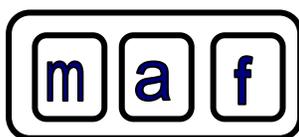


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA



**EL MITO FINANCIERO DE LA
ELECTRIFICACIÓN RURAL: Las barreras
financieras del gran inversionista.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

JOSÉ LUIS REGALADO MORATAYA

PARA OPTAR AL GRADO DE

MASTER EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA

JULIO DE 2009

CIUDAD UNIVERSITARIA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR : MÁSTER RUFINO ANTONIO QUEZADA
SÁNCHEZ

SECRETARIO GENERAL : LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHÁVEZ

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

DECANO : MÁSTER ROGER ARMANDO ARIAS
ALVA RADO

VICEDECANO : MÁSTER ÁLVARO EDGARDO CALERO
RODAS

SECRETARIO : MÁSTER JOSÉ CIRIACO GUTIÉRREZ
CONTRERAS

ADMINISTRADOR ACADÉMICO : LIC. EDGAR ANTONIO MEDRANO
MELÉNDEZ

ASESOR : MÁSTER MARVIN REGALADO CANJURA

TRIBUNAL EXAMINADOR : MÁSTER MARVIN REGALADO CANJURA
MÁSTER GUILLERMO VILLACORTA
MARENCO

JULIO DE 2009

SAN SALVADOR

EL SALVADOR

CENTRO AMÉRICA

ÍNDICE

Introducción	5
Capítulo I Fundamentos de economía de la energía.....	6
1.1.- Características económicas de la industria eléctrica.....	6
1.2.- Impacto de la tecnología.....	8
1.3.- Los ciclos económicos y la industria eléctrica.....	9
1.3.1.- Período de la gran depresión de 1929.....	9
1.3.2.- Período de la crisis petrolera de 1979.....	10
1.3.3.- Período actual perspectivas.....	12
1.4.- Estructura energética de países desarrollados.....	13
Capítulo II Industria eléctrica desde el ámbito financiero.....	15
2.1.- Cadena de producción.....	15
2.1.1.- Segmento de generación.....	15
2.1.2.- Segmento de transmisión.....	15
2.1.3.- Segmento de distribución.....	16
2.2.- Formas de propiedad.....	16
2.2.1.- Compañías eléctricas públicas.....	16
2.2.2.- Compañías eléctricas municipales.....	16
2.2.3.- Compañías eléctricas federales.....	17
2.2.4.- Cooperativas eléctricas.....	17
2.3.- Fuentes de financiamiento de las empresas eléctricas.....	17
2.4.- Riesgo e incertidumbre en la industria eléctrica.....	18
2.4.1.- Riesgo de mercado.....	19
2.4.2.- Riesgo técnico.....	20

	2.4.3.- Riesgo institucional.....	20
2.5.-	Impacto financiero de las características económicas de la industria eléctrica.....	21
Capítulo III	Electrificación rural.....	22
3.1.-	Criterios de inversión para proyectos de electrificación.....	22
3.2.-	Condiciones económico-eléctricas de las zonas rurales.....	23
3.3.-	Alternativas para realizar proyectos de electrificación en las zonas rurales.....	26
3.4.-	Ejemplos de alternativas de electrificación rural.....	28
	3.4.1.- Proyecto de electrificación rural con intervención del estado.....	28
	3.4.2.- Proyecto de electrificación rural utilizando desarrollos tecnológicos recientes.....	29
	3.4.3.- Proyecto de electrificación rural desarrollado por una organización no gubernamental.....	30
Capítulo IV	Conclusiones.....	31
Referencias	bibliográficas	33
Anexo	34

INTRODUCCIÓN

Los proyectos de electrificación rural se enfrentan a un mito financiero arraigado en las empresas eléctricas privadas, el cual impide que se realicen este tipo de inversiones. El presente trabajo, muestra un panorama completo a cerca de las razones que motivan tal indiferencia, describiendo el funcionamiento económico y financiero tanto del sector eléctrico como de las empresas inmersas en este sector. Adicionalmente se complementa con la premisa básica que el acceso a la electricidad es base fundamental para el desarrollo económico de los países, por lo tanto el Estado debería de jugar un rol protagonista en la planificación y desarrollo del sector eléctrico.

Dentro del Capítulo I, se revisarán los fundamentos económicos que envuelven a la industria eléctrica y a las empresas eléctricas, y la importancia de la electricidad para el desarrollo de la economía, abordando ejemplos de cómo el respaldo por parte del Estado a grandes proyectos eléctricos, ha sido la piedra angular para el impulso de la economía en general.

En el Capítulo II, se analiza a la industria eléctrica desde una perspectiva financiera, revisando la cadena de producción, los tipos de propiedad, la forma por medio de la cual éstas financian sus operaciones e inversiones y los tipos de riesgos en los que se encuentran inmersas las empresas eléctricas. El objetivo que se persigue, es dilucidar el panorama financiero que normalmente viven estas empresas y que las obliga a abandonar cualquier tipo de proyecto de electrificación en la zona rural por no llenar los requerimientos de rentabilidad financiera que exigen los accionistas que aportan el capital.

