
- ✓ 114 libras de plomo
- ✓ 4 libras de cadmio, trazas de uranio, y otros tipos de metales tóxicos

Por lo tanto podríamos asumir que la planta a instalar en La Unión producirá la mitad de estos desechos por año.

Estos datos podrían no ser tan significativos si los comparamos cuantitativamente con los desechos de otros tipos de industrias, pero cuando revisamos los datos de la Union of Concerned Scientists (UCS)<sup>6</sup>:

- ✓ La razón de 1/70 de una cucharada de mercurio es capaz de contaminar un lago de tal forma que los peces en un radio de 100,000 mts<sup>2</sup> son insalubres para alimentación.
- ✓ El agua que contiene 50 partes por mil millones de arsénico, causa cáncer en 1 de cada 100 personas que la beben.

Estos datos son solo una pequeña muestra del porque debe evitarse la construcción de este proyecto en nuestro país y que los aspectos negativos superan con creces las ventajas de una posible independencia energética del país, lo mejor es buscar tecnologías verdaderamente limpias que sean alternativas tecnológicas y promuevan el uso de recursos renovables.

---

6 Véase: [http://www.ucsusa.org/clean\\_energy/coalvswind/c02c.html](http://www.ucsusa.org/clean_energy/coalvswind/c02c.html)

### 3.2.3 Proyecto Hidroeléctrico El Cimarrón.

El proyecto hidroeléctrico El Cimarrón es de gran importancia para la sostenibilidad de la creciente demanda energética en el país, debido a que su capacidad instalada será de 261MW con lo que se podrá llevar electricidad a 700 mil hogares. El proyecto es considerado como una obra de ingeniería nunca antes realizada en el país, ya que parte del agua del río Lempa será desviada hacia el río Metayate, mediante un túnel de 10.8 kilómetros de largo y 5.8 metros de diámetro. La idea es conducir el agua hasta el embalse del Cerrón Grande. La presa será construida sobre el río Lempa, entre los municipios de Metapán, departamento de Santa Ana; La Palma, San Ignacio, Agua Caliente y Citalá, en Chalatenango.



Fig. 3.3: Sitio de presa de el proyecto El Cimarrón.

La central generará anualmente 686.7GW/h y su periodo de construcción está programado para 5 años, la superficie total del embalse es de 15.3km<sup>2</sup> con una altura de la presa de 165m de longitud y 660m de cresta, se instalaran un total de 4 turbinas del tipo Peltón de eje Vertical y su conexión será directamente con la red eléctrica nacional de 230kV.<sup>7</sup>

En abril del 2004 la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) firmó el contrato para que la empresa Coyne & Bellier, de Francia, realizara el estudio de factibilidad del proyecto. En ese año se aseguro que existía un acuerdo entre CEL y Coyne & Bellier, en el cual el proyecto seria ejecutado en modalidad de “Llave en mano”, ya que la firma francesa sería la encargada de realizar el diseño y construcción del proyecto. El estudio de prefactibilidad, tendría un costo de \$1 millón, donado por el gobierno francés.

A principios del 2008 el embajador de Francia en El Salvador, Fracis Roudiere, entrego al presidente de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL), Nicolás Salume. El estudio de factibilidad en el cual se detallaba que la presa tendría un costo mayor a 650 millones de dólares, que serían financiados por la banca internacional, y cuyas gestiones comenzarían a hacerse en los meses siguientes a la entrega del estudio.

<sup>7</sup> Véase <http://www.cel.gob.sv/?categoria=29>

Hasta febrero del 2008 CEL ya había adquirido el 25% de los terrenos que abarcará el proyecto, cuyo embalse tendrá una superficie de 15 kilómetros cuadrados. Además el estudio arrojó que la obra desplazará de sus lugares de origen a 144 familias, y que planean reubicarlas en zonas aledañas, CEL asegura que ya tiene diseñado un plan de contingencia, que incluye dotarlas de vivienda y demás servicios básicos similar a lo planificado con la construcción de El Chaparral.

Seis meses después de la entrega del estudio de factibilidad CEL anuncia que el costo de construcción de la presa El Cimarrón se ha incrementado a \$1,100 millones por efectos del encarecimiento de los materiales de construcción y la depreciación del dólar frente al euro, ya que las turbinas, los controladores de presión, voltímetros y otros componentes de maquinaria y equipo son fabricados en Europa, según explicó en esa oportunidad el presidente de CEL. El financiamiento de la obra se buscará aplicando un modelo de participación público privada (PPP) o de uno basado en construcción, operación y transferencia (BOT, por sus siglas en inglés). Salúme aseguro que se inclinaría más por la primera figura y que se buscarían inversionistas privados con capacidad de aportar hasta un 49% de la inversión y que CEL solicitaría financiamiento bancario para la diferencia, a fin de mantener la operación de la central. Para realizar este tipo de contratación CEL propuso la creación de una macro ley que evite algún inconveniente con la ley LACAP.

La versión de CEL cambio en octubre del año pasado cuando afirmó que el proyecto se desarrollará bajo el esquema del BOT (“build, operate and transfer”, por sus siglas en inglés, o “construir, operar y transferir”) y con esto será la primera presa de El Salvador cuya operación estará en manos de privados, al menos durante sus 15 primeros años de funcionamiento. Se trata de una forma de financiamiento en la que una entidad privada recibe una concesión del sector público para financiar, diseñar, construir y operar una infraestructura por un período de tiempo determinado. Cuando el plazo finaliza, el proyecto regresa a la institución o gobierno que lo concesionó. La empresa constructora de la presa, construye la obra, la opera durante cierto tiempo y venderá la energía a CEL, las utilidades de la venta de energía serán de la empresa constructora utilizando los recursos naturales del país. Uno de los puntos que CEL resalta es que la presa generará energía “limpia”, es decir, obtenida a través de recursos renovables, el proyecto podría calificar para la venta de bonos ambientales bajo el Protocolo de Kioto. CEL calcula que con El Cimarrón podrían obtenerse hasta \$4 millones anuales con la venta de estos bonos.

Actualmente el proceso de licitación está por comenzar, luego de que a finales del año pasado por lo menos 13 compañías participaron en el diseño del mega proyecto.

El proyecto, tal y como se define actualmente, afectará un área de 15 kilómetros distribuidos en cinco municipios de Santa Ana y Chalatenango. La necesidad y los beneficios de producir energía limpia con la fuerza del agua son evidentes, pero también es evidente que la construcción de un embalse en la cuenca alta del río Lempa afectará de una u otra forma el futuro de este recurso natural, de su cuenca y de los habitantes de la zona. Los pobladores del Llano de la Virgen viven de la agricultura y de la pesca. El maíz que allí se cosecha es transformado en tortillas y pupusas una vez llega a Citalá. La

exhuberancia de la vegetación a su alrededor es tal que no es difícil comprender porque los pobladores no se imaginan a sí mismos contentos y tranquilos viviendo en otro sitio. No quieren abandonar sus hogares, temen verse obligados a ello, y ven en el proyecto El Cimarrón una amenaza, más que una oportunidad de progresar.

Lo grave de la realización de estos proyectos es el efecto de desterrar a los pobladores de todos estos cantones y municipios de sus tierras, por la construcción de proyectos energéticos que claramente están orientados a la comercialización de energía en el mercado eléctrico regional SIEPAC que esta por entrar en vigencia, inclusive gente que vive aledaña a las presas hidroeléctricas no tiene energía eléctrica en sus casas; el propósito verdadero del gobierno es entregar este bien estratégico del país a una empresa transnacional privada para que venda la energía. El gobierno sigue vendiendo la idea de desarrollo pero basta con mirar hacia las anteriores construcciones de presas en el país donde los habitantes de esas zonas siguen esperando el desarrollo; no hay empleos, siguen esperando que se les mejoren sus caminos rurales, muchas familias ni siquiera tienen electricidad en sus casas y otros que la tienen apenas la pueden pagar, se ha incrementado con creces su costo al privatizar la distribución, al abrir las compuertas de la presas se inundan los cultivos y viviendas de la zona baja, lo que es una verdadera catástrofe casi en cada año.

### **3.2.4 Proyecto Eléctrico a base de Gas Natural de Cutuco Energy.**

La construcción de una planta de ciclo combinado a base de gas natural licuado (GNL) se desarrolla en el departamento de La Unión, tendrá una capacidad instalada de 525MW y la inversión se estima podrá alcanzar los \$600 millones. Catalogado como el proyecto energético de mayor capacidad por ejecutar en Centroamérica, será puesto en marcha por una empresa privada Cutuco Energy Central America (CECAM), subsidiaria de la estadounidense Crystal Energy quienes trabajan con socios locales.

El proyecto plantea además la construcción de 2 tanques de almacenamiento con capacidad para 160,000 metros cúbicos que manejaran una temperatura de  $-160^{\circ}\text{C}$  para mantener el GNL en su estado líquido, canales de recepción y a futuro se contempla la construcción de una planta gasificadora y una desalinizadora que incentive el comercio de gas natural en toda la región centroamericana. El inicio de gestiones comenzó en 2006 partiendo de la base que presenta el país por mejorar la diversidad energética y aumentar la capacidad instalada acorde con el crecimiento energético presentado año con año, es así como en enero del 2007 Cutuco Energy presenta al ministerio de medio ambiente y recursos naturales (MARN) el estudio de impacto ambiental para buscar el aval medioambiental y comenzar la construcción de la generadora. Este estudio se realizó entre los meses de enero y octubre de 2006 por cerca de 35 expertos nacionales y extranjeros con el cual se obtuvo una fotografía de cómo se encontraba en ese momento el sitio en sus partes: física, social y ecológica en cuanto a flora, fauna y clima.



Fig. 3.4: Proyección de la futura Central Eléctrica Cutuco Energy

Luego de 8 meses de estudio y consultas publicas por parte de las autoridades del MARN Cutuco Energy obtiene los permisos medioambientales en Julio del 2007 con los cuales se encuentra lista para comenzar los primeros trabajos en la zona, el primer paso constituye un proceso de dragado para extraer sedimento del fondo marino eso con el objetivo de ganar profundidad y facilitar el acceso de buques tanque que transportaran el GNL a costas salvadoreñas. Es en ese momento donde se comienza una oposición entre los habitantes de La Unión e instituciones de carácter ecológico nacional, la preocupación de la población y los ambientalistas es debido a las consecuencias que tendría el proceso de dragado sobre los recursos del mar y las especies de flora y fauna que desaparecerán por motivo de la construcción del mega proyecto en la zona.

El proceso de consultas publicas del impacto ambiental del proyecto fue desarrollada por iniciativa de la empresa y no por petición del MARN como usualmente se realiza, los consultores de CECAM afirmaron que “ya tenían un inventario de las especies” de la zona, pero cuando se les consultaba sobre el mismo nunca brindaron mayor detalle al respecto. José Melara, director ejecutivo de la ONG Coordinación de Comunidades para el Desarrollo de Cacahuatique (CODECA), aseguró en su oportunidad que la planta eléctrica se edificará en una zona protegida debido a que dentro de la zona de construcción existen 9 mil metros cuadrados de mangle y que el artículo 74 de la Ley de Medio Ambiente establece que *“los manglares y arrecifes son reserva ecológica por lo que no se permitirá en ellos alteración alguna”*, los ecologistas consideran que de talarse parte de los bosques de mangle, el daño que se hará será irreversible ya que muchas aves y otros animales silvestres no tendrán forma de alimentarse ni hacer sus sitios de descanso.

Los representantes de Cutuco Energy aseguraron luego de las protestas que lo que se encontró en el estudio de impacto ambiental fue ejemplares de iguana verde y pericos. De igual manera, las especies de árboles con una altura promedio de cinco metros son botoncillo, cachimbo, icaco, papaturro, pintadillo, ojo de venado, mangollano, manzanillo

del diablo y carbón, que si bien existen manglares en la zona pero no significa que se va a talar todo y que el MARN ya dio los permisos medioambientales lo cual significa que la construcción avanzara puesto que ellos ya cumplieron con los requisitos técnicos impuestos por el MARN.

El gobierno por medio de un portavoz oficial manifiesta que el proyecto sin lugar a dudas está en total concordancia con la política energética, y constituye un importante avance en dirección a las metas que con dicha política se han propuesto alcanzar, además los directivos de Cutuco Energy aseguran que el proyecto ofrece la posibilidad de garantizar mayor suministro de energía eléctrica con el uso de un combustible fósil más limpio y de manejo seguro, como es el gas natural, lo que garantiza que no habrá un impacto negativo contra el medio ambiente y la salud de las personas, además se busca abastecer parte de la demanda del mercado centroamericano a través del Sistema de Interconexión Eléctrica para América Central (SIEPAC) acción que es bien vista por el gobierno salvadoreño, esto confirma la hipótesis sostenida por muchos críticos de los proyectos energéticos de La Unión de que ambos proyectos buscan abastecer el mercado regional “con energía limpia” dejando al país los desechos contaminantes de ambas plantas generadoras.

Lo cierto es que la composición química del gas natural es la razón de su amplia aceptación como el más limpio de los combustibles fósiles. En efecto, la mayor relación hidrógeno/carbono en la composición del gas natural, en comparación con la de otros combustibles fósiles, hace que en su combustión se emita menos CO<sub>2</sub> por unidad de energía producida.

La combustión del gas natural, compuesto principalmente por metano (CH<sub>4</sub>), produce un 25% menos de CO<sub>2</sub> que los productos petrolíferos y un 40% menos que la combustión del carbón por unidad de energía producida. Se atribuye al CO<sub>2</sub> el 65% de la influencia de la actividad humana en el efecto invernadero, y al CH<sub>4</sub> el 19% de dicha influencia. De este modo, el gas natural es el combustible fósil que emite menos CO<sub>2</sub> por unidad de energía producida. Por tratarse de un gas, su mezcla con aire y posterior combustión es más fácil que con otros combustibles fósiles y la ausencia de partículas y compuestos corrosivos de azufre, facilitan la recuperación del calor residual y, por tanto, las eficacias de su utilización. Además, las reservas de gas natural son abundantes, y su transporte y distribución mediante tuberías enterradas hacen que su impacto sobre el paisaje sea mínimo.

Por su rendimiento y baja emisión de contaminantes, el gas natural es especialmente apropiado para la generación de electricidad y cogeneración, como es el caso de su uso en la planta de La Unión, todo lo anterior nos aclara que el gas natural no es 100% limpio como lo aseguran las autoridades gubernamentales pero es la opción “menos mala” en cuanto a utilización de combustibles fósiles para usos de generación eléctrica.

Además de los impases medioambientales Cutuco Energy tuvo que esperar por la aprobación de la ley de gas natural la cual pone en marcha un nuevo marco con respecto a la importación, depósito y transporte del combustible.

En este momento el proyecto de Cutuco Energy se encuentra esperando los permisos entre pre-constructivos, constructivos y de operación para iniciar su construcción, Cutuco Energy estima que la planta puede entrar en operaciones en 2011 con lo cual comenzarían con la venta de energía a nuestro país y al mercado eléctrico regional, principal apuesta de los inversionistas.

### **3.2.5 Expansión Central Térmica de Talnique.**

Este proyecto consiste en aumentar la capacidad instalada de la central de generación térmica ubicada en Talnique en 50MW previsto para arrancar operaciones a principios de 2009. A principios de 2007 la empresa INE (Inversiones Energéticas) subsidiaria de CEL y propiedad del presidente de la autónoma, sometió a licitación el proyecto al cual optaron las compañías Hyundai (Corea), Man (Alemania), Caterpillar (EE.UU.) y Wärtsilä (Finlandia), este se declaró desierto en agosto de 2007 debido a que no había motores del tamaño requerido por CEL por lo que se tuvo que realizar una contratación directa la cual ganó Wärtsilä en septiembre de 2007, se instalarán seis motores que generan 8.3MW cada uno, el costo del proyecto se estima en \$62.2 millones financiados por el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), con una contraparte de CEL. Está pensado para seguir en crecimiento en pasos de 50MW anualmente hasta alcanzar los 200MW en 2011.

CEL sostiene que este proyecto es una solución vital para el suministro de energía en el país, ya que su crecimiento garantizará la estabilidad mientras se desarrolla la Hidroeléctrica El Chaparral, además asegura que podrá abastecer 150 mil familias cuyo consumo total ronde los 99MWh, los trabajos comenzaron en marzo del 2008 los cuales consistieron en la terracería para la extensión de la sala de máquinas, y la construcción del muro “corta fuego”, donde se instalará el segundo transformador, para junio se procedió con la instalación de estructuras y el montaje electromecánico de los sistemas auxiliares, este trabajo finalizó en diciembre de 2008, quedando por concluir la instalación de los motores para enero de este año, la ampliación en su totalidad concluyó el 9 de marzo pasado y la generadora entro en operaciones comerciales el 11 del mismo mes quedando con esto lista para generar 100MW para abastecer a un aproximado de 400 mil familias.

### 3.3 Subsidio eléctrico en El Salvador

Los subsidios en general, son mecanismos dirigidos a que los sectores de menores recursos puedan satisfacer sus necesidades básicas de servicios de infraestructura a un costo razonable.

En la actualidad el subsidio a la energía eléctrica en El Salvador está formado de dos partes: la primera que corresponde a un subsidio focalizado y la segunda a un subsidio generalizado.

#### 3.3.1 Subsidio focalizado

Este subsidio se proporciona a todos los hogares que consumen hasta 99 kWh al mes. La institución encargada de costear este subsidio es el Fondo de Inversión Nacional en Electricidad y Telefonía (FINET), esta institución es administrada a su vez por el Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL), el desembolso para costear dicho subsidio se realiza con fondos proporcionados por el Ministerio de Hacienda.

De conformidad al Art. 16-B del Reglamento de la Ley del Fondo de Inversión Nacional en Electricidad y Telefonía, para los usuarios residenciales con consumos hasta de 99 kWh, se subsidia el 89.5% de la diferencia entre la facturación por el consumo de energía eléctrica a precios del pliego tarifario vigente y el monto resultante de aplicar el valor de referencia del precio total del suministro de energía eléctrica correspondiente.

Tabla 3.2 Método para el cálculo del subsidio focalizado

<b>Cuadro Tarifario para la Tarifa Subsidiada (1-RS) hasta 99 kWh mes periodo agosto-octubre 2008</b>						
	CAESS	DEL SUR	AES CLESA	EEO	DEUSEM	
Cargo de Comercialización:						
Cargo Fijo   \$/ Usuario	0.705638	0.890175	0.705638	0.705638	0.705638	0.705638
Cargo por Consumo:						
Cargo Variable   \$/ kWh	0.103606	0.105290	0.104930	0.105124	0.104164	0.104164
Cargo por Uso de Red:						
Cargo Variable   \$/ kWh	0.044073	0.058457	0.065981	0.066141	0.066143	0.066143
Formula del subsidio $\text{Subsidio} = 0.895 * (\text{Facturación Normal o Real} - \text{Precio máximo} * \text{kWh})$ Donde: Facturación normal o real es calculada en función de la tarifa vigente (Panel Superior) kWh es el consumo mensual registrado Precio máximo es el precio establecido pon FINET Hasta 49 kWh   \$ 0.0635 De 50 a 99 kWh   \$ 0.0671						

Fuente: FUSADES, Análisis y rediseño de los subsidios en El Salvador.

Con los datos de la tabla anterior se puede calcular que una familia que consume 49 kWh (99 kWh) al mes tiene una factura de \$3.11 (\$6.64) obteniendo un subsidio de \$5.08 (\$9.27). A su vez la discontinuidad que se produce entre 99 y 100 kWh es muy pronunciada y equivale a un salto de 113% en la tarifa.

### 3.3.2 Subsidio generalizado

Esta parte del subsidio opera fijando el costo de la generación eléctrica trasladada a la tarifa final de todos los usuarios en \$91.22 por megavatios/hora (MWh), sin importar la cantidad que cada uno de ellos consuma, incluyendo las empresas y residencias de alta demanda. Este subsidio se maneja a partir de un acuerdo promovido desde el poder ejecutivo e integrado por los actores institucionales del mercado eléctrico (la empresa estatal CEL, el regulador SIGET, el operador del despacho y del mercado mayorista UT, y las empresas de generación y distribución) pero cuyos desembolsos se ejecutan a través de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL), desde finales de 2006.

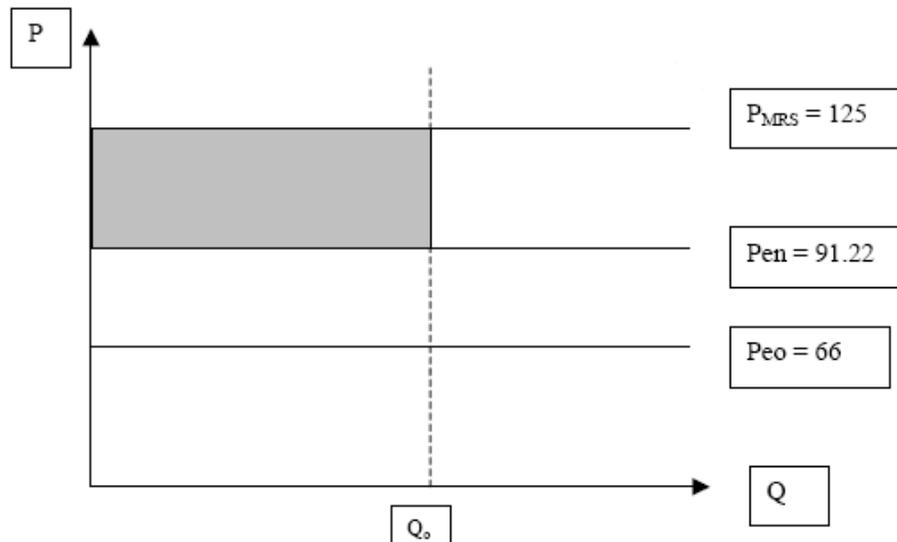


Fig. 3.5: Esquema del subsidio generalizado.

La diferencia entre el precio que se permite pasar a tarifa (\$91.22) y el precio del mercado regulador del sistema ( $P_{MRS}$ , fijado en \$125 como ejemplo) determina la brecha del subsidio por unidad. Esta diferencia se multiplica por las cantidades totales del mercado. Una vez determinado el subsidio al cabo de un semestre Abril-Setiembre u Octubre-Marzo, se procede a liquidar en seis cuotas iguales en el siguiente semestre.

El comportamiento histórico reciente ha sido tal que el monto del subsidio subió a 67 millones de dólares en el semestre octubre 2007 marzo 2008 y que se pagó en 6 cuotas hasta setiembre, mientras que el correspondiente subsidio Abril-Setiembre 2008, se eleva a 100 millones de dólares.

Uno de los problemas que presenta este subsidio generalizado es que al fijar un costo máximo de generación eléctrica, la cantidad que se debe desembolsar para cubrirlo

depende en gran medida de los precios internacionales del petróleo ya que en nuestro país casi el 50% de la generación es térmica. Esto ha hecho que en la actualidad esta parte del subsidio a la electricidad alcance valores muy altos siendo cada vez más insostenible.

En caso de continuar con el esquema de subsidio actual implicaría que CEL siga cubriendo una deuda en la que no debería invertir sus fondos (pagando un subsidio que ayuda en su mayoría a las personas que tienen la capacidad de pagarlo) dejando de invertir en mejorar el rendimiento de la generación hidroeléctrica existente (haciéndolas más eficientes) y limitando su capacidad de invertir en la creación de nuevas presas hidroeléctricas que ayudarían al país a disminuir su dependencia de la generación térmica y así contribuir además en la protección del medioambiente. Además por más largas que se le dé, este asunto terminara llegando al punto límite en el que ya no sería sostenible.

En la actualidad, el grado de insostenibilidad que presenta el subsidio eléctrico generalizado a llegado a tal grado que los fondos con los que cuenta CEL no son suficientes para realizar el desembolso requerido para cubrir la deuda provocada por dicho subsidio, por lo que esta institución se ha visto en la necesidad de utilizar \$15 millones provenientes de LaGeo con lo que se logró finiquitar la totalidad de la deuda, aunque esto les acarrea otro problema según el mismo titular de CEL, Nicolás Salume, al reconocer que si CEL no tiene capacidad económica para hacer frente a nuevas inversiones en LaGeo, ENEL (Empresa italiana que actualmente a demandado a CEL para aumentar sus acciones en LaGeo y así convertirse en el socio mayoritario) podría tomar ventaja en la actual disputa.

### **3.3.3 Replanteamiento del subsidio eléctrico**

De lo expresado anteriormente se observa que en el sistema de subsidio eléctrico actual se impulsa el ahorro energético ya que con el subsidio focalizado se dan beneficios únicamente a los hogares que presentan un bajo consumo; por otra parte, el subsidio generalizado, en contradicción, impulsa el alto consumo de energía ya que se dan beneficios a todos sin importar la gran cantidad de energía que consuman.

Se ha realizado un estudio en este tema por parte de FUSADES denominado “*Análisis y rediseño de los subsidios en El Salvador*”. En este estudio se muestra la manera errónea en que son utilizados los fondos del estado destinados a estos subsidios debido al actual sistema, ya que más del 75% del dinero invertido por CEL como pago del subsidio generalizado es para ayudar a los consumidores con mayores posibilidades de pagos mientras una pequeña parte es la que en verdad es utilizada para los sectores de bajos ingresos.

En la tabla siguiente se puede observar el consumo eléctrico presentado en el primer semestre del 2008:

Tabla 3.3 Consumo de Energía Eléctrica Año 2008

Clasificación Tarifaria	Consumo ( kWh)	Porcentaje
<b>I - Pequeñas Demandas (0 ≤ kW ≤ 10)</b>		
1.1 - Residencial Consumo menor 49 kWh	9,7137,124.00	2.14 %
Residencial Consumo ≥ 50 y ≤ 99 kWh	419,053,509.00	9.23 %
Residencial Consumo ≥ 100 y ≤ 199 kWh	514,202,460.00	11.32 %
Residencial Consumo ≥ 200 y ≤ 300 kWh	219,583,117.00	4.84 %
Residencial Consumo ≥ 301 kWh	395,271,212.00	8.70 %
<b>TOTAL RESIDENCIAL</b>	<b>1,645,247,422.00</b>	
1.2 - Pequeñas Demandas (General)	417,729,657.00	9.20 %
1.3 - Pequeñas Demandas (Alumbrado Público)	110,942,673.00	2.45 %
1.4 - Servicios Especiales	162,673.00	0.004 %
<b>TOTAL ENERGIA PEQUEÑAS DEMANDAS</b>	<b>2,174,082,425.00</b>	
<b>II - Medianas Demandas ( 10 &lt; kW ≤ 50 )</b>		
Total Energía Medianas Demandas - Baja Tensión	90,110,070.00	1.98 %
Total Energía Medianas Demandas - Media Tensión	289,809,487.00	6.38 %
<b>TOTAL ENERGIA MEDIANAS DEMANDAS</b>	<b>379,919,557.00</b>	
<b>III - Grandes Demandas ( &gt; 50 kW )</b>		
Total Energía Grandes Demandas - Baja Tensión	3,230,686.00	0.07 %
Total Energía Grandes Demandas - Media Tensión	1,983,641,155.00	43.68 %
<b>TOTAL ENERGIA GRANDES DEMANDAS</b>	<b>1,986,871,841.00</b>	
Servicios Especiales Prov. Por Construcción	358,643.00	0.008 %
<b>TOTAL</b>	<b>4,541,232,466.00</b>	<b>100.00 %</b>

Fuente: SIGET, Estadísticas Eléctricas 2008.

Como se observa en el cuadro anterior, solamente un 22.69 % de consumo eléctrico fue realizado por los clientes que presentan una clasificación tarifaria hasta 199 kWh al mes, con lo que se confirma lo presentado en dicho estudio. En este periodo el 77.31% del subsidio pagado por CEL representó una ayuda para los consumidores que presentan un consumo mayor a 199 kWh al mes, lo que hace evidente la necesidad de replantear el sistema de subsidio eléctrico.

La nueva estructura del subsidio eléctrico que se adopte debe cumplir con las siguientes dos condiciones: que sea Sostenible y que de verdad ayude a la población más necesitada.

La solución presentada por los sectores que han estudiado este caso es la eliminación del subsidio generalizado, el cual es el que mayor inversión requiere y que ayuda mas a la población con mayores recursos que a los sectores mas necesitados. Además de eliminar esta parte del subsidio, se propone elevar el umbral de cobertura del subsidio focalizado, pasando de 99 kWh a 199 kWh al mes.

A continuación se muestra la distribución de clientes según la categoría tarifaria que presentan las empresas distribuidoras:

Tabla 3.4 Distribución de Clientes del Sector Eléctrico

<b>Categoría Tarifaria kWh / Mes</b>	<b>Clientes</b>	<b>Porcentaje</b>
01 a 49	350,446	25.48 %
50 a 99	456,139	33.17 %
100 a 199	321,209	23.35 %
200 a 299	78,263	5.69 %
Mas de 300	61,958	4.50 %
Medianas demandas	5,023	0.37 %
Grandes demandas	2,666	0.19 %
Alumbrado público	3,055	0.22 %
General	96,601	7.03 %
<b>Total</b>	<b>1,375,360</b>	<b>100 %</b>

Fuente: SIGET, Estadísticas Eléctricas: Avance primer semestre 2008.

Como se muestra en la tabla anterior, al elevar el umbral de subsidio focalizado hasta 199kWh / mes se estaría cubriendo el 82 % de la población.

Queda demostrado que con esta propuesta se cumplen los dos objetivos planteados anteriormente, ya que el subsidio estaría destinado a los sectores con menores recursos, cubriendo el 82 % de la población que presenta un menor consumo; además sería sostenible debido a que únicamente se necesita el 22.69 % del desembolso realizado en la actualidad por CEL para cubrirlo. Esto quiere decir, que aun con los precios históricos alcanzados en el año 2008, solamente hubiera sido necesario invertir \$36,984,700 para cubrir el subsidio a este sector para todo el año o lo que es lo mismo \$3,082,058.33 por mes.

En marzo de 2009, el gobierno de El Salvador hace oficial la eliminación por completo del subsidio generalizado y mantiene el umbral para el subsidio focalizado en 99 kWh por mes. A pesar de que el actual presidente de la república había prometido mantener dicho subsidio por lo menos hasta el 1 de junio.

Después de conocer la oficialización de la eliminación del subsidio generalizado, el Centro para la Defensa del Consumidor (CDC) realizó un análisis sobre el consumo de

energía eléctrica a nivel residencial, denominado “Análisis del consumo de energía eléctrica y propuesta de subsidio para usuarios residenciales” del que se obtienen los siguientes datos:

- ✓ El total de usuarios a nivel residencial es de 1,261,002 de los cuales un 64% consume menos de 100 kWh/mes
- ✓ El 36% corresponde a usuarios que consumen más de 99 kWh/mes, los cuales utilizan el 69.78% de la energía destinada al sector residencial.
- ✓ Los usuarios arriba de 300 kWh/mes, en promedio consumen 24 veces más que los usuarios ubicados debajo de los 100 kWh/mes.
- ✓ El ajuste tarifario y la eliminación del subsidio aumentará el servicio eléctrico hasta en un 31% para una familia promedio (154 kWh/mes).

Tomando en cuenta el aspecto negativo que estas medidas tendrán en las familias con un consumo promedio, la propuesta que presenta el CDC es que se amplíe la cobertura del subsidio hasta los 154 kWh/mes, para lo que según sus cálculos se requiere una inversión anual de \$10.3 millones, lo que representa un 5% de los \$15 millones mensuales que se pagaba por el subsidio generalizado.

## **3.4 Tarifas Eléctricas**

En El Salvador las tarifas eléctricas se clasifican en las siguientes categorías: Pequeñas demandas, Mediana demanda, y grandes demandas.

### **3.4.1 Pequeñas demandas**

Se aplica en aquellos servicios en los cuales la demanda máxima<sup>8</sup> es de 10 kW o menos, y se divide en las siguientes categorías: Pequeñas Demandas para Uso Residencial, Pequeñas Demandas Alumbrado Público, y Pequeñas Demandas Uso General.

El usuario final que cuente con este servicio deberá pagar mensualmente: Cargo de Comercialización, Cargo por Energía, Cargo de Distribución, Costo por Tasa Municipal por poste.

### **3.4.2 Mediana Demanda**

Se aplica en aquellos servicios en los cuales la demanda máxima es más de 10 kW y hasta 50 kW.

---

<sup>8</sup> Demanda máxima: es la potencia en kW promedio de quince minutos consecutivos registrada por el medidor

El suministro para esta categoría podrá efectuarse en baja tensión y media tensión, según los requerimientos del usuario final.

Con este servicio el usuario final deberá pagar: Cargo de Comercialización, Cargo por Energía, Cargo de Distribución, Costo por Tasa Municipal por poste, además de un recargo por bajo factor de potencia si fuere necesario.

El cargo por bajo factor de potencia se aplicara de la siguiente manera:

- 1) Si el FP es igual o mayor que 0.75 y menor que 0.90, el cargo por energía será aumentado en 1% por cada centésima que el FP sea inferior a 0.90;
- 2) Si el FP es igual o mayor que 0.60 y menor que 0.75, el cargo por energía será aumentado en 15% más el 2% por cada centésima que el FP sea inferior a 0.75; y,
- 3) Si el FP fuese inferior a 0.60, el Distribuidor, previa notificación, podrá suspender el suministro hasta tanto el usuario final adecue sus instalaciones a fin de superar dicho valor límite.

Para los efectos de los suministros con medición horaria, se definen los horarios tarifarios de la siguiente manera:

- a) Punta: de las 18:00 a 22:59 horas;
- b) Valle: de las 23:00 a 04:59 horas; y
- c) Resto: de las 05:00 a 17:59 horas;

### **3.4.3 Grandes Demandas**

Se aplica en aquellos servicios en los cuales la demanda máxima es superior a 50 kW.

El suministro se podrá efectuar en media tensión o baja tensión, según los requerimientos del usuario final, y al igual que en el caso anterior, el usuario final deberá pagar: Cargo de Comercialización, Cargo por Energía, Cargo de Distribución, Costo por Tasa Municipal por poste, además de un recargo por bajo factor de potencia si fuere necesario.

Para esta categoría también se hace uso de la definición de horarios especificada anteriormente.

Para todos los casos anteriores, el cargo por energía se ajustará periódicamente, de conformidad a lo establecido en el Artículo 90 del Reglamento de la Ley General de Electricidad.

*Art. 90 - Reglamento de la Ley General de Electricidad:*

El precio de la energía será ajustado trimestralmente conforme la siguiente fórmula y condiciones de aplicación:

$$PEt = \frac{\sum_{i=1}^{Nt} \left( \left( Eret_i - \sum_{j=1}^{Nc} Econ_{ij} \right) \times MRS_i \right) + \sum_{i=1}^{Nt} \sum_{j=1}^{Nc} \left( Econ_{ij} \times PEcon_j \right) + \sum_{k=1}^3 \left( \left( Cret - \sum_{j=1}^{Nc} Ccon_{kj} \right) \times CC_k \right) + \sum_{k=1}^3 \sum_{j=1}^{Nc} Ccon_{kj} \times PCcon_{kj}}{\sum_{i=1}^{Nt} Eret_i}$$

Donde:

*PEt* : Precio de la energía trimestral.

*Eret i* : Energía total retirada por el distribuidor en la hora “i” del trimestre calendario inmediatamente anterior al mes en que se efectúa el ajuste.

*Econ i j*: Energía comprometida en contrato “j”, correspondiente a la hora “i” del trimestre calendario inmediatamente anterior al mes en que se efectúa el ajuste.

*MRS i* : Precio MRS en la hora “i” del trimestre calendario inmediatamente anterior al mes en que se efectúa el ajuste.

*PEcon j* : Precio de la energía del contrato “j”, vigente en cada mes del trimestre calendario inmediatamente anterior al mes en que se efectúa el ajuste, incluidos los cargos por uso del sistema de transmisión, operación del sistema, servicios auxiliares y otros similares que corresponda trasladar a los usuarios conforme la normativa en vigencia.

*Cret* : Potencia retirada por el distribuidor en el período de control de la capacidad firme del sistema eléctrico, conforme al balance de potencia firme efectuado por la Unidad de Transacciones en el Mercado Regulador.

*Ccon k j* : Capacidad comprometida en el período de control de la capacidad firme del sistema eléctrico en el contrato “j” correspondiente al mes “k” del trimestre calendario inmediatamente anterior al mes en que se efectúa el ajuste.

*CCk* : Cargo de capacidad vigente en el MRS en el mes “k” del trimestre calendario inmediatamente anterior al mes en que se efectúa el ajuste. Mientras no se implemente en el MRS el mecanismo de declaración de costos a que se refiere el Artículo 112- E de la Ley, su valor será igual a cero.

*PCconk j* : Precio de capacidad del contrato “j” correspondiente al mes “k” del trimestre calendario inmediatamente anterior al mes en que se efectúa el ajuste.

*Nt* : Número de horas del trimestre calendario inmediatamente anterior al mes en que se efectúa el ajuste.

*Nc* : Número de contratos vigentes en el trimestre calendario inmediatamente anterior al mes en que se efectúa el ajuste.

El precio ajustado de la energía se aplicará trimestralmente y el mismo entrará en vigencia el día 12 de los meses de enero, abril, julio y octubre, según corresponda. El ajuste será de aplicación automática.

Para los *cargos de distribución*:

$$CDn = CDo * \left( \frac{a * TCn}{TCo} + b * \frac{IPCn}{IPCo} \right)$$

Donde:

*CDn*: Cargo de distribución ajustado;

*CDo*: Cargo de distribución en el pliego tarifario vigente;

*a*: proporción de los cargos de distribución correspondiente a costos en moneda

extranjera;

*b*: proporción de los cargos de distribución correspondientes a costos locales;

*TCn*: Tipo de cambio vigente a la fecha de ajuste;

*TCo*: Tipo de cambio vigente a la fecha de aprobación del pliego tarifario;

*IPcn*: Índice de precios al consumidor en el mes inmediato anterior del ajuste; e,

*IPCo*: Índice de precios al consumidor en el mes en que se realizó el último ajuste al pliego tarifario.

Para los *costos de atención al cliente*:

$$CA_n = CA_o * \frac{(IPC_n)}{(IPC_o)}$$

Donde:

*CA<sub>n</sub>*: Costo de atención al cliente ajustado;

*CA<sub>o</sub>*: Costo de atención al cliente establecido en el pliego tarifario vigente;

*IPcn*: Índice de precios al consumidor en el mes inmediato anterior del ajuste; e,

*IPCo*: Índice de precios al consumidor en el mes en que se realizó el último ajuste al pliego tarifario.

Al revisar el pliego tarifario vigente en El Salvador, se observa que promueve el uso ineficiente de la electricidad pues no se incentiva el traslado de consumo eléctrico hacia horas de menor demanda, ya que el costo por kWh es prácticamente el mismo para los horarios de punta, valle y resto, esto hace evidente la necesidad de realizar una modificación, que permita obtener mayores beneficios para el país así como también se premie a los usuarios que contribuyen al ahorro.