En el Capítulo III, se repasan los métodos tradicionales de valoración financiera de proyectos que son utilizados por las empresas privadas. También se abordan métodos de valoración de proyectos desde el ámbito económico social, por medio de los cuales pueden volverse rentables los proyectos de electrificación rural. Se enfatiza el rol que debe desempeñar el Estado, el rol regulador y el rol empresarial, como premisas básicas que garantizan las políticas necesarias para el desarrollo de este tipo de proyectos. Adicionalmente, se enfocará la atención en las tecnologías de producción de electricidad renovable y sus avances, en particular la eólica y la solar, puesto que son las tecnologías que en el futuro tendrán mayor impulso.

Finalmente, se presentarán ejemplos prácticos, pero cruciales de electrificación rural, utilizando desarrollos tecnológicos recientes del tipo renovable y con la intervención del Estado, organismos multilaterales y organizaciones no gubernamentales.

CAPÍTULO I

1.- FUNDAMENTOS DE ECONOMÍA DE LA ENERGÍA

1.1. CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS RELEVANTES DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA

El sector eléctrico es una industria de carácter mixto: Primaria en parte, ya que sirve de insumo al resto de las industrias; y terciaria, porque se negocia como un producto de consumo final en todos los hogares, jugando un rol importante para el desarrollo de la economía.

Una de las características económicas trascendentales en el desarrollo de la industria eléctrica es el hecho de que ésta no se puede almacenar, lo cual representa un gran problema, puesto que las empresas deben ser capaces en cada instante de tiempo de suplir la demanda de todos los consumidores conectados a las redes. El problema se agudiza cuando se tiene una cantidad variada de consumidores con diferentes necesidades del producto en cada minuto durante las 24 horas de cada día.

El hecho de que la electricidad no se puede acumular en inventario, sumado a la particularidad de que la demanda de ésta varía en cada momento y, por lo tanto, las empresas productoras deben de suplir esa demanda produciendo la electricidad en el mismo instante, trae como consecuencia el apareamiento de otro hecho económico relevante. Una empresa eléctrica *requiere de una gran cantidad de infraestructura de activos fijos que no son utilizados a plenitud, únicamente en el período duración de máxima demanda de energía que normalmente es de 2 a 3 horas por día.* En otras palabras, la capacidad instalada de todas las empresas que participan en el mercado tiene que ser como mínimo igual a la demanda máxima de energía de dicho mercado, aún cuando ésta no se utilice a plenitud. Lo anterior constituye una barrera de entrada y salida para cualquier empresa en este mercado y ha sido determinante para el surgimiento de monopolios y oligopolios en esta industria.

Como consecuencia de lo anterior, aparece otra característica económica relevante, *la intensidad de capital*, ya que se requiere de grandes montos de capital para construir la infraestructura necesaria de una empresa productora, transmisora o distribuidora de electricidad o mucho más si se pretende crear una empresa integrada verticalmente. En contraparte se requiere de un reducido grupo de mano de obra altamente capacitado. Además del requerimiento inicial de capital, se necesita disponer de recursos de capital para las actividades normales de operación y mantenimiento, recursos para el reemplazo de los activos obsoletos y para la adquisición de los activos necesarios para la expansión y crecimiento. Esta situación obliga a las empresas a recurrir a diferentes y a veces ingeniosas fuentes de capital. Por ejemplo, en los Estados Unidos las empresas recurren

a la Bolsa de Valores, de Commodities, como fuente de capital y además, a la banca convencional; por otra parte las empresas en Latinoamérica, recurren a la banca convencional y a sus accionistas como fuente de capital.

Las anteriores características: Imposibilidad para almacenar la energía, requerimientos de grandes cantidades de infraestructura e intensidad de capital, han provocado a lo largo del tiempo que en todo el mundo sean unas pocas empresas las que posean casi la totalidad de cuota del mercado, o en ciertos casos la totalidad, operando como un monopolio, tal como sucedió en la mayor parte de Latinoamérica hasta fines de los años 90. Es pues, que en el mercado de electricidad normalmente se observan características regulatorias específicas de mercados monopólicos, como lo es el control del precio de venta. Esta condición en menor grado se conoce como poder de mercado, y es la que ha obligado a los estados desde hace casi 100 años a regular el mercado de la electricidad. Es así como a lo largo de dicho período, el Estado ha intervenido esta industria en diferentes modalidades, desde una regulación total, controlando precios al consumidor, participación de mercado, tecnología a usar, inversiones, responsabilidades y obligaciones con otras empresas y consumidores, etc.; hasta una regulación mínima, en la que se da la total libertad a las empresas de operar dentro del mercado bajo la firme creencia de que los mercados pueden autorregularse.