Se debe crear un sistema tarifario en el cual el precio de la electricidad dependa de la hora en la que es consumida, en las horas pico el costo debería ser mucho mayor que en el resto de horas, con esto se incentiva la reducción de la demanda nacional de energía en las horas pico, lo que a su vez disminuye la necesidad de invertir en aumentar la capacidad eléctrica instalada necesaria para cubrir esta demanda.

En la siguiente figura se muestra el pliego tarifario de Costa Rica, en el cual podemos observar una efectiva diferenciación horaria. Específicamente se mostrará el presentado por La Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL) que es la principal distribuidora en ese país.

Tabla 3.5 Pliego Tarifario de Costa Rica

C. N. F. L.	2009	
	Colones	\$
<b>T1 RESIDENCIAL</b>		
Prim.200 KWh	57.00	0.0971
Siguientes 100 KWh	87.00	0.1482
Por cada kWh adicional	98.00	0.1670
<b>T2 GENERAL</b>		
menos de 3 000 KWh		
Cada KWh	102.00	0.1738
Más de 3 000 kWh		
Mínimo 8	77,804.00	132.5451
Por cada kW adicional	9,726.00	16.5690
Mínimo 3000	188,100.00	320.4429
Por cada kWh adicional	63.00	0.1073
<b>T5 PREFERENCIAL</b>		
Menos de 3 000 KWh		
Cada KWh	70.10	0.1193
Más de 3 000 kWh		
Mínimo 8	52,884.80	90.0934
Por cada kW adicional	6,611.00	11.2624
Mínimo 3000	127,500.00	217.2061
Por cada kWh adicional	43.00	0.0733
<b>T-MT MEDIA TENSIÓN</b>		
Cargo por Potencia		
Período punta Por cada kW	8,801.00	14.9932
Período valle Por cada kW	5,927.00	10.0971
Período nocturno Por cada kW	3,947.00	6.7240
Cargo por energía		
Período punta Por cada kWh	51.00	0.0869
Período valle Por cada kWh	24.00	0.0409
Período nocturno Por cada kWh	18.00	0.0307
<b>T-ReH residencial horaria</b>		
De 0 a 300 Kwh		
Período punta Por cada kWh	126.00	0.2147
Período valle Por cada kWh	52.00	0.0886
Período nocturno Por cada kWh	23.00	0.0392
De 301 a 500 Kwh		
Período punta Por cada kWh	143.00	0.2436
Período valle Por cada kWh	58.00	0.0988
Período nocturno Por cada kWh	25.00	0.0426
Más de 500 kWh		
Período punta Por cada kWh	167.00	0.2845
Período valle Por cada kWh	67.00	0.1141
Período nocturno Por cada kWh	30.00	0.5110
<b>T-AP ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>¢2.80</b>	0.0048

Fuente: Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP)

En nuestro país se debe crear un pliego tarifario como el mostrado anteriormente, el cual incentiva en gran manera el uso eficiente de la energía, haciendo una diferenciación horaria en la cual los precios de la energía están bien marcados; en dicho pliego incluso se presenta una tarifa opcional para clientes residenciales denominada “T-ReH residencial horaria”.

La tarifa residencial horaria fue diseñada como una opción para el sector residencial que fomenta la administración eficiente de la energía, gracias a esta tarifa opcional los usuarios que realicen unos pocos cambios en sus hábitos de consumo energético podrían obtener ahorros importantes en su factura mensual.

Otra característica importante que se puede observar es que las categorías en las cuales se divide este pliego tarifario han sido creadas tomando en cuenta el uso final para el que esta destinada la energía, involucrándose así en el aspecto social del país, con lo que sectores de carácter social como: centros de educación pública estatal, escuelas de enseñanza especial, universidades y bibliotecas públicas, iglesias, asilos de ancianos, hogares públicos para niños, instituciones de asistencia y socorro, entre otros, gozan de una tarifa preferencial en la cual el precio de la energía es menor que el resto de las categorías.

### **3.5 Expansión de la Línea de Transmisión**

La Empresa Transmisora de El Salvador (ETESAL), es la responsable del mantenimiento del sistema de transmisión de energía eléctrica en 230 y 115 kV, y los transformadores de potencia de 115/46, 115/34.5 y 115/23 kV que pertenecen al Sistema Eléctrico Nacional. Esta institución es la responsable de la planificación y construcción de las obras de expansión para dicha red, por lo que debe elaborar el plan de expansión del sistema de transmisión y el programa de inversión quinquenal asociado al plan, el cual deberá ser revisado anualmente como establece el marco regulatorio vigente.

La Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET), mediante acuerdo No. 193 de fecha 30 de diciembre de 2004, aprobó el Plan de Expansión del Sistema de transmisión hasta el año 2009, por un monto de \$41,175,626.23 este plan consta de 5 proyectos los cuales se mencionan a continuación:

#### **3.5.1 Refuerzos internos a 230 KV El Salvador**

Este proyecto está formado por las siguientes obras: Ampliación de la subestación Nejapa existente a 115 kV, Construcción de una nueva subestación a 230 kV en Nejapa, Ampliación de las subestaciones existentes a 230 kV en Ahuachapán y 15 de Septiembre, Construcción de la línea de 180 kms transmisión de refuerzo a 230 kV.

El costo estimado para la ejecución total del proyecto fue de \$27,024,240.23.

### **3.5.2 Proyecto Polo de Desarrollo La Unión**

El proyecto está formado por la construcción de una nueva subestación en el departamento de La Unión, la ampliación de la subestación San Miguel en el departamento de San Miguel, y la construcción de la línea de transmisión necesaria para unir estas dos subestaciones.

#### Subestación La Unión

En la nueva subestación La Unión a 115 kV, se instalará un transformador de potencia 110/46-23 kV, 45/60/75 MVA y equipo eléctrico asociado, que incluirá entre otros: interruptores de potencia, pararrayos, transformadores de corriente, seccionadores tripolares, transformadores de potencia con acoplamiento inductivo y capacitivo, trampas de onda, aisladores, y todas las estructuras de soporte necesarios para el montaje, prueba y puesta en servicio de los equipos.

#### Subestación San Miguel

La Subestación San Miguel, fue construida en los años 50 en una configuración de barra sencilla en el lado de 115 kV, con una capacidad de transformación instalada de dos transformadores de 30/40/50 MVA, 110/46-23 kV. Esta subestación recibe tres líneas de transmisión a 115 kV y cinco entregas de distribución de 46 kV; siendo una subestación de mucha importancia dentro del sistema de transmisión; así mismo de acuerdo a la proyección, será necesario efectuar una ampliación en el lado de 115 kV para conectar la línea de transmisión que provenga de la subestación La Unión.

#### Línea de transmisión San Miguel – La Unión

Esta etapa del proyecto comprende la construcción de una línea de transmisión a 115 kV la cual deberá unir las subestaciones de San Miguel y La Unión, esta línea de transmisión contará de dos circuitos con dos conductores por fase, y tendrá una longitud aproximada de 50 kilómetros.

El costo estimado inicialmente para la ejecución total del proyecto fue de \$8,088,187.00; sin embargo posteriormente se realizó una revisión al presupuesto lo que concluyó con un aumento de \$9,348,616.64 haciendo un monto total para este proyecto de \$17,436,804.02.

La empresa encargada de la ejecución de este proyecto es Siemens, la cual ganó la licitación realizada adjudicándose dicho proyecto a pesar de haber sido la empresa que presento la oferta económica más elevada \$25,400,000.00 aun sobrepasando el nuevo presupuesto asignado para esta obra.

Este proyecto a avanzado un 70% y se espera finalice en julio de 2009.

### **3.5.3 Otros Proyectos**

#### Proyecto de ampliación de la capacidad de transformación de la subestación Nejapa:

Se realizará el retiro de 2 transformadores de 50 MVA y se instalaran 2 de 75 MVA.

Proyecto de ampliación de la capacidad de transformación de la subestación Santo Tomás  
Se instalará un nuevo transformador de 75 MVA

Proyecto de ampliación de la capacidad de transformación de la subestación en Santa Ana  
Se instalará un nuevo transformador de 50 MVA

A continuación se muestran los proyectos que pretende ejecutar ETESAL en un futuro próximo, presentados en su plan de expansión 2009-2018 y a la espera de ser aprobados por SIGET.

Tabla 3.6 Proyectos Plan de Expansión 2009 – 2018

<b>PROYECTO</b>	<b>COSTO kUS\$ - 2008</b>
	<b>VALOR ACTUAL</b>
Línea Acajutla – El Pedregal 230 kV Doble Circuito 1CPF	70,616
Ampliación 115 kV en subestación Tecoluca	1,156
Línea Tecoluca – El Pedregal 115 kV 2CPF, en torres de celosía 2 cktos (1 ckto vestido) incluyendo servidumbre	25,828
Nueva Subestación 230 kV 400 MVA y ampliación en 115 kV en Acajutla	20,874
Nueva Subestación 230 kV 400 MVA y ampliación en 115 kV en El Pedregal	19,546
<b>TOTAL PROYECTO</b>	<b>134,020</b>

Fuente: ETESAL, Plan de Expansión del Sistema de Transmisión 2009-2018

En la tabla 3.7 se presentan todos los proyectos con que cuenta ETESAL hasta la fecha, detallando los ya aprobados y los que aún esperan la aprobación por parte de SIGET, así como el monto estimado requerido para su implementación, detallado en el último programa quinquenal.

Tabla 3.7 Programa Quinquenal de Inversiones 2009 – 2013

<i>Descripción</i>	<i>Año de entrada</i>	<i>Costo (US\$)</i>
PLANES DE EXPANSION 2004-2008 AL 2008-2012 APROBADOS		<b>41,175,626.23</b>
REFUERZO PRESUPUESTARIO APROBADO		
Refuerzo presupuestario Línea 230 kV Refuerzos Internos	2009	<b>8,506,670.27</b>
PROYECTOS ADICIONALES APROBADOS		
Rehabilitación de áreas 46 y 34.5 kV en subestación Ateos	2009	<b>1,926,090.01</b>
PLAN DE EXPANSION 2007-2011 (PENDIENTE AI)		
Ampliación de Transformación 75 MVA 115/23 kV Nuevo Cuscatlán	2009	4,183,385.24
Ampliación de Transformación 156.25 MVA 230/115 kV 15 Septiembre (Nejapa 230 kV)	2009	3,500,000.00
Instalación Bancos Capacitores 46 kV en Tecoluca (1), Santo Tomas (3) y El Pedregal (2)	2009	4,313,051.53
<b>Sub-Total Plan Expansión 2007-2011</b>		<b>11,996,426.82</b>
REFUERZO PRESUPUESTARIO (PENDIENTE AI)		
Refuerzo presupuestario Línea 115 kV San Miguel-La Unión	2009	12,611,055.87
Refuerzo presupuestario Subestación La Unión	2009	5,094,355.32
<b>Total Refuerzos Presupuestarios</b>		<b>17,705,411.19</b>
PLAN DE EXPANSION 2008-2012 (PENDIENTE AI)		
Ampliación de Transformación 100 MVA 115/46 kV Zona Opico	2010	12,030,197.39
Instalación Bancos Capacitores 46 kV en Santo Tomas (1), El Pedregal (2) y La Unión (1)	2009	2,970,737.20
<b>Total Plan Expansión 2008-2012</b>		<b>15,000,934.59</b>
PLAN DE EXPANSION 2009-2013 PROPUESTO		
Línea 230 kV Acajutla-El Pedregal doble circuito 300 MW cada uno	2013	70,616,274.39
Nueva subestación 230kV en Acajutla, 400MVA y Ampliación en 115 kV	2013	20,873,615.26
Nueva subestación 230 kV en El Pedregal, 400 MVA y Ampliación en 115 kV	2013	19,545,610.77
Línea 115 kV Tecoluca-El Pedregal, doble circuito (1 circuito inicial)	2013	25,828,291.69
Ampliación en 115 kV Subestación Tecoluca	2013	1,155,881.20
Supervisión para ejecución de los Proyectos	2013	1,979,730.00
<b>Total Plan Expansión 2009-2013</b>		<b>139,999,43.39</b>
<b>TOTAL PROYECTOS TRANSMISION</b>		<b>236,310,562.50</b>

Fuente: Empresa Transmisora de El Salvador (ETESAL)

### 3.6 Conflicto en la generación de energía geotérmica

En el año 2002, ENEL (una de las compañías energéticas más importantes de Italia), tras haber ganado una licitación internacional anunciada por el Gobierno de El Salvador firma un acuerdo de inversión mediante el cual la compañía italiana se convertía en accionista de la empresa geotérmica LaGeo, siendo el socio mayoritario CEL, a través de Inversiones Energéticas S.A. de C.V. (INE).

El contrato con el que CEL y ENEL le dieron vida a LaGeo en 2002 establece que la empresa extranjera tiene derecho a que sus inversiones se conviertan en acciones. Este acuerdo deja explícitamente abiertas las puertas para que ENEL se convierta en socio mayoritario de la empresa.

Actualmente esta empresa italiana ha demandado ante un tribunal internacional en Francia al estado de El Salvador por \$120 millones, asegurando que no se le permite tener mayoría accionaria conforme el monto de las inversiones realizadas, según se establece en el contrato firmado por ambos, en el cual no se pone límite de participación para ENEL.

En el contrato firmado por estas instituciones, se dejaba claro las dos formas en que la empresa italiana podría incrementar sus acciones; la primera era a través de un modelo llamado “Inversión de riesgo”, según el cual, la empresa italiana podía incrementar su participación en la empresa dependiendo de los Megawatts de energía que lograra en los proyectos de Berlín y Ahuachapán, con este modelo la inversión realizada se traduciría en acciones únicamente si con ella se lograba generar energía; la segunda manera en la que se podía incrementar el número de acciones se establecía en el artículo 6 de dicho contrato: *“Las inversiones que decida hacer Gesal (ahora LaGeo) dentro de su giro normal de negocios, ya sean éstas mejoras o modificaciones en instalaciones existentes, adquisición de maquinaria o equipos, o inversión en otros activos productivos o empresas, u otras inversiones que Gesal considere necesarias, podrán ser financiadas por el socio estratégico (Enel) por medio de aportes de capital que lleven a un incremento en su participación accionaria en Gesal”*.

Lo que ENEL quiere es que se le tome en cuenta el monto de inversión realizada para lograr más acciones; a cambio, se ha comprometido a no incrementar el precio de la energía aunque llegue a ser socio mayoritario.

Después de realizar una inversión en mayo de 2007 con un monto de \$40 millones en la unidad 3 de la estación geotérmica de Berlín en Usulután, ENEL alcanzó un 36.2 % en las acciones.

Se estima que la empresa italiana ha invertido en el país más de \$100 millones. Actualmente INE se ha negado a que ENEL realice inversiones adicionales permitidas en el contrato (por otros cien millones de dólares), evitando que dicha compañía aumente sus acciones dentro LaGeo.

LaGeo tiene un valor de aproximadamente 293 millones de dólares, de los que un poco más de 100 millones corresponden al socio italiano. Si las inversiones que ENEL pretende realizar fueran de exactamente 100 millones de dólares, éstas incrementarían el valor de la empresa a 393 millones de dólares, de los que CEL poseería un poco más del 47.5% y ENEL arriba del 52.4%, convirtiéndolos en los socios mayoritarios.

La composición de la junta directiva de LaGeo es proporcional a la cantidad de acciones de cada uno de los socios, y si ENEL se convierte en el socio mayoritario, poseerá además la correlación necesaria para tomar decisiones estratégicas en la empresa.

El gobierno de El Salvador pretende seguir siendo el socio mayoritario de LaGeo, por lo que busca eliminar el segundo mecanismo de capitalización de inversiones mencionado anteriormente, con lo que a la empresa italiana únicamente se le reconocería la inversión que se traduzca en generación directa.

## **3.7 Energía nuclear en Centroamérica**

Debido a la creciente demanda de energía presentada en todos los países de Centroamérica y al poco interés que estos han mostrado en implementar métodos de ahorro energético (exceptuando a Costa Rica), es muy probable que la próxima tecnología utilizada para generar energía sea la nuclear, algo por lo que deberíamos preocuparnos todos pues cualquier problema que se presentara en sus instalaciones afectaría a toda la región.

### **3.7.1 Generación de energía nuclear**

En la mayoría de centrales nucleares la energía es generada a partir de la fisión del átomo de uranio, la cual consiste en bombardear con neutrones de baja energía un átomo de uranio, esto hace que el núcleo se divida en dos fragmentos aproximadamente iguales y además se emitan más neutrones los cuales causan una nueva fisión con lo que se mantiene una reacción nuclear en cadena (ver figura 3.7). Con esta acción se genera gran cantidad de energía en forma de luz y calor, por lo que es un proceso altamente productivo (energéticamente hablando) pero también muy difícil de controlar por lo que siempre existe la posibilidad de que ocurra algún desastre; además de que se generan residuos radiactivos.

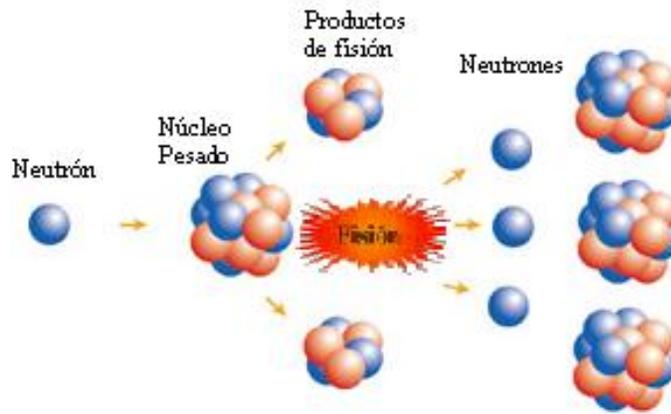


Fig. 3.6: Representación de una fisión.

Después de que se logra una reacción controlada, el resto del proceso para generar electricidad es prácticamente igual al de una turbina de gas convencional. El calor generado en la fisión es utilizado para calentar unas tuberías de agua, que producirán vapor que luego pasará por unas turbinas haciéndolas girar, estas a su vez giran un generador el cual producirá la energía eléctrica.

A continuación se presenta un esquema detallado de la obtención del combustible nuclear.

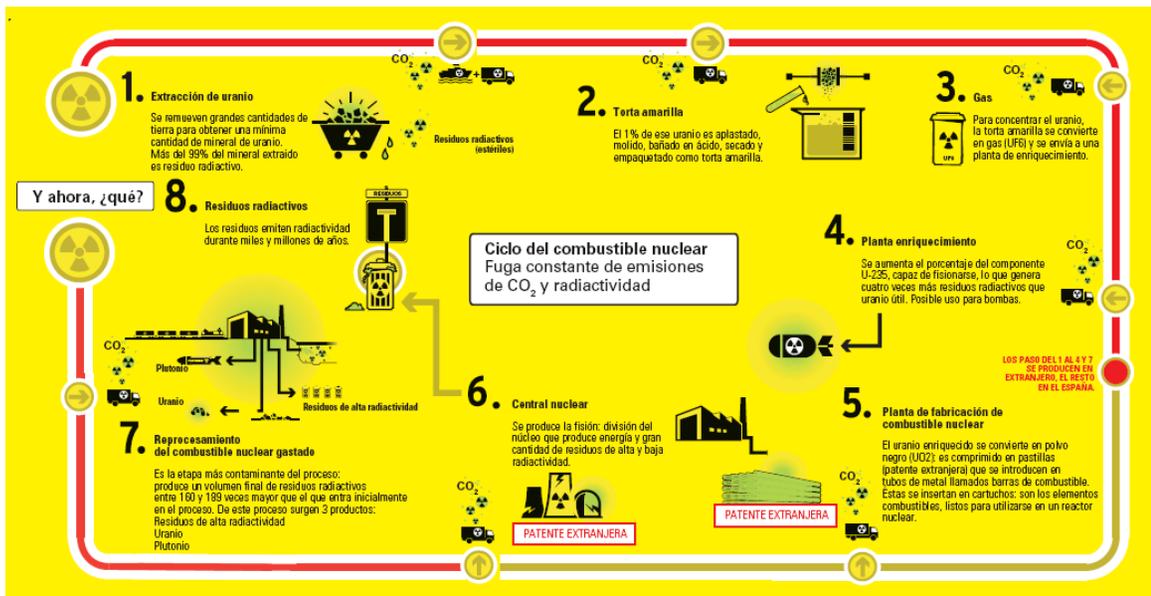


Fig. 3.7 Ciclo del combustible nuclear, Greenpeace.

Ha habido una gran cantidad de accidentes ocasionados por las centrales de energía nuclear, siendo el más importante el presentado en Chernobyl en 1986 el cual produjo un número elevado de muertes no solo humanas sino también la flora y fauna en un territorio muy extenso.

La idea de una posible planta de energía nuclear en Centroamérica no está muy lejos de la realidad, tanto así que países como Guatemala y Nicaragua ya han recibido propuestas de países como Irán, Corea del Norte y Rusia para instalar una de estas plantas en su territorio, en el caso de Guatemala, la propuesta de Corea del Norte fue realizada a finales de 2007 y el monto estimado de la planta rondaba los \$6,000 millones, en esa oportunidad la Asociación de Generadores de Energía Renovable (AGER) quien fue la institución que recibió la propuesta declaró que el desarrollo de este tipo de generación en Centroamérica es inevitable y que el único impedimento que observa es que se afectará a los generadores de energía del mercado ya que estiman que el costo del Kiloatio promedio será de \$0.005 el cual es muy bajo en comparación con los costos de generación térmica e hidráulica pero que la legislación Guatemalteca es abierta a este tipo de generación y debido a que el enriquecimiento de uranio se realiza para medios pacíficos no contradice ningún tratado internacional firmado por el gobierno guatemalteco además afirma que la energía nuclear es segura y limpia e implica desarrollo para la región.

El caso de Nicaragua viene dado en parte por los apoyos políticos dados por el presidente Daniel Ortega a su símil de Irán Mahmud Ahmadinejad y el programa de enriquecimiento de uranio que posee el país árabe, grupos ambientalistas nicaragüenses han advertido acerca del inicio de estudios de prefactibilidad para poner a funcionar una planta de energía nuclear y advierten sobre protestas de llevar a cabo la realización de los estudios.

En El Salvador pese a que no se ha anunciado ningún proyecto con intenciones de generar energía utilizando este tipo de recurso, la legislación es explícita y deja abierta la posibilidad de contar con una planta de energía nuclear en el territorio nacional, como se demuestran en el art. 6 de la ley general de electricidad que expresa lo siguiente: “La instalación y operación de centrales nucleoelectricas se regirá por una ley especial”. Además es de recalcar que existe una ley vigente sobre la creación de una comisión de energía nuclear que apoya el desarrollo de este tipo de generación amparada en la idea de diversificación de fuentes de energía.

Lo cierto es que un proyecto de esta magnitud en el área centroamericana vendría a confirmar el poco interés de los gobiernos de la región por las soluciones energéticas no contaminantes y acorde con el medio ambiente, prevaleciendo los intereses económicos que rigen las construcciones y operaciones de estos mega-proyectos.

## 3.8. Energía Renovable en El Salvador

Las energías renovables pueden representar una fuente importante de recurso energético limpio para El Salvador a mediano y largo plazo, lastimosamente el apoyo al desarrollo y promoción de este tipo de tecnologías ha sido escaso por parte de las autoridades correspondientes, uno de los factores que impide su difusión es el hecho de que la factibilidad económica de los sistemas de generación renovables no es buena en el corto plazo; debido a la poca madurez tecnológica que presentan este tipo de sistemas.

A continuación se detallan las fuentes de generación de energía renovables mas importantes y se da a conocer la visión y el enfoque que necesitan para lograr la difusión e implementación de este tipo de tecnologías en nuestro país.

### 3.8.1. Energía Solar

Es una alternativa energética importante para nuestro país si se toma en cuenta la capacidad del Sol como fuente generadora de energía y su longevidad. La energía solar es limpia, renovable y tan abundante que la cantidad que recibe la Tierra en 30 minutos es equivalente a toda la energía eléctrica consumida por la humanidad en un año. Una instalación de tecnología fotovoltaica se caracteriza por su simplicidad, silencio, larga duración, requerir muy poco mantenimiento, una elevada fiabilidad y no producir daños al medio ambiente. A diferencia de los combustibles fósiles, la energía solar no contamina. Por otro lado, la tecnología solar tiene el valor añadido de emplear recursos autóctonos, que nos ayudaría a disminuir la dependencia energética del exterior a largo plazo y de utilizar una fuente de energía inagotable como es el Sol.

Es necesario se sienten las bases para el desarrollo y promoción de este tipo de tecnología en el país, como primer punto debemos tomar posición sobre que modelo de energía solar se va a desarrollar ya que como sabemos existen diferentes variantes de sistemas que convierten la energía solar en electricidad como lo son:

**3.8.1.1. Energía solar fotovoltaica:** La conversión fotovoltaica se basa en el efecto fotoeléctrico, es decir, en la conversión de la energía lumínica proveniente del Sol en energía eléctrica. Para llevar a cabo esta conversión se utilizan las células solares, constituidas por materiales semiconductores en los que artificialmente se crea un campo eléctrico constante. El material más utilizado es el Silicio Estas células conectadas en serie o paralelo forman un panel solar encargado de suministrar la tensión y la corriente que se ajuste a la demanda.

#### Aplicaciones

En una primera gran división las instalaciones fotovoltaicas se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- ✓ Instalaciones aisladas de la red eléctrica.

- ✓ Instalaciones conectadas a la red eléctrica.

En el primer tipo, la energía generada a partir de la conversión fotovoltaica se utiliza para cubrir pequeños consumos eléctricos en el mismo lugar donde se produce la demanda. Es el caso de aplicaciones como la electrificación de:

- ✓ Viviendas alejadas de la red eléctrica convencional, básicamente electrificación rural.
- ✓ Servicios y alumbrado público: iluminación pública mediante farolas autónomas de parques, calles, monumentos, paradas de autobuses, refugios de montaña, alumbrado de vallas publicitarias, etc. Con la alimentación fotovoltaica de luminarias se evita la realización de zanjas, canalizaciones, necesidad de adquirir derechos de paso, conexión a red eléctrica, etc.

En cuanto a las instalaciones conectadas a la red se pueden encontrar dos casos:

- ✓ Centrales fotovoltaicas, (en las que la energía eléctrica generada se entrega directamente a la red eléctrica, como en otra central convencional de generación eléctrica).
- ✓ Sistemas fotovoltaicos en edificios o industrias, conectados a la red eléctrica, en los que una parte de la energía generada se invierte en el mismo autoconsumo del edificio, mientras que la energía excedente se entrega a la red eléctrica. También es posible entregar toda la energía a la red; el usuario recibirá entonces la energía eléctrica de la red, de la misma manera que cualquier otro abonado al suministro.



Fig. 3.8 Paneles solares de energía fotovoltaica

**3.8.1.2. Energía solar térmica:** La energía solar térmica o energía termosolar consiste en el aprovechamiento de la energía del Sol para producir calor que puede aprovecharse para cocinar alimentos o para la producción de agua caliente destinada al consumo de agua doméstico, ya sea agua caliente sanitaria, calefacción, o para producción de energía mecánica y a partir de ella, de energía eléctrica.

Una central térmica solar o central termosolar es una instalación industrial en la que, a partir del calentamiento de un fluido mediante radiación solar y su uso en un ciclo

termodinámico convencional, se produce la potencia necesaria para mover un alternador para generación de energía eléctrica como en una central térmica clásica. Otra técnica para conseguir energía eléctrica mediante la energía solar térmica es mediante el uso de centrales de cilindros parabólicos. La diferencia con la anterior está en el modo de recolectar la energía del Sol. En lugar de helióstatos, se emplean espejos de forma cilindro parabólica. Por el foco de la parábola pasa una tubería que recibe los rayos concentrados del Sol, donde se calienta el fluido, normalmente un aceite térmico. Una vez calentado el fluido, el proceso es el mismo que el de las centrales de torre.



Fig. 3.9 Instalación termosolar

### **3.8.2. Análisis de implementación de Sistemas Solares en El Salvador.**

En cuanto al uso y promoción de los sistemas fotovoltaicos y termosolares debe de reconocerse las ventajas y desventajas de los mismos.

#### **Sistemas Fotovoltaicos.**

Debido a la poca madurez tecnológica de nuestro país en esta área, deben limitarse los campos de acción en materia de promoción e investigación de esta tecnología ya que sumergirse en un proceso de diseño de paneles solares para mejorar la eficiencia de los sistemas actuales puede convertirse en una investigación costosa y sin mayores resultados a corto y mediano plazo, además la importación de los sistemas fotovoltaicos que se comercializan en Europa y Asia presentan costos altamente elevados con tiempos de recuperación de inversión que oscilan entre 15 y 20 años, y tomando en cuenta que el tiempo de vida útil de estos sistemas es aproximadamente de 25 años hace que se vuelvan poco atractivos para inversiones de una familia promedio.

A base de ejemplo ilustrativo se analizara el proyecto reciente aprobado por la Universidad de El Salvador a ejecutarse en la Escuela de Ingeniería Eléctrica.

Monto total: \$20,000

Capacidad Instalada: 2.5KW

Equipos a Instalar:

- 12 Módulos de 175W (con conexión a red)
- 2 Módulos de 200W (aislados)
- 3 Inversores de 700W c/u
- 4 Baterías de 200AH

Además el sistema incluye monitoreo de parámetros ambientales, irradiación solar y velocidad del viento.

Podemos verificar mediante este ejemplo sencillo que el costo por KW instalado ronda entre \$7,000 y \$8,000. Estos precios comparados con los costos por KW instalados de las tecnologías de generación convencional resultan altamente elevados.

Los proyectos fotovoltaicos deben de ser impulsados por planes gubernamentales que vayan orientados al desarrollo social y en edificios estatales que demuestren el interés del gobierno por promover este tipo de tecnologías. El factor económico no debe prevalecer y no tienen que ser vistos como un negocio del cual puede obtenerse lucro. Estos sistemas deben emplearse en proyectos sociales que permitan a comunidades de escasos recursos y con difícil acceso a la electricidad contar con un sistema necesario para sus servicios básicos de iluminación y electrodomésticos de bajo consumo. La implementación de proyectos a gran escala deberá correr por cuenta del gobierno u organismos de cooperación internacional cuyos objetivos sean lograr independencia del petróleo como fuente de generación de energía, reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en el país y el cumplimiento del protocolo de Kyoto y debe recordarse que los proyectos de capacidades significativas ocasionan la pérdida de espacio que puede ser utilizado para labores agrícolas.

Sistemas Termosolares.

Los proyectos de energía solar térmica pueden incentivarse a nivel de pequeña escala para ser implementados por la industria en sus diferentes procesos de producción, para esto debe crearse un marco regulatorio que facilite la inversión promoviendo compra de energía excedente a precios preferenciales y facilidades de crédito con tasas bajas que permitan que este tipo de proyecto se vuelvan económicamente sostenibles para la industria salvadoreña.

### **3.8.3. Energía Eólica**

El uso del viento para la producción de energía eléctrica se ha estado extendiendo rápidamente en años recientes, debido en gran parte a las mejoras tecnológicas, los avances de la industria y una creciente preocupación por las emisiones asociadas a la quema de combustibles fósiles. El sol irradia 174.423.000.000.000 kilovatios/hora de energía a la tierra. Es decir, en una hora la tierra recibe  $1.74 \times 10^{17}$  vatios de energía. Aproximadamente entre el 1 y 2% la energía que proveniente del sol es convertida en

viento. Los vientos predominantes se combinan con factores locales, tales como la presencia de colinas, montañas, árboles, edificios y masas de agua, para determinar las características particulares del viento en una localización específica. Puesto que el aire posee masa, el aire en movimiento en forma de viento lleva con él energía cinética. Una turbina del viento convierte esta energía cinética en electricidad. Puesto que este tipo de generación necesita madurar todavía hay mucho lugar para crecer, pues solamente una porción pequeña del recurso utilizable del viento está siendo aprovechada. Mediante las regulaciones a la industria eléctrica, así como con incentivos por parte de los gobiernos, desempeñan un importante papel determinante en cuanto rápidamente se adoptará la energía eólica. Las políticas eficaces ayudarán a allanar el camino y asegurarán de que la energía eólica pueda competir con otras fuentes de energía en el mercado de la electricidad.



Fig. 3.10 Instalación de aerogeneradores

### **Ventajas de la energía eólica**

La energía eólica tiene muchas ventajas que la hacen una fuente de energía atractiva tanto en gran escala como para pequeñas aplicaciones. Las características beneficiosas de la energía eólica incluyen:

- **Energía limpia e inagotable:** La energía del viento no produce ninguna emisión y no se agota en un cierto plazo. Una sola turbina de viento de un megavatio (1 MW) que funciona durante un año puede reemplazar la emisión de más de 1.500 toneladas de dióxido de carbono, 6.5 toneladas de dióxido de sulfuro, 3.2 toneladas de óxidos del nitrógeno, y 60 libras de mercurio.
- **Desarrollo económico local:** Las plantas eólicas pueden proporcionar un flujo constante de ingresos a los terratenientes que arriendan sus campos para la explotación del viento, y un aumento en la recaudación por impuestos territoriales para las comunidades locales.
- **Tecnología modular y escalable:** las aplicaciones eólicas pueden tomar muchas formas, incluyendo grandes granjas de viento, generación distribuida, y sistemas para uso final. Las aplicaciones pueden utilizar estratégicamente los recursos del viento para ayudar a reducir los riesgos por el aumento en la carga o consumo y costos producidos por cortes.
- **Estabilidad del costo de la energía:** La utilización de energía eólica, a través de la diversificación de las fuentes de energía, reduce la dependencia a los combustibles

convencionales que están sujetos a variaciones de precio y volatilidad en su disponibilidad.

- Reducción en la dependencia de combustibles importados: la energía eólica no está afectada a la compra de combustibles importados, manteniendo los fondos dentro del país, y disminuyendo la dependencia a los gobiernos extranjeros que proveen estos combustibles.

### 3.8.4. Análisis de implementación de Sistemas Eólicos en El Salvador.

En nuestro país se han realizado algunos estudios sobre velocidad del viento para obtener un perfil más detallado acerca de la factibilidad de proyectos de este tipo de generación en nuestro país. Instituciones como la UCA, MARN y CEL han realizado estudios en las zonas consideradas como más ventosas en nuestro país y consisten en la localización en el país de áreas prometedoras con disponibilidad de recurso eólico, con el fin de elaborar un mapa del recurso eólico salvadoreño e identificar los sitios específicos para la instalación de anemómetros, por medio de una cooperación técnica obtenida a través del Programa SWERA (Solar and Wind Energy Resources Assessment) de las Naciones Unidas, en la que se identificaron cuatro sitios: Metapán, Monteca, La Hachadura y San Isidro, y el tipo de torres y equipo que se instalará. Los primeros resultados de este estudio ya han salido a la luz y lamentablemente arrojan un máximo de velocidad de 6m/s para las zonas con mejores oportunidades de implementación de este tipo de proyectos.

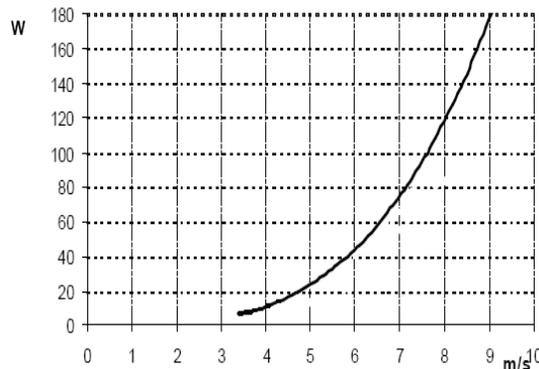


Fig. 3.11 Curva de arranque de un aerogenerador

Si tomamos en cuenta que la velocidad de arranque para un aerogenerador estándar de pequeña capacidad es de 5m/s pues se observa que nos encontramos justo en el umbral de velocidad de arranque por lo tanto la implementación de proyectos de generación de energía eólica que proporcionen una verdadera solución al problema energético nacional está muy lejos de la realidad.

### 3.9. Conclusiones

- ✓ La orientación de la Política energética impulsada por el gobierno durante sus últimos años esta claramente orientada a demandar un mayor consumo de energía y con esto incrementar su generación, lo que denota que el factor predominante sigue siendo el económico por encima de factores de importancia elemental como lo son la conservación de nuestros recursos energéticos, calidad del servicio y abastecimiento a toda la población.
  
- ✓ Los proyectos Hidroeléctricos El Chaparral y El Cimarrón deben de ser implementados, representaran un incremento de 325 MW en la capacidad instalada suficiente para cubrir la demanda nacional alrededor de 8 años (apoyados por programas de ahorro y uso eficiente de energía). El apoyo a este tipo de generación recae en que utiliza recursos naturales renovables, solo debe de hacerse hincapié en que la compensación a los habitantes de los cantones y municipios afectados por la construcción de las represas debe ser justa y servir de aliciente para impulsar proyectos sociales que ayuden a mejorar la calidad de vida y salir de la situación de extrema pobreza en la que se encuentran. El Proyecto El Cimarrón no es recomendable realizarlo bajo un esquema BOT, ya que seria una transnacional la que se beneficiaria de los recursos naturales de nuestro país y si el argumento es falta de fondos para su ejecución debe de revisarse la regulación de los procesos de concesión y de conformación de empresas mixtas para que no ocurran problemas similares como en el caso de ENEL.
  
- ✓ Los proyectos de generación eléctrica a base de carbón mineral y gas natural no deben de ser implementados debido a que ambos causan daños irreversibles al medioambiente como lo son la contaminación atmosférica por CO<sub>2</sub>, desechos sólidos altamente contaminantes (mercurio, arsénico, plomo, etc.), destrucción de fauna y flora de la zona, daño en los sedimentos marinos, etc. Además dichos proyectos no contribuyen a satisfacer la demanda energética nacional ya que están planificados para la comercialización de la energía en el mercado regional centroamericano lo cual provocara que nuestros vecinos obtengan energía limpia mientras los habitantes de La Unión sufren las consecuencias ambientales de la operación de las generadoras en la zona.
  
- ✓ Con la ampliación de la Central Térmica Talnique la apuesta del Estado es a la dependencia del bunker como recurso para generación eléctrica, esto incrementará la crisis energética nacional y mantendrá la tendencia alcista de la energía.

- ✓ Debe de revisarse el contrato inicialmente firmado entre CEL y ENEL ya que el estado actual no puede cargar con los errores políticos del pasado. Además el gobierno debe impulsar nuevas investigaciones para incrementar la capacidad instalada de este tipo de recurso ya que la energía proveniente de la geotermia es limpia y puede ayudar a independizarnos de los combustibles fósiles.
  
- ✓ Se necesita realizar un exhaustivo análisis en la política de subsidios y focalizarlos a 154 kWh de consumo mensual como lo plante la propuesta del CDC, no deben de ser eliminados por completo ya que representan un compromiso social del gobierno.
  