Por lo tanto, la regulación es otra de las características económicas de la industria eléctrica. En consecuencia, la regulación en la industria, siempre ha sido bien vista tanto por los *stockholders*, los *stakeholders* como el público en general, ya que hasta cierto punto la regulación ha venido a dar certeza, estabilidad y seguridad al mercado ante los vaivenes que la economía en general presenta. Un ejemplo de regulación total lo teníamos en el país hace unos 15 años, cuando el Estado a través de la CEL¹ era el propietario de las plantas de generación de electricidad, de la infraestructura de transmisión y tenía participación en el patrimonio de las empresas distribuidoras; además, la CEL regulaba los precios de venta al consumidor final y establecía las políticas de electrificación rural. Esto fue así hasta la reforma del sector eléctrico salvadoreño realizada en el año 1996.

Por otra parte, un caso relevante y connotado originado debido a la carencia de regulación en un momento, lo representa el “fraude de ENRON”, en la cual dicha empresa mediante prácticas agresivas de adquisición de otras empresas, control y manipulación de precios de venta, así como prácticas contables y financieras ingeniosas, elevaron considerablemente el precio de la electricidad, provocando con ello una crisis energética en California, Estados Unidos en el verano del 2000.²

¹ CEL: Comisión Ejecutiva del Río Lempa.

² El Colapso de Enron, Harvard Business Review

Otra característica económica no menos importante de la industria de la electricidad, es la dependencia durante los últimos 100 años de los combustibles derivados del petróleo y del carbón, como materia prima para la producción de electricidad, y el hecho de que éstos son los energéticos sustitutos a la electricidad para la producción de calor, iluminación y transporte. Adicionalmente, los avances tecnológicos han sido determinantes para el desarrollo de la industria de la electricidad; sin embargo, en el presente todavía persiste la dependencia del petróleo y el carbón para la producción de la electricidad. Lo anterior conlleva como consecuencia, que el precio de la electricidad se mueva paralelo al precio del petróleo, lo cual convierte al petróleo como otra variable más de riesgo y volatilidad en la industria de la electricidad.

Tal como lo hemos expuesto, algunas de las características económicas constituyen barreras de entrada y salida que prácticamente imposibilitan que se desarrolle la electrificación en la zona rural, o en todo caso el desarrollo sea el mínimo específicamente en los países subdesarrollados, particularmente en América Latina.

1.2. IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA EN EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA

Para poder demostrar el papel fundamental que ha desempeñado el avance tecnológico en el desarrollo de la industria de la electricidad, tomamos los últimos 150 años y analizamos la matriz de insumos utilizados para la producción de energía.

Antes de 1850, las necesidades de iluminación y cocción eran suplidas principalmente por biomasa³, con la invención y desarrollo de la máquina de vapor se vio intensificado el uso del carbón entre 1850 y 1900, cayendo sustancialmente el uso de la biomasa. Posteriormente, a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX (1900-1950) el desarrollo del motor de combustión interna y el uso estandarizado de los derivados del petróleo como combustible, dieron auge al uso de este recurso como fuente principal para la producción de energía, al mismo tiempo siguió decayendo el uso de biomasa y empezó a decaer el uso del carbón. Paralelamente, con el desarrollo del generador de electricidad, se llevaron a cabo los primeros grandes proyectos hidroeléctricos. Asimismo, se inició el desarrollo de la tecnología que utiliza combustibles renovables y gas. Durante el período de 1950 al 2000, después de la II Guerra Mundial, se desarrolló ampliamente el uso de los combustibles nucleares y con la crisis del petróleo de 1974, que disparó los precios, se impulsó de forma sustancial el desarrollo de la tecnología del gas, lo anterior, sumado a las preocupaciones crecientes por la degradación climática impulsó el desarrollo de las energías renovables. A pesar de lo anterior, las fuentes de producción que utilizan recursos renovables no ocupan un lugar importante en participación de mercado debido a

³ Biomasa: Generalmente maderas y desechos de árboles o leña

sus altos costos unitarios de producción. Falta un paso más, ya sea una innovación tecnológica en las aplicaciones de las fuentes de energía renovable o una decisión del Estado que permita sobrellevar los problemas de los altos costos unitarios de producción que, por el momento, atan el desarrollo de las fuentes renovables y su masificación.

1.3. LOS CICLOS ECONÓMICOS Y LA INDUSTRIA ELÉCTRICA

A finales del siglo XX, después de la industrialización, la producción a gran escala de la electricidad y la masificación de su uso para la producción de luz, calor y movimiento, la industria de la electricidad ha jugado un papel vital en el desarrollo económico de los países. Es claro su rol a lo largo del siglo pasado, donde fácilmente se puede relacionar de forma positiva el desarrollo de la industria eléctrica con el desarrollo económico en general y viceversa, y su perspectiva en la actualidad lo confirma. Además, existen varios estudios por parte de econométristas en los cuales se demuestra que la base fundamental para el desarrollo de una región es que ésta posea el servicio de electricidad, de ahí parte la mejora en la educación, la salud, el comercio, la agricultura, la industria y la lista no termina, pero nuestro interés no es el determinar cuantos rubros se desarrollan con la llegada de la electricidad a una región, sino el hecho de porqué en las zonas rurales es el último lugar donde llega la energía eléctrica.