- ✓ El sistema tarifario de El Salvador es ineficiente debe de mejorarse, ya que en el actual no existe una diferenciación de tarifas en los diferentes horarios de consumo, obedece a un sistema de recuperación de costos en el cual se ven favorecidas las empresas distribuidoras de energía.
  
- ✓ La generación renovable en nuestro país en este momento no significa una apuesta real para resolver el problema energético del país, pero su incentivo al uso debe de promoverse con el objetivo de realizar proyectos de carácter social a aquellas comunidades donde llevar el suministro eléctrico resulte demasiado alto.

## **CAPITULO IV**

### **PROPUESTA DE POLITICA ENERGETICA INTEGRAL EN EL SALVADOR**

#### **4.1 Introducción**

Este apartado pretende presentar ideas y propuestas que tienen como finalidad formar parte de una política energética integral, participativa y liderada por el Gobierno central de El Salvador como principal garante de una implementación adecuada en todas sus instancias y dependencias como primer paso para su cumplimiento.

Las propuestas se pueden dividir en dos grandes áreas:

- ✓ Programa Gubernamental de Manejo Eficiente de Energía (PGMEE)
- ✓ Programa de Tecnologías Eficientes para la Industria (PTEI)

Estos programas surgen del convencimiento de que estas son las mayores áreas de consumo y demanda de energía en un país que busca ser productivo e industrializado, además la demostración de su implementación en países tan adelantados en el área energética como lo es Estados Unidos, nos permite visualizar el impacto que los lineamientos que aquí se proponen pueden ayudarnos no solo en el ahorro de la energía per se, sino en el mejoramiento de la calidad de vida de los que conformamos la sociedad.

En los siguientes apartados se encontrarán los planteamientos principales que pueden usarse para crear estas políticas y su futura implementación.

## 4.2 Estructura de los Programas de Eficiencia Energética.

Los programas planteados en esta propuesta debe de estar basado en una estructura que involucre los sectores más importantes del estado salvadoreño, esta conjunción de instituciones puede visualizarse en la figura 4.1.

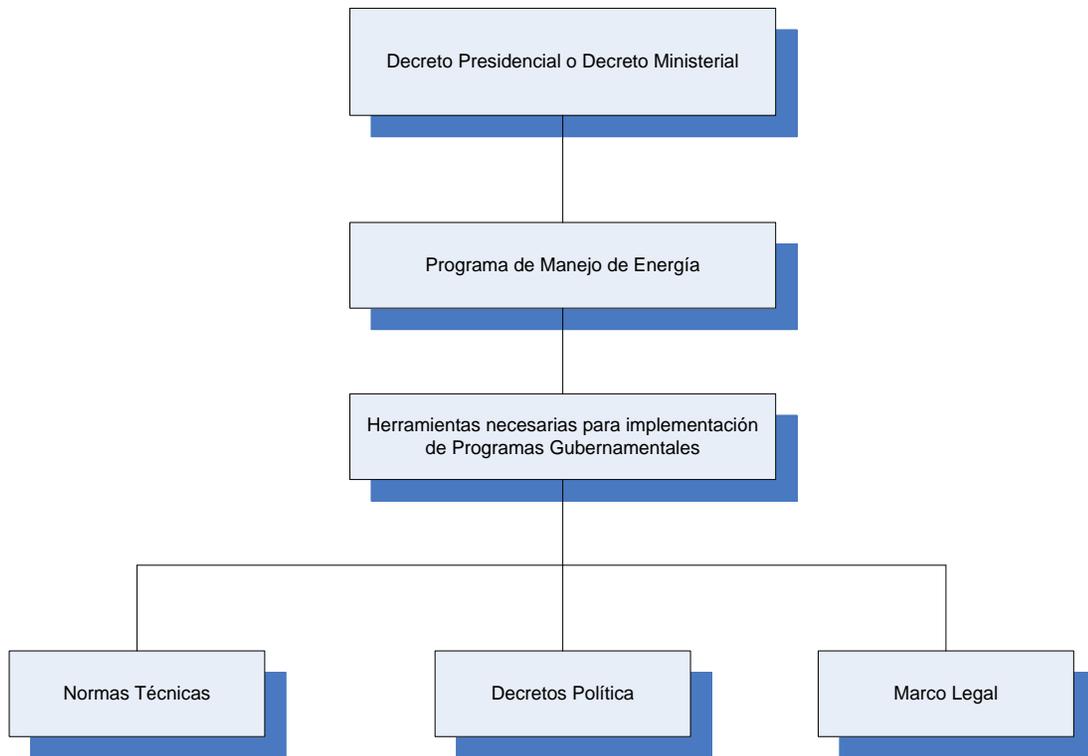


Figura 4.1. Estructura de programas eficientes

### 4.2.1. Mandato Presidencial.

El Presidente de la República de El Salvador como representante del estado debe de emprender la tarea principal de plantear a la nación un decreto presidencial o indicar a sus ministros de economía o medio ambiente realizar una propuesta ministerial, que de los lineamientos para la implementación de planes de gobierno en la vía de la eficiencia y del ahorro de energía en el país.

Dicho decreto debe ser la punta de lanza política de una nueva forma de uso de la energía en el sector gubernamental, de tal manera que debe de fijar las indicaciones básicas de una política pública que contemple aspectos tales como:

- ✓ Metas a cumplir
- ✓ Organización y Medición de Avances

- ✓ Promover el liderazgo institucional en el manejo de la energía
- ✓ Asistencia técnica

A continuación se plantea una forma en la cual el ejecutivo pueda plantear, desde la perspectiva de autoridad nacional, el decreto que de inicio y plasme los objetivos principales de estos programas.

#### **4.2.2 Decreto Ejecutivo.**

El presidente de la nación tomando liderazgo y siendo conocedor que el estado es el más grande consumidor de energía del país, decide promover el manejo de la energía para poder hacer bajar los costos y pagos efectuados por uso de la energía en todas sus instituciones. El estado debe promover la eficiencia energética, la conservación del recurso agua, el uso de productos con energía renovable y ayudar a los mercados para el surgimiento de nuevas tecnologías.

#### **4.2.3 Metas Propuestas a Cumplir.**

- Deberá realizarse un estudio en cada cartera de estado y en cada institución perteneciente al mismo para establecer los niveles de emisiones de gases de efecto invernadero que estas producen, de tal manera de definir las reducciones a alcanzar. Bajo esta perspectiva los niveles de emisión de gases deberán bajar un 30% a partir del año del estudio en un periodo no mayor a 20 años.
- Para las instituciones del estado se reducirá el consumo de energía eléctrica en un 30% al año 2019 y un 35% al año 2021, de los cuales 6% deberán ser reducidos en el primer año de implementación del programa, tomando como consumo base el del año 2008 y su tamaño actual. Las excepciones a estos porcentajes serán definidos por la Dirección de Energía Eléctrica (DEE) del Ministerio de Economía.
- Cada institución deberá impulsar el uso de energía renovable en sus instalaciones, además de impulsar los nuevos proyectos que implementen con el uso de energía renovable y en la medida de lo posible comprar energía proveniente de fuentes de generación renovable. Como impulso al uso de energía limpia, el gobierno implementará un programa de paneles solares para el uso en sus instalaciones, tratando de alcanzar la instalación de 2,000 paneles solares antes del 2011.
- A través del tiempo de medición de este programa, las instituciones del estado deberán reducir el consumo de energía generada a base de productos del petróleo. Reduciendo el consumo de combustibles fósiles en la medida de lo posible, haciendo eficiente las rutas en el uso del parque vehicular destinado al gobierno.
- Las instalaciones del gobierno central deberán buscar formas de ahorro y conservación del agua.

#### 4.2.4 Organización y Medición.

- Presentación del Presupuesto Anual. Cada institución del Gobierno de El Salvador deberá presentar un plan de acciones a tomar para poder reducir el consumo de energía eléctrica en sus instalaciones, las cuales deberán especificar los costos asociados a estas: mostrando el uso de nuevas formas de administración y las responsabilidades que se tomarán para lograr las metas anteriormente establecidas. Deberán establecer los ciclos de vida y las maneras de monitorear los planes a implementar. El estado deberá explorar la posibilidad de crear un fondo del cual las instituciones puedan tomar el financiamiento para implementar actividades e inversiones en el manejo adecuado de la energía que incluyan planes de alta inversión inicial pero baja inversión a lo largo de su vida útil.
- Plan anual. Cada agencia deberá desarrollar un plan de implementación anual para llenar los requerimientos de cada meta. Estos planes deberán reportarse al Presidente.
- Reportes Anuales al Presidente. Cada institución deberá medir y reportar su progreso en función de cumplir con las metas y requerimientos de este decreto. Las instituciones seguirán guías creadas con el fin de realizar dichos reportes, las cuales deberá entregar el gobierno central al inicio de la ejecución del programa. Estos reportes anuales se deberán entregar al Presidente cada uno de Enero a partir del año 2011. Cada institución deberá presentar en su reporte la descripción de cómo está implementando sus estrategias para alcanzar las metas de reducción en gases de efecto invernadero y energía. El reporte anual deberá explicar porque se han tomado estas estrategias y también porque no se han implementado estrategias dadas explícitamente por el órgano ejecutivo si existieran.
- Designación de representante. Cada institución gubernamental deberá asignar a un representante ante el programa de manejo de energía ante el órgano ejecutivo, el cual deberá ser integrante de la junta o consejo directivo de cada institución, el cual será el responsable directo de hacer cumplir las metas y los requerimientos de este decreto, incluyendo la preparación del reporte anual al presidente. Este representante deberá ser anunciado por el Ministro de cada una de las instancias gubernamentales e integrará un consejo inter-instituciones.
- Designación de equipos energéticos en las instituciones. Con 90 días posteriores a la aprobación de este decreto, cada institución deberá conformar un equipo de soporte técnico en el área de energía, conformada por personas que conozcan del tema en las distintas áreas de acción, legal, estadística, administración y técnica, de tal manera que tengan la suficiente capacidad de encaminar a la institución en el uso apropiado de la energía para lograr las metas aquí propuestas.
- Coordinación de las Instituciones. (a) La Dirección de Energía Eléctrica del MINEC

en conjunto con la SIGET, será la responsable en evaluar el progreso de cada una de las instituciones del estado en implementar el manejo adecuado de energía y de otorgar el informe de progreso de cada institución al Presidente. Estas instancias deberán crear un criterio basado en puntajes para la evaluación de las instituciones.

- El Programa Gubernamental de Manejo de Energía Eficiente. La DEE a través del PGMEE será el responsable de trabajar en conjunto con las instituciones para asegurarse que estas cumplan las metas propuestas y planteadas en este documento, en conjunto con la SIGET deberán crear guías para que las agencias preparen su reporte anual al Presidente. El PGMEE deberá ser el primer responsable de recopilar y analizar toda la información de las instituciones y asegurarse su entrega a cada inicio de año.
- Creación de Comité Inter-Instituciones. Cada ministro de las principales instituciones del estado salvadoreño será miembro del Comité Inter-Instituciones que evaluarán periódicamente los avances de las instituciones y la implementación de nuevas políticas energéticas en el estado.
- Comité Público – Privado. El Ministerio de Economía a través de la DEE deberá implementar un comité de asesores con representantes de todos los sectores de la vida nacional, que involucren al estado, compañías de servicio de energía (distribuidoras), compañías de servicios, productores de equipos tecnológicos, compañías de construcción, organizaciones medioambientales, grupos de consumidores de energía y otras instituciones involucradas en el sector energético. Este comité será el responsable de dar nuevas ideas al gobierno de implementación de políticas de eficiencia energética.
- Aplicabilidad. Este decreto será aplicable a todas las instituciones, ministerios, organizaciones, secretarías que tengan un vínculo directo con el gobierno central y Presidencial.

#### **4.2.5 Promover el liderazgo gubernamental en el manejo Eficiente de la Energía.**

- Análisis de Costos. Las instituciones deben de implementar análisis de costos para tomar decisiones de compra de productos, servicios, construcción y otros proyectos buscando bajar los costos, además de la reducción el consumo de energía y agua. Los nuevos proyectos deberán de implementar la eficiencia energética como parámetro principal. También implementarán el retiro de equipos ineficientes para acelerar la baja de los costos del ciclo de vida de los proyectos. Las instituciones que implementen y minimicen los costos de ciclo de vida con medidas de eficiencias serán reconocidas en las evaluaciones de la comisión.
- Las instituciones deberán implementar auditorias en el 10% de sus instalaciones cada año.

#### **4.2.6 Asistencia Técnica**

- La DEE deberá implementar acciones que ayuden a la ejecución de las metas planteadas en el presente decreto, estas incluirán: guías de asistencia para las instituciones para la medición de la energía por cada metro cuadrado de sus instalaciones, establecer los criterios necesarios de las instituciones que estén excluidas de este programa, establecer guías para que las instituciones determinen como generar los análisis costo- beneficio de las medidas a tomar, buscar formas de financiamiento para las instituciones que estén alejadas de lograr las metas propuestas y realizar guías para las instituciones para determinar el consumo de agua utilizadas en sus instalaciones.

### **4.3 Programa Gubernamental de Manejo Eficiente de Energía PGMEE**

Una base para la implementación de estos programas y similares, debe ser la creación de una instancia gubernamental con capacidad para producir la legislación necesaria que incluya programas de eficiencia y ahorro de energía dentro del mismo aparato estatal lo que podría constituirse en un Ministerio de Energía, hasta el momento de la realización de este trabajo la instancia encargada en el sector energético por parte del estado es la Dirección de Energía Eléctrica, dependencia del Ministerio de Economía.

El Gobierno de El Salvador puede considerarse como el consumidor más grande de energía eléctrica, el presente programa puede implementarse para que el GOES utilice la tremenda oportunidad para dar a conocer su responsabilidad sobre el ahorro energético y lidere al país con ejemplos tangibles y medibles.

El Programa Gubernamental de Manejo Eficiente de Energía (PGMEE) tiene como finalidad el facilitar la gestión y las prácticas de inversión de la energía en una forma buena y rentable para el bienestar del país y principalmente el cuidado del medio ambiente. Los principales puntos de ayuda en el proyecto a las instancias gubernamentales estarían encaminados a Ayuda Financiera, Servicios de Tecnología Aplicada y Legislación para el Apoyo de Toma de decisiones.

Como se menciono anteriormente el GOES es el mayor consumidor de energía del país, teniendo una gran oportunidad y una clara responsabilidad de predicar con el ejemplo. Un programa como el aquí presentado (PGMEE) es fundamental para que se cumpla esta responsabilidad, ya que deben de existir mecanismos y organismos responsables de utilizar los fondos de una manera más eficaz y hacer cumplir los objetivos en la gestión del aparato estatal.

### **4.3.1 Gestión de la Energía en Instalaciones**

PGMEE deberá ayudar a las instituciones de estado e instituciones autónomas a encontrar soluciones innovadoras a los difíciles desafíos energéticos que se presenten y direccionar la amplia gama de responsabilidades que esto acarrea. Esto se debería alcanzar con la implementación de los proyectos de ayuda financiera, servicios de tecnología aplicada y el apoyo en la toma de decisiones.

### **4.3.2 Ayuda Financiera**

La implementación de eficiencia energética, energía renovables y ahorros en estos ámbitos requieren de una importante financiación, ya que lastimosamente las nuevas tecnologías implican un alto costo de puesta en marcha. Uno de los puntos más destacados así como complicados para nuestro entorno fiscal es el hecho del financiamiento, pero el presente programa deberá buscar la forma de brindar a las instituciones de estado el dinero necesario para el empuje de las políticas que como gobiernos busquen lograr, se podrá seguir ejemplos tan claros como el FIDE del Gobierno Mexicano<sup>9</sup>.

Los encargados del PGMEE deberán ser capaces de coordinar y empujar programas de ayuda financiera alternativos a los ingresos fiscales normales del GOES, es decir pueden incluir herramientas tales como:

1. Contratos de rendimiento y eficiencia del ahorro con Empresarios privados, en el ámbito de distribución más no de compadrazgos.
2. Buscar contratos de energía con las empresas distribuidoras, apoyándose en la mejora de la red y la infraestructura eléctrica, como compromisos de estas empresas con el bien nacional.
3. Acuerdo de compra de energía a más bajo costo y con esto financiar el programa.
4. Buscar ayuda internacional de países amigos que estén interesados en la ayuda con el gobierno salvadoreño.

### **4.3.3 Servicios de Tecnología Aplicada**

La planificación y aplicación de tecnologías avanzadas requiere experiencia, que deberá ser prestada por profesionales en el sector eléctrico, en áreas tan variadas como potencia hasta auditores energéticos que estarán integrados como un grupo de asesoramiento de conocimientos en investigación e implementación de soluciones.

---

<sup>9</sup> Véase: [www.fide.org.mx](http://www.fide.org.mx)

#### **4.3.4 Diseño de alto rendimiento en la construcción, operación y mantenimiento de edificios estatales.**

El PGMEE ayudará a las instituciones gubernamentales a crear y poner en práctica diseños técnicamente mejorados, planes de operación y mantenimiento que tengan como finalidad la incorporación de tecnologías que lleven a la cabeza la eficiencia energética, uso de energía renovable e incluso la conservación del agua. Estas prácticas deben de incluir la construcción de nuevos edificios así como la renovación que se hacen en muchos de ellos. Esto dará como resultado un alto número de beneficios tales como el incremento en la productividad de los empleados y procesos, aumentará la salud y el bienestar de los ocupantes del edificio, reducirá el impacto en el ecosistema, además de reducir los costos de operación y reparaciones posteriores debido a mantenimientos coordinados de los equipos.

PGMEE y sus servicios en esta área incluyen auditorías energéticas, evaluaciones de operación y mantenimiento de las instalaciones, diseño de protocolos de laboratorio para pruebas de los equipos a utilizar en los centros de gobierno, informes de las nuevas tecnologías avanzadas de medición, y la orientación para la compra de productos energéticamente eficientes y tecnologías de energía renovable.

Un ejemplo podría ser un laboratorio de pruebas de equipos con motores eficientes que podrían reducir el consumo de los hospitales que utilicen calderas, bombas, etc. los cuales podrían invertir estos ahorros en la compra de medicamentos que tanta falta hacen en la actualidad. Otro podría estar en la vía que la misma Presidencia de la República desde su despacho fomente el uso eficiente de la energía al colocar políticas en el ámbito público que den la pauta para lograr los fines de este programa.

#### **4.3.5 Eficiencia de Productos en los Concursos de Adquisiciones**

El Gobierno de El Salvador puede reducir el consumo de energía y lograr un enorme ahorro de costos mediante la compra de productos energéticamente eficientes. PGMEE deberá establecer requisitos de eficiencia energética, la orientación técnica y la ayuda para calcular los equipos, maquinaria y productos para que las instituciones gubernamentales compensen los costos del consumo de energía a través de la eficiencia energética de los productos a adquirir para cada aplicación específica.

Esto deberá establecerse en una modificación a la actual Ley de Adquisiciones y Contrataciones (LACAP) para obligar a las instituciones gubernamentales y autónomas a comprar productos con sellos de calidad en eficiencia energética, por ejemplo Energy Star certificada por el Gobierno Federal de Estados Unidos o con sello FIDE del Gobierno Mexicano; actualmente los negocios con proveedores locales o internacionales basan su contratación en el precio de compra no por calidad de producto.

### **4.3.6 Programa de educación y formación de unidades dentro de cada institución para seguimiento y planes de mejora continúa.**

En el área de educación es importante para que las instituciones del gobierno aprendan a aplicar estrategias de ahorro de energía, al mismo tiempo el gobierno central es el encargado de reconocer los logros alcanzados por cada una de las instancias al momento en que cada una de ellas lo mantenga actualizado de los avances en el cumplimiento de los objetivos trazados en la gestión de energía del PGMEE. Esto se lograría con la implementación de formación en el área energética, además de incluir servicios y programas de divulgación en cada una de los organismos gubernamentales.

### **4.3.7 Flota vehicular**

La Dirección de Energía Eléctrica del Ministerio de Económica deberá ser la garante y encargada de administrar y liderar los esfuerzos encaminados a reducir los consumos de energía y combustible que se utilizan en las instalaciones y flotas vehiculares pertenecientes a instituciones gubernamentales. Aunque PGMEE posiblemente no contará con la autoridad o la gestión directa de recursos presupuestarios para la adquisición e implantación de proyectos, se prevé la sensibilización, formación, planificación y apoyo para ayudar a lograr que la DEE de iniciativas y encamine a las instituciones para alcanzar los objetivos propuestos.

Las metas en esta iniciativa en materia de eficiencia energética y de energía renovable se establece en la reducción de un consumo de energía eléctrica en las instituciones del estado de un 30% en un periodo de diez años es decir a la finalización del año fiscal 2019.

Podemos plantear en este punto los objetivos primordiales buscados por el proyecto que presentamos, y que debe de ir encaminado a la obtención de mejora en el consumo de energía de las instituciones del estado como una vanguardia ante la sociedad salvadoreña.

- Reducir el consumo de energía en un 30% en todas las instalaciones del MINEC
- Adquirir al menos el 7,5% de toda la energía procedente de fuentes renovables
- Construir estaciones de combustible alternativo en todos los sitios, y sustituir todos los vehículos de combustibles convencionales en la DEE con una flota de vehículos utilizando combustible alternativo para 2019.
- Alcanzar un Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental, utilizando estándares que conlleven al ahorro de energía en todos los edificios nuevos y en todos los edificios que contemplen reconstrucciones importantes.
- Desarrollar modelos de búsqueda de la financiación y obtención de esta a través de organismos internacionales para proyectos de ahorro de energía.

- Mejorar la eficiencia energética de todos los centros de datos en un 10% en 2019.
- Formar un equipo multitareas y multidisciplinario capaz de evaluar los puntos financieros y técnicos de este proyecto. (DEE)

#### **4.3.8 Cumplimiento de la legislación que se creará con el fin de volver este proyecto imperativo.**

Todas las metas de eficiencia energética para las agencias gubernamentales planteadas anteriormente, incluyendo una reducción del 30% de la intensidad energética, un aumento significativo en el uso de nuevas fuentes de energía renovables, deben de ser tomadas en cuenta y generadas desde la mayor autoridad nacional, La Presidencia de la República; la cual deberá ser la encargada de su propuesta con un mandato presidencial hacia la búsqueda de crear una legislación que autorice el fiel cumplimiento de las normas y medidas a tomar para poder alcanzar estos objetivos de interés nacional.

#### **4.3.9 Servicios y ayuda para toma de decisiones según legislación.**

El programa deberá contemplar también medidas que incluyan la ayuda legal para las instituciones del estado en la toma de decisiones para la implementación de actividades que involucren el ahorro en el consumo de energía. Esto también nos enmarca en la necesidad de la creación de una ley que indique la forma de operar y de los lineamientos necesarios para el alcance de los objetivos aquí planteados.

Podemos afirmar basándonos en proyectos internacionales que las metas a cumplir por este programa están cimentados en un compromiso político de las partes involucradas en la vida nacional y que las mejoras que se pretenden alcanzar pueden obtenerse financieramente a través de los mismos ahorros que se darán al implementar el uso eficiente de la energía y los aspectos asociados a este concepto.

### **4.4 Herramienta política**

#### **4.4.1 Ley del uso racional de la energía**

El objetivo principal de esta ley debe ser consolidar la participación del Estado en la promoción y ejecución de programas de uso racional de la energía, además de establecer los mecanismos para alcanzar el uso eficiente de la energía, estos mecanismos se basaran en tres postulados: la obligación de ejecutar proyectos de uso racional de la energía en empresas de alto consumo, el control sobre los equipos y las instalaciones que incidan en la demanda energética, y el establecimiento de un sistema de etiquetado que informe a los usuarios de su consumo energético.

Se debe dejar muy en claro el nombre de la institución que será la encargada de coordinar, aplicar, supervisar y fiscalizar, amparada en la presente ley, los programas nacionales de

uso racional de la energía.

Esta institución además deberá identificar a las empresas con altos consumos de energía, para lo cual se deberá autorizar a las compañías distribuidoras de energía proporcionar los datos necesarios a dicha institución.

Cuando una empresa es identificada como de alto consumo energético, se le deberá exigir que lleve a cabo un programa de uso racional de la energía, si dicha empresa no cuenta con dicho programa, la institución encargada proporcionará asesoría técnica para disminuir el índice energético. Para ayudar a elaborar un buen programa de uso racional de la energía, la empresa de alto consumo deberá realizar una auditoría energética, posterior a ella deberá presentar a la institución responsable un informe en el cual se identifiquen los proyectos tendientes a reducir el consumo energético.

Se deberán crear incentivos para las industrias radicadas en el país, fabricantes o ensambladoras de equipos, maquinaria o vehículos destinados a promover el uso racional de la energía, esto con el fin de eliminar de forma gradual los equipos de alto consumo energético. Siempre en este tema, toda persona que desee importar equipo, maquinaria o vehículos, deberá presentar las características de eficiencia energética de esos bienes como requisito para entrar por las aduanas del país.

Para cumplir con el tercer postulado, se obligara a los fabricantes, los importadores y los distribuidores de equipos, maquinarias o vehículos, colocar en forma clara y visible una placa o ficha especial sobre el bien con información del consumo energético y las características que influyen en él.

El programa de uso racional de la energía deberá incluirán actividades para informar y concientizar a los ciudadanos, mediante campañas por los medios de comunicación, publicaciones, ferias, charlas educativas y acuerdos con los centros de educación. Se apoyará del Ministerio de Educación para incluir en los programas de estudio el tema del uso racional de los recursos naturales, especialmente los energéticos.

Se deberá establecer sanciones que serán aplicadas por la institución encargada de coordinar, aplicar, supervisar y fiscalizar los programas de uso racional de la energía, a todos los infractores de esta ley. De todas las multas recaudadas por el incumplimiento de esta ley, un porcentaje no menor al cincuenta por ciento deberá ser destinado para esta institución adicional a su presupuesto, el cual se empleará exclusivamente para financiar las actividades informativas y de concientización mencionado anteriormente.

## **4.5 Herramienta técnica**

### **4.5.1 Estándar 90.1 ASHRAE**

El estándar 90.1 de la American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) representa los diferentes puntos de vista de los fabricantes, diseñadores y compañías de construcción de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado utilizados en edificaciones para lograr los mínimos requerimientos de energía que este pueda demandar y diseñar los sistemas buscando siempre la máxima eficiencia posible, con la aplicación de esta normativa se busca reducir el consumo energético en 13.9%.

El manual de usuario proporciona una guía detallada acerca de como diseñar edificios comerciales de alto crecimiento (construcciones de más de 4 pisos) y edificios residenciales cumpliendo los estándares ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1. Los cuales permiten la aplicación de principios de conservación de la energía en el diseño de edificios y los diferentes sistemas que estos conllevan.

El estándar especifica métodos de diseño y practicas tecnológicas para minimizar el consumo de energía sin sacrificar confort ni la productividad del personal que ocupara las instalaciones. La Norma es de amplio alcance y se adecua a requisitos para una amplia gama de tipos de edificios, zonas climáticas, y para una variedad de condiciones de diferentes lugares. Cuando un edificio se construye en un determinado sitio y en un determinado clima que no está incluido en la norma se realiza un estudio del mismo y es considerado en el desarrollo de versiones posteriores de la norma.

En esta norma se establecen los requisitos para la construcción envolvente, iluminación y sistemas de HVAC, la aplicación de la norma tiene un mejor desempeño cuando es utilizada en reestructuraciones de los edificios existentes y adiciones, modificaciones y cambios de uso de los lugares de espacio en áreas de trabajo. Se establecen guías para el cumplimiento de distintos factores que afectan en el buen desempeño de los sistemas de energía que componen el edificio tales como el aislamiento en las construcciones es la especificación de los valores de aislamiento-R, el cual es un factor que mide la resistencia térmica de las paredes que forman el edificio que determina el aislamiento térmico y acústico del sitio.

Otro factor importante son los valores pre calculados que son utilizados para una amplia gama de conjuntos de construcción común y simplifican el cumplimiento de las normas de construcción sobre las necesidades de mejoras de rendimiento en la parte de aislamiento.

Los sistemas de luminarias es otro punto importante a tomar en cuenta en la norma 90.1 ya que detalla los mecanismo de construcción y mejoramiento de los sistemas de control y el uso de las tecnologías más modernas y eficientes en materia de luminarias y balastos esto con el fin de aprovechar mejor los recursos energéticos que tan fácilmente son

desperdiciados en un mal diseño de un sistema de luminarias.

El uso de equipos eficientes es un aspecto a tomar en cuenta y que esta estipulado en la norma 90.1, estos deben de estar certificados por los sellos de calidad estandarizados, con el uso en su totalidad de equipos eficientes podremos asegurar el ahorro energético dentro de nuestras instalaciones.

Los tópicos específicos de los que está compuesta la norma ASHRAE 90.1 se detallan a continuación:

- ✓ **Sistemas de Potencia Eléctricos y Luminarias:** abarca los sistemas de distribución eléctrica, realizando subdivisiones de los alimentadores eléctricos de acuerdo a los equipos que entraran en funcionamiento, regula todas las características de instalación de los sistemas eléctricos, además recomienda las eficiencias que deben de poseer los motores que serán utilizados en el sitio asegurando con eso el ahorro de energía y por ultimo norma los sistemas de luminarias para interiores y exteriores, sistemas de control de luminarias y el uso adecuado de las lámparas fluorescentes y lámparas que posean balastos de alta intensidad de descarga.
- ✓ **Aislamiento de Edificios:** aspecto importante para el desarrollo de la eficiencia, presenta los balances de calor-frió que debe de establecerse en los sitios de trabajo dentro del edificio para evitar la sobrecarga de los equipos calefactores y de aires acondicionado. El proceso de aislamiento depende de factores como el clima, horarios de operación, ganancia de los sistemas HVAC y muchos otros factores. Incluye los cálculos de los factores U y R para determinar los niveles de aislamiento de las paredes de edificio y techos.
- ✓ **Sistemas y Equipos Mecánicos:** los sistemas HVAC representan solo después de los sistemas de luminarias el factor de más gasto de energía en edificios por su alto contenido de carga y sistemas mecánicos de esto que un diseño pobre de este tipo de sistemas cause grandes pérdidas energéticas. Ante esta situación esto la norma 90.1 establece los requerimientos mínimos de diseño de para este tipo de sistemas mecánicos, aplicaciones de recuperación de calor, energía solar y el uso de equipo de alta eficiencia son algunas de las recomendaciones mas importantes que se dan en este apartado.
- ✓ **Sistemas Calentadores de Agua:** en este tema se abordan los diseños de este tipo de sistemas, minimizando los factores de pérdidas en los mismos por medio de aislamientos térmicos eficientes, controles de temperatura que atiendan a las funcionalidades requeridas de ahorro. Reducir las pérdidas en los sistemas de distribución de agua, estableciendo sistemas de reutilización de agua y calor, delimita una serie de recomendaciones para que este tipo de sistemas sean eficientes.

Además la norma 90.1 ASHRAE contiene una serie de anexos que son de gran utilidad en el establecimiento de políticas de eficiencia energética, como los son métodos de cálculo

presupuestarios de costos de energía que en conjunto con la elaboración de auditorías energéticas puede brindar una herramienta para identificar el verdadero ahorro logrado con la implementación de la normativa 90.1

## 4.6 Consumo gubernamental y evaluación de escenarios

### 4.6.1 Consumo y escenarios basados en facturación.

Se logró obtener datos del consumo de un sector del gobierno, el cual tomaremos como una muestra significativa del consumo total para realizar el análisis; estos datos se muestran a continuación:

Tabla No. 4.1. Consumo instituciones gubernamentales

<b>CONSUMO DE ENERGIA [ kWh ]</b>			
	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009 *</b>
Ministerio de Salud (Los Héroes)	3,816,960.00	3,782,232.00	1,229,688.00
Ministerio de Defensa	3,562,392.00	3,319,068.00	1,073,988.00
Ministerio de Hacienda	2,985,552.00	2,885,724.00	1,001,916.00
Centro Nacional de Registros	2,595,960.00	2,461,092.00	793,668.00
Ministerio de Educación	1,786,680.00	1,915,596.00	671,724.00
Instituto de Previsión Social de la Fuerza Armada (IPPSFA)	1,442,028.00	1,668,324.00	552,528.00
Fondo Social para la Vivienda	1,610,880.00	1,638,440.00	555,760.00
Ministerio de Gobernación	1,805,452.00	1,678,336.00	521,224.00
Ministerio de la Defensa Nacional	1,432,124.40	1,429,335.18	489,867.42
ISSS Oficinas Centrales	1,550,156.00	1,719,773.00	509,431.00
Banco Central de Reserva	1,396,103.60	1,426,222.16	519,222.00
Asamblea Legislativa	1,281,660.00	1,311,864.00	442,776.00
Ministerio de Justicia y Seguridad Pública	912,724.20	842,820.00	245,220.00
Ministerio de Economía	905,040.00	946,014.00	303,726.00
Ministerio de Salud (Calle Arce)	910,740.00	871,368.00	301,512.00
ANDA (Edificio)	841,267.20	846,729.60	288,960.00
Presidencia de la República	593,636.96	532,595.67	182,727.61
Presidencia de la República (Ex-casa Presidencial)	389,305.28	372,456.28	125,608.28
Presidencia de la República 2	345,796.00	339,336.80	106,471.20
Centro Internacional de Ferias y Convenciones (CIFCO)	1,262,536.00	1,435,016.00	446,028.00
CEL (Oficinas centro de gobierno)	931,032.00	936,979.20	285,945.60
<b>TOTAL</b>	<b>32,358,025.64</b>	<b>32,359,321.89</b>	<b>10,647,991.11</b>

\* Valores hasta el mes de abril

Fuente: Facturación GOES.

De la tabla 4.1 vemos que el consumo en estas instituciones del gobierno aumenta en 0.004 % del año 2007 al 2008. El valor en dólares correspondiente a este consumo se presenta en la tabla 4.2.

Tabla 4.2. Costo consumo instituciones gubernamentales

<b>COSTO [ \$ ]</b>			
	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009 *</b>
Ministerio de Salud (Los Héroes)	455,671.46	463,610.57	196,738.76
Ministerio de Defensa	423,412.98	410,672.88	171,258.06
Ministerio de Hacienda	390,214.65	378,674.32	168,931.32
Centro Nacional de Registros	342,359.93	325,104.99	134,000.96
Ministerio de Educación	242,690.63	252,584.38	113,415.23
Instituto de Previsión Social de la Fuerza Armada (IPSFA)	192,390.81	221,415.07	94,009.04
Fondo Social para la Vivienda	214,478.81	222,064.76	96,020.56
Ministerio de Gobernación	261,923.37	225,207.74	87,861.94
Ministerio de la Defensa Nacional	190,461.73	188,030.73	83,380.56
ISSS Oficinas Centrales	232,888.17	230,263.71	87,467.86
Banco Central de Reserva	196,431.84	198,932.48	89,711.23
Asamblea Legislativa	171,230.71	173,850.27	74,906.58
Ministerio de Justicia y Seguridad Pública	126,412.41	114,048.53	41,428.49
Ministerio de Economía	123,570.63	126,126.20	52,271.85
Ministerio de Salud (Calle Arce)	124,420.46	118,135.85	52,006.29
ANDA (Edificio)	124,892.98	128,420.45	55,698.25
Presidencia de la República	80,700.08	70,412.42	31,053.86
Presidencia de la República (Ex-casa Presidencial)	52,470.05	49,057.83	21,628.53
Presidencia de la República 2	51,579.59	44,286.06	17,921.14
Centro Internacional de Ferias y Convenciones (CIFCO)	172,541.06	212,053.17	83,935.86
CEL (Oficinas centro de gobierno)	25,538.58	14,884.52	5,130.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$4,196,280.93</b>	<b>\$4,167,836.93</b>	<b>\$1,758,776.37</b>

\* Valores hasta el mes de abril

Asumiendo que el consumo en estas instituciones presentará esta misma tendencia, para los próximos años se tomará una tasa de 0.004% como aumento anual, con lo que los escenarios posibles son:

#### 4.6.1.1 Escenario 1: Sin implementación de programa de ahorro

Esto quiere decir que el consumo de energía por año seguirá incrementándose en un porcentaje similar al presentado actualmente.

Tabla 4.3 Escenario 1: sin implementación de programa

Sin implementación de programa			
Años	kWh	Costo (\$)	Valor Futuro (\$)
2007	32,358,025.64	-	-
2008	32,359,321.89	-	-
2009	32,360,618.19	-	-
2010	32,361,914.54	4,854,287.18	5,048,458.67
2011	32,363,210.95	4,854,481.64	5,250,607.34
2012	32,364,507.41	4,854,676.11	5,460,850.39
2013	32,365,803.92	4,854,870.59	5,679,511.91
2014	32,367,100.48	4,855,065.07	5,906,929.01
2015	32,368,397.09	4,855,259.56	6,143,452.27
2016	32,369,693.76	4,855,454.06	6,389,446.30
2017	32,370,990.47	4,855,648.57	6,645,290.35
2018	32,372,287.24	4,855,843.09	6,911,378.82
2019	32,373,584.06	4,856,037.61	7,188,121.92
2020	32,374,880.94	4,856,232.14	7,475,946.27
2021	32,376,177.86	4,856,426.68	7,775,295.58
<b>TOTAL [2010 - 2021]</b>	<b>388,428,548.72</b>	<b>58,264,282.31</b>	<b>75,875,288.84</b>

Fuente: Cálculos propios

Para el cálculo del costo correspondiente al consumo presentado, se utilizó un valor promedio para la tarifa eléctrica de \$0.15 por kWh de acuerdo a la siguiente figura.

## Cargo por energía (Kw/h)

Tarifa residencial por consumo mayor a 99 kw/h mes.

Compañía	Precio anterior con subsidio	Nuevo precio
CAESS	0.101763	0.154601
DEL SUR	0.100333	0.151448
CLESA	0.100634	0.153363
EEO	0.101070	0.153555
DEUSEM	0.098626	0.151117

Fuente: Siget/ Distribuidoras

Figura 4.2. Tarifas promedio

La totalidad de kWh consumidos por este sector del gobierno en los 12 años correspondientes al período establecido para el cumplimiento de las metas, sin la implementación del programa es de 388,428,548.72 kWh que corresponden a un valor de \$58,264,282.31

Tomando en cuenta el valor del dinero en el tiempo, el valor futuro de este monto asumiendo una tasa de inflación de 4% para las tarifas eléctricas sería \$75,875,288.84; calculado a partir de la fórmula siguiente:

$$valor\ futuro = (1 + i)^n \times valor\ presente$$

#### 4.6.1.2 Escenario 2: Cumplimiento al 50% de las metas planteadas

Esto implicaría que la reducción observada en el consumo eléctrico de estas instituciones sería del 3% para el primer año de implementación del programa, 15% al transcurrir 10 años y 17.5% al finalizar el período.