Por términos prácticos y para enlazar exactamente la industria de electricidad con la economía global en general, y en específico con la economía de los Estados Unidos⁴, hemos dividido los ciclos en tres. El primer ciclo inicia con la Gran Depresión de 1929; el segundo, con las reformas del “Consenso de Washington”⁵ de principios de los 90 y el tercer período, es el momento actual y las expectativas para los próximos años tomando en consideración la grave crisis económica que hoy nos envuelve.

1.3.1. PERÍODO DE LA GRAN DEPRESIÓN DE 1929

Para sustentar nuestros argumentos, remontémonos a la Gran Depresión que sufrió Estados Unidos durante el año 1929, posterior al boom económico de los años 20's el cual finalizó con la caída del mercado de valores en 1929, lo que para muchos

⁴ Tomamos como referencia la economía de los Estados Unidos de América, ya que la región Latinoamericana y el Caribe han utilizado tal economía como modelo a seguir. En adelante, mientras no se especifique lo contrario, nos referimos a esta nación.

⁵ Consenso de Washington: Listado de políticas económicas consideradas por grupo de instituciones financieras multinacionales, economistas y políticos con sede en Washington, que abrió la puerta al neoliberalismo.

estadounidenses, significó el inicio de este período.⁶ En esa época, casi la totalidad de las empresas eléctricas en dicho país eran de propiedad privada. Para el año 1921, los holdings privados poseían el 94% de las empresas; además, no estaban regulados. En contraparte, las zonas rurales eran las más pobres, las menos desarrolladas y carentes del servicio de electricidad.

En los años siguientes a la Gran Depresión, con la llegada de Franklin Delano Roosevelt a la presidencia de los Estados Unidos de América, se tomaron las medidas que permitieran combatir las que se consideraron como las causas de la Gran Depresión. Estas medidas fueron conocidas como el *New Deal*, mediante el cual se formaron 4 agencias de gobierno para impulsar las reformas económicas. Una de estas agencias fue la TVA⁷, cuyo objetivo fue el de llevar electricidad a precio razonable a las áreas rurales de siete estados, facilitar la navegación de materiales estratégicos en el río Tennessee, control de riegos, reducir el desempleo y mejorar las condiciones de vida en las áreas rurales.

Lo anterior representa el primer ejemplo de un gran proyecto de electrificación rural. Por supuesto, que dado el tamaño y alcances del proyecto, éste únicamente podía ser realizado por el Estado. Mediante el desarrollo del New Deal y un posterior Second New Deal de 1935 a 1937, los Estados Unidos pudieron salir de la crisis económica, llevando el desarrollo a las áreas rurales. Simultáneamente, con la fundación de la TVA y el establecimiento de la "Public Utility Holding Company Act (PUHCA) de 1935,⁸ que era una ley para regulación de los holdings, dio inicio un período de intervención estatal en la industria de electricidad, como empresario y como regulador, podemos decir, una regulación del sector eléctrico total.

Cabe aclarar que en la antigua Unión Soviética se dio el gran paso de la electrificación en las zonas rurales antes que el New Deal y a mucha mayor escala, con lo cual se convirtió en un par de décadas, de un país subdesarrollado a la potencia mundial que representó en su momento; pero el alcance de este documento se circunscribe a la economía de los Estados Unidos.

1.3.2. PERÍODO DE LA CRISIS PETROLERA DE 1973 - 1979

Este período fue otro ciclo más de recesión en la economía originada por razones políticas y energéticas. En todo el mundo se produjeron importantes cambios derivados

⁶ American History, Civil war to the present, Stanley K. Schultz

⁷ TVA: Autoridad del Valle de Tennessee

⁸ TVA and de Grass Roots: A Study in the Sociology of Formal Organization. Philip Selznick

de un embargo internacional del petróleo por parte de la OPEP⁹ en el año 1973, originado por parte de los países árabes productores de petróleo como una forma de presionar a los Estados Unidos por su cooperación militar y económica al estado de Israel. Posteriormente, se suscitó un colapso de la Bolsa de Valores de Nueva York. Lo anterior ocasionó que se dispararan los costos de los derivados del petróleo. A pesar de que el embargo concluyó meses después de haber iniciado, los efectos en la economía se continuaron percibiendo años después. En adición a lo anterior, con la caída del Sha en Irán, este país redujo a menos del 50% la producción de petróleo, lo que llevó a que se quintuplicaran los precios del petróleo en el período comprendido entre 1970 a 1980. Simultáneamente, se habían elevado los precios de construcción de nuevos proyectos. Estos problemas económicos obligaron a los Estados Unidos y a los países europeos a buscar medidas contingentes mediante dos vías:

- a- Buscando formas alternativas de energía, como lo son la nuclear y las renovables para disminuir la dependencia del petróleo como fuente de energía.
- b- Elaborando una reforma económica cuyo principio era la economía de los mercados perfectos, bajo la firme creencia que el Estado no debe intervenir en los mercados, ya que la interacción de éstos permite su autorregulación y, por ende, ante estas condiciones mejoraría la economía. Estas reformas fueron preparadas y defendidas por el Consenso de Washington,¹⁰ y llevadas a la práctica a finales de los años 80, impulsados por los gobiernos de Ronald Reagan en Estados Unidos y Margaret Thatcher en Inglaterra.