Tabla 4.4. Escenario 2: Cumplimiento 50% de metas

Cumplimiento del 50% de las metas			
Años	kWh	Costo (\$)	Valor Futuro (\$)
2007	32,358,025.64	-	-
2008	32,359,321.89	-	-
2009	32,360,618.19	-	-
2010	31,391,057.11	4,708,658.57	4,897,004.91
2011	30,973,750.44	4,646,062.57	5,025,181.27
2012	30,561,991.36	4,584,298.70	5,156,712.58
2013	30,155,706.13	4,523,355.92	5,291,686.64
2014	29,754,821.98	4,463,223.30	5,430,193.58
2015	29,359,267.10	4,403,890.07	5,572,325.85
2016	28,968,970.65	4,345,345.60	5,718,178.36
2017	28,583,862.73	4,287,579.41	5,867,848.48
2018	28,203,874.36	4,230,581.15	6,021,436.13
2019	27,828,937.49	4,174,340.62	6,179,043.85
2020	27,482,176.65	4,122,326.50	6,346,132.25
2021	27,139,736.60	4,070,960.49	6,517,738.91
<b>TOTAL [2010 - 2021]</b>	<b>350,404,152.61</b>	<b>52,560,622.89</b>	<b>68,023,482.81</b>

Fuente: Cálculos propios

Logrando reducir el consumo en 17.5% en estas instituciones al final del periodo establecido para el programa se obtiene un ahorro de \$5,703,659.42 en valor presente o \$7,851,806.03 en valor futuro respecto al escenario sin implementación del programa.

#### 4.6.1.3 Escenario 3: Cumplimiento al 100% las metas establecidas en el programa.

Las reducciones observadas en el consumo deberán ser: 6% en el primer año, 30% después de transcurridos 10 años y 35% al final del periodo, con respecto al año 2008 establecido como año base. Los resultados se presentan a continuación:

Tabla 4.5. Escenario 3: Cumplimiento 100% meta de programa

Cumplimiento del 100% de las metas			
Años	kWh	Costo (\$)	Valor Futuro (\$)
2007	32,358,025.64	-	-
2008	32,359,321.89	-	-
2009	32,360,618.19	-	-
2010	30,420,199.67	4,563,029.95	4,745,551.15
2011	29,610,180.49	4,441,527.07	4,803,955.68
2012	28,821,730.24	4,323,259.54	4,863,079.01
2013	28,054,274.58	4,208,141.19	4,922,929.99
2014	27,307,254.49	4,096,088.17	4,983,517.56
2015	26,580,125.80	3,987,018.87	5,044,850.80
2016	25,872,358.86	3,880,853.83	5,106,938.88
2017	25,183,438.10	3,777,515.72	5,169,791.10
2018	24,512,861.71	3,676,929.26	5,233,416.84
2019	23,860,141.20	3,579,021.18	5,297,825.65
2020	23,264,569.60	3,489,685.44	5,372,210.41
2021	22,683,864.03	3,402,579.60	5,447,639.57
<b>TOTAL [2010 - 2021]</b>	<b>316,170,998.78</b>	<b>47,425,649.82</b>	<b>60,991,706.65</b>

Fuente: Cálculos propios

Si se logran cumplir a cabalidad las metas planteadas en este programa, el ahorro en relación al primer escenario será de \$10,838,632.49 valor presente y \$14,883,582.19 en valor futuro.

Aunque estos valores no representan la totalidad del consumo eléctrico por parte del gobierno, con este análisis queda demostrado que aun con la pequeña muestra de consumo que se pudo conseguir, por medio de la implementación de programas de ahorro se logra obtener ahorros significativos en la facturación eléctrica de dicho sector.

#### 4.6.2 Escenarios basados en datos de la Unidad de Transacciones (UT)

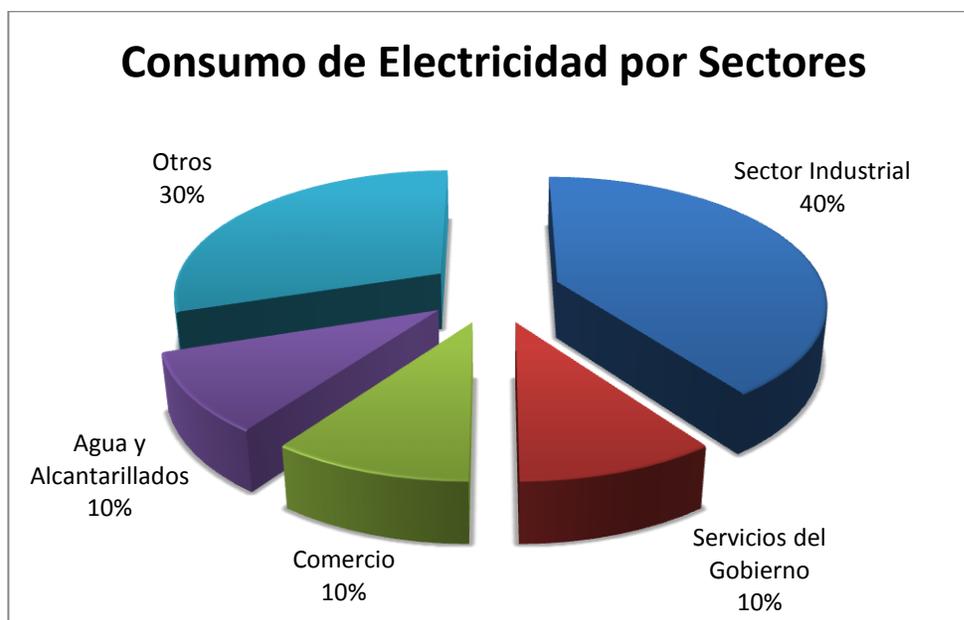
Para tener una mejor idea de lo que un programa de ahorro energético implementado en todo el sector gobierno puede lograr, se hará uso de datos de demanda total nacional obtenidos de la Unidad de Transacciones (UT), y de datos proporcionados por la Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI) que muestran los porcentajes de consumo correspondientes a cada sector, estos se presentan a continuación:

Tabla 4.6. Demanda total 2004 – 2009

<b>DEMANDA TOTAL ( GWh )</b>						
	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
Enero	362.50	376.20	414.00	441.60	453.30	468.70
Febrero	356.50	357.80	387.10	401.20	445.50	430.00
Marzo	399.20	405.50	445.30	460.80	462.30	478.40
Abril	377.20	412.60	427.10	439.70	485.80	457.00
Mayo	395.90	412.70	451.10	471.00	497.70	
Junio	378.50	397.40	425.00	449.50	466.70	
Julio	384.70	409.20	447.90	461.40	484.00	
Agosto	385.80	409.90	447.40	452.70	482.10	
Septiembre	377.40	397.20	429.50	437.30	472.50	
Octubre	432.90	393.40	453.00	462.10	483.00	
Noviembre	381.60	390.20	437.30	447.10	438.10	
Diciembre	388.00	405.90	439.30	450.90	453.00	
<b>TOTAL</b>	<b>4,620.20</b>	<b>4,768.00</b>	<b>5,204.00</b>	<b>5,375.30</b>	<b>5,624.00</b>	<b>1,834.10</b>

Fuente: Unidad de Transacciones UT.

Figura 4.3 Consumo Eléctrico por Sectores



Fuente: Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI)

De los datos de la UT se puede observar que la demanda nacional a crecido en los últimos años en un valor promedio de 5% anual, esto en conjunto con el 10% de consumo estimado para el sector gobierno, nos permite poder analizar el impacto que tendría el programa de ahorro energético en todo este sector; los escenarios correspondientes son:

#### 4.6.2.1 Escenario 1: Si no se implementa ningún programa de ahorro energético

Tabla 4.7. Escenario 1: Sin implementación de ahorro, datos UT

Sin implementación de programa			
Años	kWh	Costo (\$)	Valor Futuro (\$)
2007	537,530,000.00	-	-
2008	562,400,000.00	-	-
2009	590,520,000.00	-	-
2010	620,046,000.00	93,006,900.00	96,727,176.00
2011	651,048,300.00	97,657,245.00	105,626,076.19
2012	683,600,715.00	102,540,107.25	115,343,675.20
2013	717,780,750.75	107,667,112.61	125,955,293.32
2014	753,669,788.29	113,050,468.24	137,543,180.31
2015	791,353,277.70	118,702,991.66	150,197,152.89
2016	830,920,941.59	124,638,141.24	164,015,290.96
2017	872,466,988.67	130,870,048.30	179,104,697.73
2018	916,090,338.10	137,413,550.71	195,582,329.92
2019	961,894,855.00	144,284,228.25	213,575,904.27
2020	1,009,989,597.75	151,498,439.66	233,224,887.46
2021	1,060,489,077.64	159,073,361.65	254,681,577.11
<b>TOTAL [2010 - 2021]</b>	<b>9,869,350,630.49</b>	<b>1,480,402,594.57</b>	<b>1,971,577,241.37</b>

Fuente: Cálculos propios

#### 4.6.2.2 Escenario 2: Cumplimiento del 50% de las metas

Tabla 4.8 Escenario 2: Cumplimiento 50% de las metas, datos UT

Cumplimiento del 50% de las metas			
Años	kWh	Costo (\$)	Valor Futuro (\$)
2007	537,530,000.00	-	-
2008	562,400,000.00	-	-
2009	590,520,000.00	-	-
2010	601,444,620.00	90,216,693.00	93,825,360.72
2011	623,096,626.53	93,464,493.98	101,091,196.69
2012	645,528,105.30	96,829,215.80	108,919,699.00
2013	668,767,117.32	100,315,067.60	117,354,440.53
2014	692,842,733.78	103,926,410.07	126,442,368.44
2015	717,785,072.44	107,667,760.87	136,234,065.50
2016	743,625,335.30	111,543,800.29	146,784,031.58
2017	770,395,847.63	115,559,377.14	158,150,987.04
2018	798,130,098.41	119,719,514.76	170,398,199.54
2019	826,862,782.23	124,029,417.33	183,593,836.17
2020	857,353,347.33	128,603,002.10	197,978,413.24
2021	888,968,252.01	133,345,237.80	213,490,021.91
<b>TOTAL [2010 - 2021]</b>	<b>8,834,799,938.27</b>	<b>1,325,219,990.74</b>	<b>1,754,262,620.36</b>

Fuente: Cálculos propios

Ahorro \$155,182,603.83 valor presente; \$217,314,621.01 valor futuro.

#### 4.6.2.3 Escenario 3: Cumplimiento del 100% de las metas

Tabla 4.9 Escenario 3: Cumplimiento 100% metas, datos UT

Cumplimiento del 100% de las metas			
Años	kWh	Costo (\$)	Valor Futuro (\$)
2007	537,530,000.00	-	-
2008	562,400,000.00	-	-
2009	590,520,000.00	-	-
2010	582,843,240.00	87,426,486.00	90,923,545.44
2011	595,665,791.69	89,349,868.75	96,640,818.04
2012	608,770,439.52	91,315,565.93	102,717,592.75
2013	622,163,389.62	93,324,508.44	109,176,475.06
2014	635,850,984.62	95,377,647.69	116,041,491.89
2015	649,839,706.73	97,475,956.01	123,338,180.99
2016	664,136,180.73	99,620,427.11	131,093,685.90
2017	678,747,177.18	101,812,076.58	139,336,856.96
2018	693,679,615.55	104,051,942.33	148,098,358.63
2019	708,940,567.58	106,341,085.14	157,410,783.53
2020	725,777,906.06	108,866,685.91	167,595,261.22
2021	743,015,131.33	111,452,269.70	178,438,674.62
<b>TOTAL [2010 - 2021]</b>	<b>7,909,430,130.60</b>	<b>1,186,414,519.59</b>	<b>1,560,811,725.02</b>

Fuente: Cálculos propios

Ahorro: \$293,988,074.98 valor presente; \$410,765,516.35 valor futuro

Como se puede observar, queda más que demostrado que con la implementación de un programa de este tipo, se logran obtener muchos beneficios para el sector en que es aplicado y para el país entero, entre los cuales se puede mencionar el gran ahorro económico que se tendría, con lo que se justifica cualquier inversión que sea requerida para poder implementar estos programas.

## 4.7 Programa de Tecnologías Eficientes para la Industria (PTEI)

El sector industrial de El Salvador es un eje importante para la productividad y desarrollo del país, es por esto que este sector requiere de un programa de tecnologías industriales que permita hacer frente a los enormes desafíos energéticos propios de la industria salvadoreña.

Visión:

Que la industria salvadoreña sea el líder en Centroamérica en materia de eficiencia energética y productividad.

### Misión:

Que el programa de tecnologías industriales lidere el esfuerzo nacional para reducir el uso de energía y la emisiones de CO2 en la industria para transformar la forma en la cual la industria utiliza la energía en El Salvador, desarrollar y promover nuevas tecnologías y prácticas que mejoren la eficiencia energética industrial, fomentar la adopción de tecnologías avanzadas y de mejores prácticas de gestión de energía, lograr que los equipos con tecnologías eficientes se constituyan en un requisito en los equipos utilizados en las diferentes actividades industriales.

Los ejes principales que el programa de tecnologías industriales busca atacar son los siguientes:

- Incentivar y acelerar el uso de tecnologías energéticas eficientes.
- Realizar una innovación tecnológica que ayude a disminuir los efectos contaminantes del CO2 y facilite el uso eficiente de los recursos energéticos.
- Promover una cultura de eficiencia energética y disminución de las emisiones de CO2 provenientes del sector industrial.

La finalidad de este programa es aportar información, métodos y herramientas para descubrir oportunidades de ahorro en todos los sectores que conforman la industria salvadoreña. Como el mayor sector productivo nacional, el sector industrial utiliza gran parte de los recursos energéticos del país de allí la importancia de promover este tipo de programas ya que no solo representan un avance en materia de conservación energética sino que además contribuye a disminuir los costos operativos de cada empresa correspondientes al consumo de energía.

De acuerdo a la Asociación Salvadoreña de Industriales, este sector consume el 40% de la demanda nacional, y se divide en los siguientes sectores:

Tabla 4.10 Sectores de la Industria en El Salvador

<i>Sectores que conforman la industria salvadoreña</i>	
Productos de cemento	Productos químicos de base
Alimentos	Químico – Farmacéutico
Bebidas	Productos del Petróleo y derivados
Tabaco	Plásticos y fibra de vidrio
Fibras burdas	Productos metálicos no naturales
Hilados y tejidos	Productos metálicos
Confección	Maquinaria, Equipos y Suministros
Calzado y accesorios de cuero y sintéticos	Electricidad y Gas
Madera	Servicios
Papel y carbón	Software

Fuente: Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI)

De acuerdo a la visión del programa el objetivo fundamental del mismo es lograr una reducción del 20% en el consumo de energía en el sector industrial para el año 2021, tomando como base el consumo del año 2008.

#### 4.7.1 Análisis Sector Industrial en base a metas del programa.

Para este sector se realizará un análisis similar al presentado anteriormente para el sector gobierno, siempre tomando en cuenta el 5% de crecimiento anual de la demanda según la UT y el porcentaje de consumo que corresponde a este sector, que según la figura anterior es de 40%.

Los posibles escenarios para este sector son los siguientes:

##### 4.7.1.1 Escenario 1: Si no se implementa el programa de ahorro energético para la industria

Tabla 4.11. Escenario 1 industria: Sin implementación de programa

Sin implementación de programa			
Años	kWh	Costo (\$)	Valor Futuro (\$)
2007	2,150,120,000.00	-	-
2008	2,249,600,000.00	-	-
2009	2,362,080,000.00	-	-
2010	2,480,184,000.00	372,027,600.00	386,908,704.00
2011	2,604,193,200.00	390,628,980.00	422,504,304.77
2012	2,734,402,860.00	410,160,429.00	461,374,700.81
2013	2,871,123,003.00	430,668,450.45	503,821,173.28
2014	3,014,679,153.15	452,201,872.97	550,172,721.22
2015	3,165,413,110.81	474,811,966.62	600,788,611.58
2016	3,323,683,766.35	498,552,564.95	656,061,163.84
2017	3,489,867,954.67	523,480,193.20	716,418,790.91
2018	3,664,361,352.40	549,654,202.86	782,329,319.68
2019	3,847,579,420.02	577,136,913.00	854,303,617.09
2020	4,039,958,391.02	605,993,758.65	932,899,549.86
2021	4,241,956,310.57	636,293,446.59	1,018,726,308.45
<b>TOTAL [2010 - 2021]</b>	<b>39,477,402,521.98</b>	<b>5,921,610,378.30</b>	<b>7,886,308,965.48</b>

Fuente: Cálculos propios

Al finalizar los 12 años que comprende el programa de ahorro energético propuesto para la industria y no haber realizado ningún esfuerzo por disminuir el consumo eléctrico, en este sector se habrán consumido 39,477,402,521.98 kWh que implicaría un costo de

\$5,921,610,378.30 en valor presente, y \$7,886,308,965.48 en valor futuro si tomamos en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

#### 4.7.1.2 Escenario 2: Cumplimiento del 50% de las metas en la industria

Esto implicaría una reducción en el consumo del 10% en relación al consumo del año 2008 después de transcurrido los 12 años correspondientes a la implementación del programa.

Tabla 4.12 Escenario 2 industria: Cumplimiento 50% de las metas

Cumplimiento del 50% de las metas			
Años	kWh	Costo (\$)	Valor Futuro (\$)
2007	2,150,120,000.00	-	-
2008	2,249,600,000.00	-	-
2009	2,362,080,000.00	-	-
2010	2,459,515,808.27	368,927,371.24	383,684,466.09
2011	2,560,970,843.97	384,145,626.59	415,491,909.73
2012	2,666,610,900.24	399,991,635.04	449,936,190.55
2013	2,776,608,609.21	416,491,291.38	487,235,902.39
2014	2,891,143,724.06	433,671,558.61	527,627,760.47
2015	3,010,403,412.80	451,560,511.92	571,368,103.73
2016	3,134,582,564.11	470,187,384.62	618,734,521.61
2017	3,263,884,105.85	489,582,615.88	670,027,615.71
2018	3,398,519,336.64	509,777,900.50	725,572,907.49
2019	3,538,708,271.17	530,806,240.68	785,722,904.16
2020	3,684,679,999.74	552,701,999.96	850,859,335.77
2021	3,836,673,062.63	575,500,959.39	921,395,577.81
<b>TOTAL [2010 - 2021]</b>	<b>37,222,300,638.69</b>	<b>5,583,345,095.80</b>	<b>7,407,657,195.51</b>

Fuente: Cálculos propios

Con este cumplimiento parcial de las metas, se logra un ahorro de \$338,265,282.49 en valor presente o lo que es lo mismo \$478,651,769.97 en valor futuro; con relación al escenario sin implementar el programa.

#### 4.7.1.3 Escenario 3: Si se cumplen al 100% las metas planteadas en la industria

Esto quiere decir una reducción del 20% en el consumo del sector en relación al consumo presentado en el año 2008.

Tabla 4.13. Escenario 3 industrias: Cumplimiento 100% de las metas

Cumplimiento del 100% de las metas			
Años	kWh	Costo (\$)	Valor Futuro (\$)
2007	2,150,120,000.00	-	-
2008	2,249,600,000.00	-	-
2009	2,362,080,000.00	-	-
2010	2,438,847,591.73	365,827,138.76	380,460,224.31
2011	2,518,110,129.93	377,716,519.49	408,538,187.48
2012	2,599,948,700.34	389,992,305.05	438,688,304.23
2013	2,684,447,024.00	402,667,053.60	471,063,499.48
2014	2,771,691,542.88	415,753,731.43	505,827,984.03
2015	2,861,771,508.33	429,265,726.25	543,158,087.41
2016	2,954,779,072.33	443,216,860.85	583,243,152.29
2017	3,050,809,381.84	457,621,407.28	626,286,494.80
2018	3,149,960,676.07	472,494,101.41	672,506,435.84
2019	3,252,334,387.02	487,850,158.05	722,137,408.35
2020	3,358,035,243.21	503,705,286.48	775,431,146.46
2021	3,467,171,376.86	520,075,706.53	832,657,962.25
<b>TOTAL [2010 - 2021]</b>	<b>35107906,634.54</b>	<b>5,266,185,995.18</b>	<b>6,959,998,886.93</b>

Fuente: Cálculos propios

Si se logra cumplir las metas propuestas en un 100%, el ahorro que se vería reflejado en relación al primer escenario sería de \$655,424,383.12 en valor presente, mientras que sería de \$926,310,078.55 en valor futuro. Obteniéndose así un ahorro más que significativo en la demanda nacional como en el aspecto económico para este sector, de allí la importancia que presenta este sector a la hora de elaborar programas de ahorro energético.