Es así, como inició otro ciclo de pujanza económica, el cual fue implantado simultáneamente en la industria eléctrica, en la que se reestructuró la cadena de producción para posteriormente privatizar las empresas de cada eslabón por separado. Acompañado de la restructuración se llevó a cabo un proceso desregulatorio del sector eléctrico¹¹, quedando la regulación con la mínima intervención. Durante este período, cobraron importancia por su gran auge empresas privadas tales como ENRON, quien valiéndose de la falta de regulación creció aceleradamente; además es de resaltar la crisis energética de California en el año 2001 debido a la manipulación de los precios de la energía por el poder de mercado que ejercían unas pocas empresas, particularmente ENRON.¹²

⁹ OPEP: Organización de Países Exportadores de Petróleo

¹⁰ A Short History of the Washington Consensus, John Williamson

¹¹ US Financial Regulatory Change: The Case of the Californian Energy Crisis, Clark Jr - Istemi

¹² El Colapso de Enron, Harvard Business Review

Cabe aclarar que este ciclo es el que se encuentra vigente en este momento en la industria eléctrica de los Estados Unidos y de la mayoría de países del mundo, aunque como veremos adelante, dicho ciclo está terminando para darle paso a uno nuevo, con mayor intervención estatal.

En este período, ante la falta de interés de los nuevos propietarios de las empresas eléctricas resultantes de la restructuración, principalmente las grandes corporaciones mundiales, la electrificación de las zonas rurales particularmente en América Latina se estancó.

1.3.3.- PERÍODO ACTUAL: PERSPECTIVAS.

Con la llegada de la crisis de las hipotecas sub-prime, las subsecuentes quiebras financieras de los bancos de inversión a lo largo del año 2008, y la expansión de la crisis a todos los sectores de la economía de los Estados Unidos y del mundo en general, se plantea un nuevo desafío para los encargados de dictaminar las políticas económicas.

Dicha crisis en general, ocasionada entre otros por el manejo irresponsable de inversiones, la gestión inadecuada del riesgo mediante grandes modelos de gestión, la regulación impropia por parte de las instituciones respectivas, entre otros, plantea un desafío sin precedentes, parece ser el momento preciso para que las autoridades asuman un rol más importante.¹³ Durante el año 2008 y coincidiendo con la actual crisis, se dio la llegada de Barack Obama a la presidencia de Estados Unidos, impulsado por su lema de campaña “el cambio” y tal parece que la solución a la actual crisis va de la mano con una gran intervención del Estado, de la misma forma como lo ha hecho en ocasiones anteriores, como un ente regulador y como un ente empresarial apostándole a la electricidad como elemento estratégico de la economía.

Es así que el presidente Obama, actualmente y durante su campaña, propuso la ejecución de un “re-new deal” con las mismas premisas básicas que en su momento llevó a cabo el presidente Franklin D. Roosevelt. Dicho plan está constituido por una gran inyección de capital a las instituciones financieras y una apuesta por el sector de electricidad a través de impulsar el desarrollo de la energía renovable, limpia y amigable con el medio ambiente, con el claro objetivo en este caso, de generar empleos de forma inmediata, reducir la dependencia de los derivados del petróleo como una protección ante los vaivenes del precio de este commodity, y reducir la emisión de contaminantes de efecto invernadero. Es importante aclarar que dentro del plan energético no se ha tomado en cuenta la electrificación rural, por la razón obvia de que los índices de electrificación

¹³ The Risk Fallacy, Fortune Oct/2008

rural en los Estados Unidos son cercanos al 100% al igual que en el resto de países desarrollados.

Con base en lo anterior, las perspectivas para el futuro cercano en la industria de la electricidad en los Estados Unidos, es de crecimiento y desarrollo de las fuentes de producción que utilizan las energías renovables, así como el desarrollo tecnológico de esta industria, movido por una gran intervención del Estado a través de creación de empresas y participación en otras ya existentes y una regulación más estricta, apegada a garantizar la estabilidad y reducir el riesgo financiero. No obstante, no hay que perder de vista que América Latina está varios pasos atrás de las perspectivas energéticas de los Estados Unidos y, antes de que cualquier otra apuesta, tiene la deuda pendiente con la electrificación rural.

Sin embargo, nada indica que el impulso de las tecnologías renovables de pequeñas escala y bajo costo no pueda ir simultáneo con la electrificación rural.

1.4.- ESTRUCTURA ENERGÉTICA DE PAÍSES DESARROLLADOS

Con el objetivo conocer las principales fuentes de producción de electricidad en los países desarrollados, pioneros de la industria y la tecnología eléctrica, presentamos a continuación la estructura de producción de electricidad o matriz energética de Estados Unidos, Alemania y Francia.

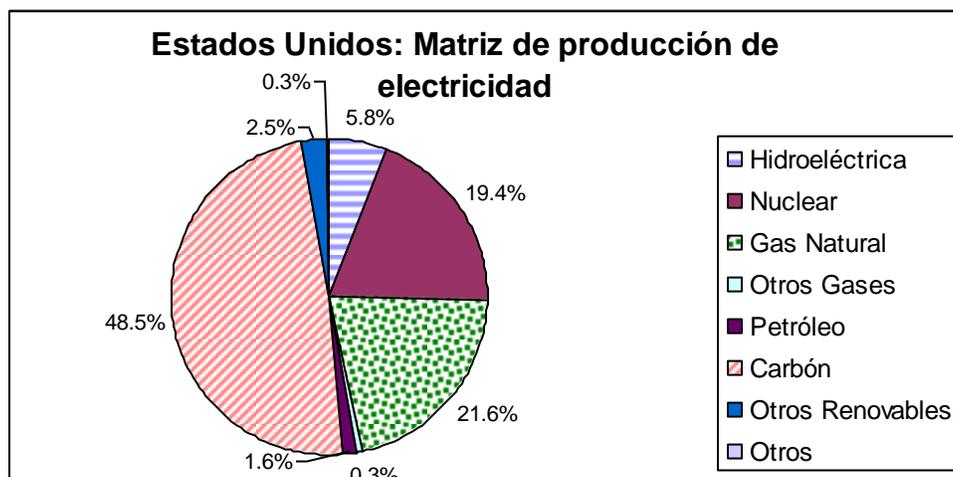


Gráfico 1.14.2

Fuente: DOE, Department of Energy

La matriz energética de los Estados Unidos nos muestra la gran dependencia del carbón para la producción de electricidad. Juegan papel relevante las fuentes de gas natural y

nuclear, ya que las 3 fuentes juntas representan casi el 90% del total. A pesar de existir grandes proyectos hidroeléctricos, los requerimientos energéticos por parte de los Estados Unidos son tan grandes que el aporte hidroeléctrico resulta mínimo.

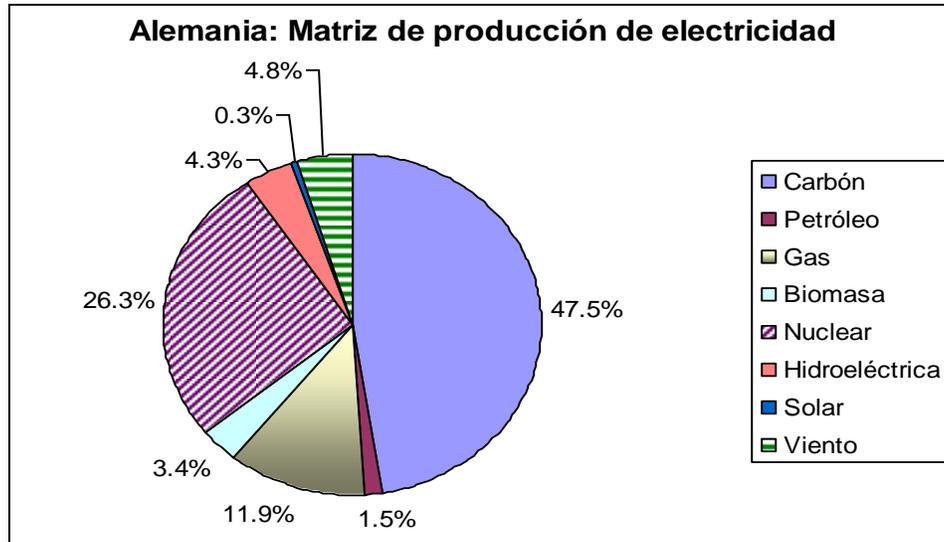


Gráfico 1.14.1

Fuente: IEA, Internacional Energy Agency

La matriz alemana de producción de electricidad es bastante similar a la de Estados Unidos, con predominancia del carbón y un papel relevante del gas natural y la energía nuclear. Sin embargo, es de destacar el aporte de la energía a base de viento y biomasa que están a niveles importantes, similares que la hidroeléctrica.