El programa de tecnologías industriales debe liderar un esfuerzo nacional para reducir el uso de la energía y las emisiones de CO<sub>2</sub> provocadas en el sector industrial, para llevar a cabo este objetivo la institución encargada de promover y desarrollar dicho programa debe incentivar el uso de nuevas tecnologías y prácticas que mejoren la eficiencia energética industrial, debe además apoyar económicamente a las empresas que realicen un trabajo de investigación y desarrollo de nuevas tecnologías en materia de eficiencia energética. La implementación del programa también debe lograr que los equipos eficientes sean la primera elección cuando las empresas industriales realicen inversiones en la modernización de equipo para la operación en sus instalaciones.

Las estrategias que debe implementar el programa deberán incluir además las condiciones de mercado, inversiones estratégicas en tecnología altamente eficiente, fomentar la investigación y desarrollo de prácticas industriales eficientes todo esto en conjunto con empresarios receptivos y de la mano con instituciones como la Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI), esta alianza permitirá desarrollar y entregar soluciones tecnológicas con gran potencial y además creara conciencia de los muchos beneficios que posee la eficiencia energética.

Los programas gubernamentales deben desempeñar un papel importante como apoyo para que las empresas puedan hacer frente a sus ineficiencias energéticas aplicando proyectos económicamente viables, para ello el gobierno debe de promover la eliminación de barreras internas orientadas a impulsar programas de capital que permitan seleccionar las inversiones concernientes a tecnologías eficientes, trabajar ampliamente en la difusión de la información a cerca de programas de motivación para impulsar mejores practicas energéticas y la eliminación de obstáculos normativos que tienen las empresas y que muchas veces impiden la capitalización de la eficiencia energética.

Para que las medidas a implementar y los objetivos por alcanzar en el programa de tecnología industrial sean realizables, el programa debe de ir acompañado de instrumentos legales que le permitan campos de acciones que contribuyan a fortalecer la política energética. Un ejemplo de un instrumento legal que debe acompañar al programa debe de ser la potestad del ente encargado de implementar el plan para que pueda entrar en acuerdos voluntarios con entidades industriales que consumen grandes cantidades de energía con el objetivo de que cada uno de los acuerdos tomados debe de reflejarse en la reducción del consumo energético de al menos 2.5% anual por la entidad participante. Otro instrumento legal debe de ser la facultad del ente encargado de ejecutar el plan para establecer asociaciones comerciales que representen a las industrias que demandan mayor energía para en conjunto apoyar la investigación, desarrollar, promover el uso de nuevos materiales, procesos, tecnologías y técnicas que permitan la optimización y eficiencia energética y además incrementen la competitividad económica de El Salvador.

#### **4.7.2 Estructura del programa**

El programa de tecnología industrial realizara un esfuerzo para acelerar el desarrollo y la introducción de tecnologías energéticamente eficientes en el corto plazo, además de realizar investigaciones pioneras de nuevas tecnologías. La unidad de investigación y desarrollo debe de centrar sus esfuerzos en el conocimiento de soluciones energéticas innovadoras en conjunto con las empresas de carácter industrial, deben identificarse todos los campos de oportunidades para el ahorro de energía a través de técnicas de mercado basadas en el análisis y la planificación. Toda la estructura organizativa del programa estará específicamente encaminada a mejorar el rendimiento de los sistemas energéticos industriales y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

#### 4.7.2.1 Estructura lógica del Programa de Tecnologías Industriales

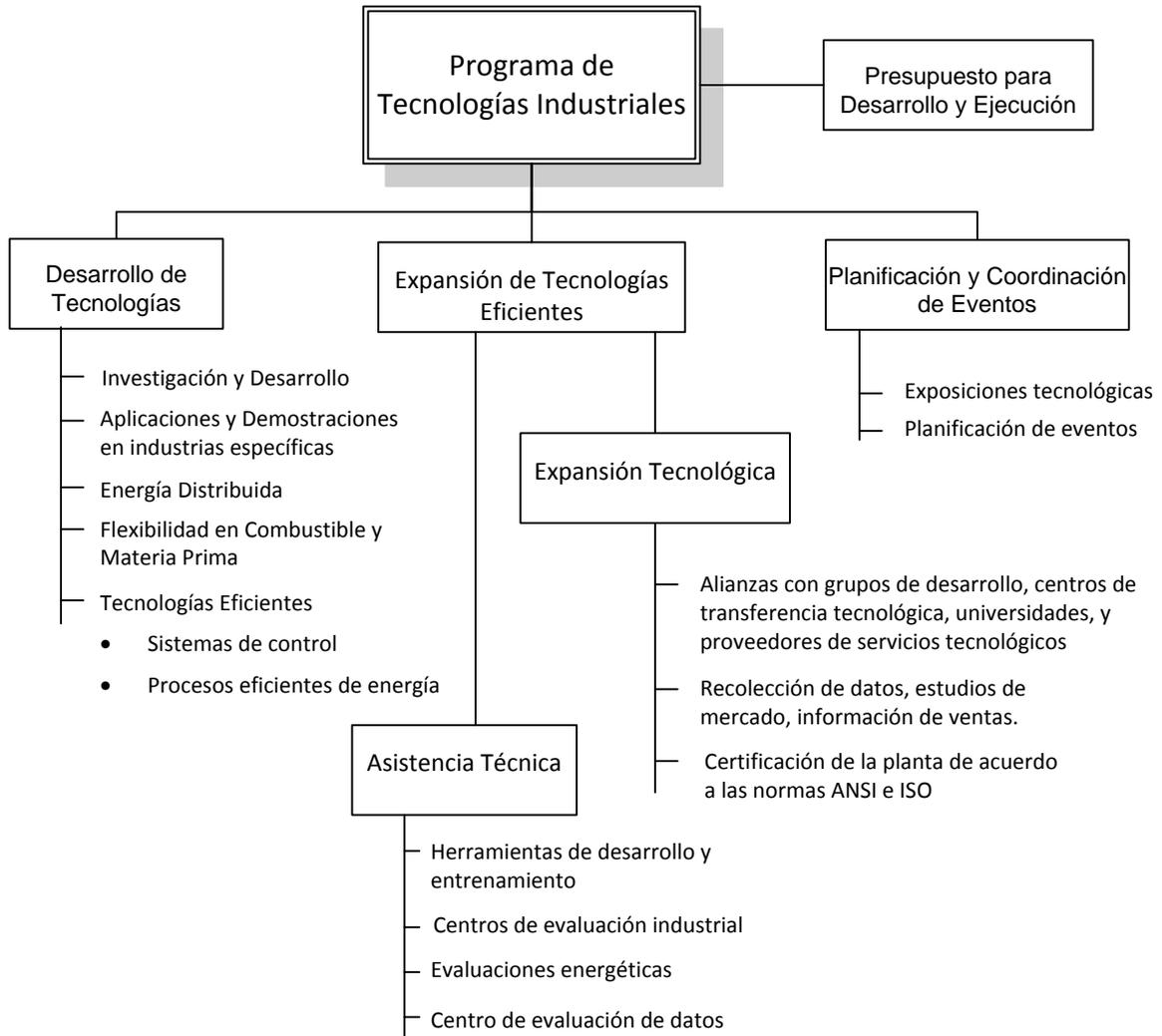


Fig. 4.4 Estructura programa PTIE

#### 4.7.2.2 Desarrollo de tecnologías

En este punto el programa de tecnologías industriales debe de realizar un trabajo de apoyo e incentivo para la investigación y desarrollo de tecnologías eficientes, para esto deberá realizar estudios sobre los diferentes sistemas y aplicaciones de carácter energético encontradas en los sectores industriales del país. Debe de realizar convenios con instituciones internacionales de carácter tecnológico que permitan al país intercambios a cerca de los sistemas más eficientes implementados en la actualidad. Debe promover la diversidad de los combustibles utilizados en aplicaciones industriales y realizar procesos de evaluación a las materias primas con el fin de desarrollar un sistema con mayor grado de eficiencia, para esta finalidad es importante diseñar un buen sistema de control.

### **4.7.2.3 Expansión de tecnologías eficientes**

Tiene como función llevar las tecnologías desarrolladas hasta los usuarios del sector industrial para su posterior implementación.

Para lograr este objetivo se necesitan de alianzas estratégicas que permitan transferencias de tecnologías entre proveedores de servicios tecnológicos, el estado, universidades, entes del sector industrial, y que por medio de estas relaciones se realice una expansión de conocimiento de tecnologías eficientes; además esta expansión necesita llevar de la mano una asistencia técnica que permita a los involucrados que no sean conocedores de este tipo de tecnologías contar con las herramientas necesarias para poder realizar desarrollos, evaluaciones y entrenamientos a cerca de estas tecnologías.

### **4.7.2.4 Planificación y coordinación de eventos**

Se encargara de hacer una promoción de carácter informativo sobre tecnologías eficientes y los beneficios que estas proporcionan al sector. Para lograr este objetivo deben de realizarse ferias, congresos y exposiciones que permitan a los diferentes actores del sector industrial permanecer actualizados sobre todos los avances tecnológicos que en materia de eficiencia surjan.

## **4.8 Asesoría Energética**

Deberá incluirse dentro del programa un plan de asesoría energética, el cual sería desarrollado para apoyar desde las instituciones académicas universitarias como lo son la Universidad de El Salvador y la Universidad Centroamericana a las empresas industriales que consuman más de 10 kW al mes y estén dentro de los grandes consumidores del país.

Este plan consiste en facilitar desde las universidades personal calificado que desarrolle acciones de auditoría energética en la gran y mediana industria, la ayuda será puesta en acción para encontrar puntos de mejora inmediatos dentro del recinto de las empresas.

Posee dos tipos de ayuda definidos dependiendo del consumo de la empresa, si estas se encuentran ubicadas en el rango de pequeñas demandas (10kW – 50 kW) podrá brindarse asesoría por un periodo de un día laboral, realizando caminatas por la planta o industria detectando aquellos puntos de ahorro energético potenciales. El segundo tipo estará aplicado para grandes consumidores (>50kW), al cual se le brindará ayuda por un periodo de tres días.

El objetivo del plan de acción se entregará al responsable de ponerlo en práctica por parte de la empresa que ha solicitado la asesoría y este deberá entregar avances que se han logrado dentro de la empresa, así como participar aconsejando y demostrando el funcionamiento del sistema hacia otros interesados. Al implementar los consejos y buenas prácticas definidas por el auditor, el encargado del plan dentro de la empresa deberá hacerlo del conocimiento de las universidades implementando talleres en los que se vean beneficiados los estudiantes.

## 4.9 Conclusiones

- ✓ Los sectores gubernamental e industrial son los que generan mayor uso de energía eléctrica y deberán ser los primeros en realizar e implementar programas de uso eficiente de la energía.
- ✓ La presidencia de la república deberá ejercer liderazgo en el área energética, planteando metas y programas de eficiencia energética en las instituciones gubernamentales.
- ✓ Los programas aquí planteados deberán servir como insumo y lineamientos generales para la implementación de medidas en el sector gobierno e industrial.
- ✓ Las metas planteadas por el PMGEE permitirían ahorrar, según nuestras estimaciones, a lo largo de 10 años alrededor de \$410 millones.
- ✓ Si se lograra la implementación del 100% de las metas del programa de tecnologías industriales se lograría un ahorro aproximado a lo largo de 11 años de \$7,000 millones.
- ✓ La Universidad de El Salvador y su Escuela de Ingeniería Eléctrica deberá tener una participación importante en la implementación de programas de eficiencia en el estado como en la industria. El enfoque del currículo estudiantil para los últimos años de estudio en la EIE deberá tener un énfasis en la eficiencia energética para su implementación en la vida laboral.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] SAPRIN, “La privatización del servicio de energía eléctrica en El Salvador”  
[http://www.saprin.org/elsalvador/research/els\\_sum\\_privatization.pdf](http://www.saprin.org/elsalvador/research/els_sum_privatization.pdf)
- [2] Constitución de la República de El Salvador  
<http://www.constitution.org/cons/elsalvad.htm>
- [3] Ley general de electricidad  
<http://www.csj.gob.sv/leyes.nsf/ed400a03431a688906256a84005aec75/f4ae5d6db2c6a98b06256d02005a3974?OpenDocument>
- [4] Política Energética de El Gobierno de El Salvador, Mayo 2007  
[http://www.minec.gob.sv/media%5Cdownloads%5CEstudios%5Cpolitica\\_energetica%5Cbrochure%20politica%20energetica.pdf](http://www.minec.gob.sv/media%5Cdownloads%5CEstudios%5Cpolitica_energetica%5Cbrochure%20politica%20energetica.pdf)
- [5] Centro para la defensa del consumidor (CDC), “Análisis del sistema de interconexión eléctrica para los países de América Central y su impacto en los usuarios de la región”  
[http://74.125.47.132/search?q=cache:oxl6jpakxw0J:www.interaction.org/files.cgi/2428\\_CDC\\_SIEPAC.doc+proyecto+siepac+cdc&cd=3&hl=es&ct=clnk&gl=sv](http://74.125.47.132/search?q=cache:oxl6jpakxw0J:www.interaction.org/files.cgi/2428_CDC_SIEPAC.doc+proyecto+siepac+cdc&cd=3&hl=es&ct=clnk&gl=sv)
- [6] CEL, Proyecto hidroeléctrico El Chaparral  
<http://www.cel.gob.sv/?categoria=28>
- [7] CESTA, Denuncias: Construcción de la presa hidroeléctrica El Chaparral  
<http://www.cesta-foe.org/denuncias/presachaparral.htm>
- [8] Blog de Jaime López, “La adjudicación de El Chaparral”  
[http://jaimelopez.name/articles/2008/adjudicacion\\_chaparral.html](http://jaimelopez.name/articles/2008/adjudicacion_chaparral.html)
- [9] El diario de hoy, “El Chaparral se encarece \$20 Millones”, 7 de octubre de 2008  
[http://www.elsalvador.com/mwedh/nota/nota\\_completa.asp?idCat=6374&idArt=2894985](http://www.elsalvador.com/mwedh/nota/nota_completa.asp?idCat=6374&idArt=2894985)
- [10] AES Fonseca  
<http://www.fonsecaenergia.com/>
- [11] Action this reality  
<http://action.thisisreality.org/details>
- [12] El diario de hoy, “Construcción de planta de carbón en El Salvador costará \$600 millones”, 16 de septiembre de 2008  
[http://www.elsalvador.com/mwedh/nota/nota\\_completa.asp?idCat=6374&idArt=2826271](http://www.elsalvador.com/mwedh/nota/nota_completa.asp?idCat=6374&idArt=2826271)

- [13] El diario de hoy, “Wilma de Escobar: Capacidad energética alcanza hasta 2011”,  
14 de septiembre de 2008  
[http://www.elsalvador.com/mwedh/nota/nota\\_completa.asp?idCat=8613&idArt=2820843](http://www.elsalvador.com/mwedh/nota/nota_completa.asp?idCat=8613&idArt=2820843)
- [14] El diario de hoy, “Los trámites de permisos ya están muy avanzados”,  
19 de junio de 2008  
[http://www.elsalvador.com/mwedh/nota/nota\\_completa.asp?idCat=6375&idArt=2512343](http://www.elsalvador.com/mwedh/nota/nota_completa.asp?idCat=6375&idArt=2512343)
- [15] CEL, Proyecto hidroeléctrico El Cimarrón  
<http://www.cel.gob.sv/?categoria=29>
- [16] La prensa gráfica, “Presa El Cimarrón será operada por una firma privada”,  
20 de octubre de 2008  
<http://archive.laprensa.com.sv/20081020/economia/1161337a.asp>
- [17] Cutuco energy  
<http://www.cecalng.com/>
- [18] Ciencia y Tecnología: Emisiones contaminantes del gas natural  
<http://www.mewnew.com/Interior/FichaArticulo.aspx?IdArticulo=20662>
- [19] SIGET, Estadísticas Eléctricas  
<http://www.siget.gob.sv/BusquedaPublica.aspx?sector=1&tipo=1&titulo=e5&ordena do=0&dir=DESC>
- [20] FUSADES, “Análisis y rediseño de los subsidios en el salvador”  
Fernando Navajas y Daniel Artana, Octubre de 2008  
<http://www.fusades.org/get.php?id=757&anchor=1>
- [21] CDC, “Análisis del consumo de energía eléctrica y propuesta de subsidio para usuarios residenciales”, marzo de 2009  
<http://www.cdc.org.sv/archivos/boletin-de-prensa-analisis-de-consumo-y-propuesta-de-subsidio-electrico.pdf>
- [22] Reglamento de la Ley del Fondo de Inversión Nacional en Electricidad y Telefonía  
<http://www.csj.gob.sv/leyes.nsf/d99c058e0c4c391306256a8400738426/aa3080dbc419d51c06256a25005257b4>
- [23] Reglamento de la Ley General de Electricidad  
<http://www.csj.gob.sv/leyes.nsf/d99c058e0c4c391306256a8400738426/47fe22b39423f6aa0625676e0062123d>
- [24] Periódico digital El Faro.net, “Mayor parte del subsidio eléctrico va a quienes no lo necesitan”, 8 de diciembre de 2008.  
[http://www.elfaro.net/secciones/Noticias/20081208/noticias1\\_20081208.asp](http://www.elfaro.net/secciones/Noticias/20081208/noticias1_20081208.asp)

- [25] Periódico digital El Faro.net, “Las deudas de CEL”, 10 de noviembre de 2008.  
[http://www.elfaro.net/secciones/Noticias/20081110/noticias2\\_20081110.asp](http://www.elfaro.net/secciones/Noticias/20081110/noticias2_20081110.asp)
- [26] La Prensa Gráfica, “Analistas: Subsidio a la energía era insostenible”,  
25 de marzo de 2009.  
<http://www.laprensagrafica.com/economia/nacional/24696--analistas-subsidio-a-la-energia-era-insostenible.html>
- [27] DiarioColatino, “Ciudadanía molesta por eliminación de subsidio eléctrico”,  
26 de marzo de 2009.  
<http://www.diariocolatino.com/es/20090326/nacionales/65171/>
- [28] Pliego tarifario de El Salvador, vigente a partir del 12 de abril de 2009  
[http://www.siget.gob.sv/documentos/electricidad/tarifas/pliegos\\_tarifarios\\_vigentes\\_a\\_partir\\_del\\_12\\_de\\_abril\\_de\\_20090.pdf](http://www.siget.gob.sv/documentos/electricidad/tarifas/pliegos_tarifarios_vigentes_a_partir_del_12_de_abril_de_20090.pdf)
- [29] ARESEP, Pliego tarifario de Costa Rica  
<http://www.aresep.go.cr/cgi-bin/index.fwx?area=09&cmd=servicios&id=9598&sub=1523>
- [30] ETESAL, “Plan de expansión del sistema de transmisión de El Salvador período 2009-2018 y programa quinquenal de inversiones 2009-2013”, 11 de noviembre de 2008