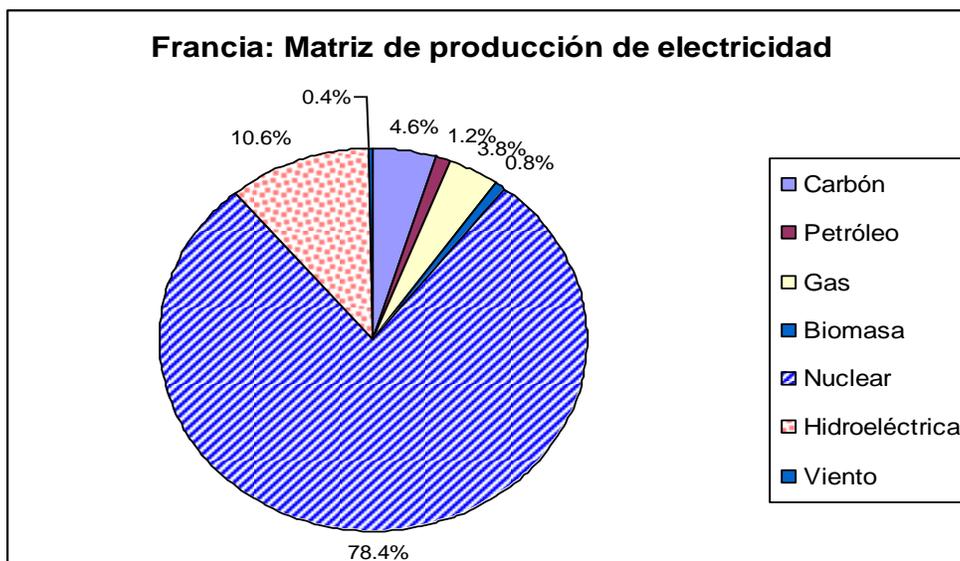


Gráfico 1.14.3

Fuente: IEA, Internacional Energy Agency

En Francia, país que no posee recursos energéticos fósiles como el petróleo, el gas natural y el carbón, la matriz de producción de electricidad es completamente diferente que en los casos anteriores, ya que la energía nuclear es la que predomina, e incluso le permite realizar exportaciones a sus países vecinos.

Como puede verse en los gráficos anteriores, las energías renovables que hasta el presente juegan un rol importante son la hidroeléctrica y la producida a base del viento, y ya se empieza a hacer notar la producida a base de biomasa. Sin embargo, la energía solar fotovoltaica aún no es explotada a grandes niveles comerciales.

Se puede concluir que la estructura de producción de electricidad de cada país está condicionada por los recursos tecnológicos y energéticos que posee el país o por los que tiene fácil acceso. Para el caso de El Salvador donde no tenemos petróleo, carbón y, la cuenca hidráulica ha sido utilizada grandemente, además de existir oposición para desarrollar este tipo de proyectos por parte de los stakeholders afectados, las alternativas viables para desarrollar la electrificación en las áreas rurales es mediante los recursos solar y eólico, particular el solar ya que tenemos abundancia de este recurso.

CAPÍTULO II

2.- LA INDUSTRIA DE ELÉCTRICA DESDE EL ÁMBITO FINANCIERO ACTUAL

2.1.- CADENA DE PRODUCCIÓN

La industria eléctrica está conformada por múltiples empresas que están ubicadas en un segmento de la cadena de producción u otras que están integradas verticalmente y horizontalmente aprovechando las economías de escala y ventajas competitivas que estas estructuras les proporcionan. La cadena de producción básica por excelencia de la industria está conformada por tres segmentos:

2.1.1.- Segmento de Generación: Es el segmento de la industria cuya finalidad es la producción de electricidad la cual será vendida a los consumidores. Las inversiones iniciales requieren de enormes cantidades de capital, con vidas útiles que van de los 20 a los 50 años dependiendo de la tecnología utilizada para la producción de electricidad y de la materia prima que utilice. Los costos de operación y mantenimiento pueden ser bastantes bajos, como es el caso de las plantas hidroeléctricas; o altos además de variables e impredecibles, como es el caso de las plantas térmicas que utilizan derivados del petróleo como materia prima.

2.1.2.- Segmento de Transmisión: En esta etapa de la cadena, las empresas se dedican a transportar la electricidad de los centros de producción, hasta los centros de

distribución. Las empresas de este segmento poseen la infraestructura especial para transportar la electricidad en niveles de tensión que no están disponibles para su consumo final. Dicha infraestructura está conformada básicamente por líneas de transmisión soportadas en grandes torres, centros de transformación y centros de control. Se requiere de grandes cantidades de capital para la inversión de la infraestructura inicial y de montos menores para las actividades regulares de operación, mantenimiento y crecimiento. Normalmente la vida útil de estos proyectos es de 30 a 40 años, y estas empresas por ser de tipo monopólicas son reguladas; por lo que, a pesar de los largos períodos de recuperación de capital, el riesgo es mínimo.

2.1.3.- Segmento de Distribución: Es la etapa final y visible por el cliente de la cadena de producción. La infraestructura de estas empresas se extiende desde las grandes subestaciones de alimentación en las zonas cercanas a las grandes urbes, hasta el punto de entrega al consumidor final. Estas empresas son las que tienen el contacto directo con el consumidor, por lo que es sumamente importante la gestión comercial y de atención al cliente. La inversión inicial en estas empresas es enorme y las vidas útiles de los proyectos oscilan entre los 25 y 30 años. Por sus características monopólicas están reguladas, por lo cual la exposición al riesgo es baja.

2.2.- FORMAS DE PROPIEDAD.

Dadas sus características particulares las formas de propiedad son diferentes, las cuales de acuerdo a la composición del capital principal de la empresa se dividen de la siguiente forma:

2.2.1.- Compañías eléctricas públicas: De capital privado, cuyos propietarios son múltiples accionistas, ya sea directa o indirectamente a través de otros inversores como los fondos privados de inversión, quienes andan en busca de inversiones de bajo riesgo y una rentabilidad ligeramente mayor que los títulos soberanos de deuda; estos inversores comúnmente son retirement funds, mutual funds, y life insurance policies. Precisamente por ser públicas, normalmente estas empresas transan sus acciones en la Bolsa de Valores de Nueva York¹⁴ y son reconocidas como empresas maduras que gozan de gran estabilidad por tan bajo riesgo y en consecuencia, rentabilidad baja.

2.2.2.- Compañías eléctricas municipales: Propiedad de la ciudad o municipalidad, su operación la financian a través de bonos municipales. Éstas son auto-reguladas por la misma municipalidad. En los Estados Unidos actualmente poseen el 11% de cuota mercado.

¹⁴ Bolsa de Valores de Nueva York: NYSE o New York Stock Exchange

2.2.3.- Compañías eléctricas federales: Son empresas propiedad del gobierno central. En esta categoría están incluidos los grandes proyectos que el Estado ha realizado, como por ejemplo la Autoridad del Valle del Tennessee. El objetivo principal de estas empresas es el de vender electricidad a bajo costo.

2.2.4.- Cooperativas Eléctricas Rurales: Están conformadas por grupos de residentes de los sectores rurales que normalmente son las zonas menos desarrolladas del país. En el caso de los Estados Unidos la mayoría de éstas se dedica a la actividad de distribución de energía eléctrica, aunque existe una proporción considerable que se dedican a producir electricidad. En 1936 fue creada la Administración de Electrificación Rural con el objetivo de proveer préstamos a tasas de interés bajas para expandir el servicio de electricidad en las áreas rurales,¹⁵ a partir de lo cual se desarrollaron los proyectos de electrificación en las áreas rurales.

2.3.- FUENTES DE FINANCIAMIENTO DE LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS.

La electricidad por sus características genéricas es un commodity, y en los Estados Unidos se transa en los mercados de commodities, como por ejemplo, el Mercado de Commodities de Nueva York,¹⁶ y la Chicago Board of Trade.¹⁷ Normalmente se transa como futuros y options.

Este mercado, posee un estimado de \$200 billones en ingresos anuales que son negociados en centavos/MegaWatt-hora¹⁸ con acceso a miles de productores y similar cantidad de compradores, inversionistas, y por supuesto, especuladores. La unidad de transacción en la bolsa NYMEX es de 40 MegaWatt-hora por día pico, los que rondan entre los 19 y 23 días dependiendo del mes, las cotizaciones se manejan en centavos de \$/MegaWatt-hora, con fluctuación mínima del precio de 5 ctvs./MegaWatt-hora y fluctuación máxima del precio sin límite.

Por lo tanto, las empresas pueden apalancarse y financiar su capital de trabajo, así como sus inversiones, negociando parte de su producción futura de energía en las Bolsas de commodities.

¹⁵ Como parte del New Deal se impulsó la electrificación en las áreas rurales de los Estados Unidos, convirtiéndose en uno de los más grandes proyectos de electrificación rural conocidos a la fecha.

¹⁶ Mercado de Commodities de Nueva York: NYMEX

¹⁷ Chicago Board of Trade: Bolsa Mercantil de Chicago o CBOT

¹⁸ 1 MegaWatt-hora = 1 millón de watts consumidos en una hora. El Watt-hora, es la unidad de medida de la energía eléctrica.

Por otra parte, las empresas de capital privado, financian sus operaciones e inversiones en activos fijos en la Bolsa de Valores de Nueva York. Como anteriormente se apuntó, la mayor parte de los inversores y negociadores de las acciones de las empresas eléctricas son los mutual funds, retirement funds y life insurance policies; esto tiene su explicación en el hecho de que el Beta de las empresas eléctricas es muy cercano a 1, dicho de otra forma, las empresas eléctricas gozan de cierta estabilidad financiera en el corto y largo plazo debido a que tienen un nivel de ingresos y egresos estable, lo cual les permite tener un nivel de utilidades invariable, aunque dicha estabilidad es castigada con utilidades ligeramente superiores a la de los bonos del tesoro, que son comparativamente bajas contra las acciones de las empresas de software, biotecnología y similares.

La relativa estabilidad de las empresas de electricidad, alejan a los especuladores y traders cortoplacistas, lo que redundará en mayor estabilidad. Es, pues, que a pesar de la crisis económica que atraviesan las empresas en general, las grandes corporaciones eléctricas no perciben los efectos de la crisis financiera que están haciendo estragos en la mayor parte de empresas en el mundo.

A continuación, se detallan los indicadores financieros más relevantes de la industria eléctrica consolidada de las empresas que transan sus acciones en la Bolsa de Valores de Nueva York:

**Estadísticas de la Industria
Eléctrica - NYSE**

Market Capitalization:	218B
Price / Earnings:	10.6
Price / Book:	1.8
Net Profit Margin (mrq):	8.80%
Return on Equity:	13.50%
Dividend Yield:	5.20%

Fuente: Bolsa de Valores de Nueva York, datos actualizados al 24 marzo 2009

Adicionalmente, las grandes corporaciones acuden a la banca privada convencional y a la banca de inversión para financiar, sus operaciones convencionales y sus inversiones en nuevos proyectos, normalmente a través de bonos y documentos financieros similares.

2.4.- EL RIESGO Y LA INCERTIDUMBRE EN LA INDUSTRIA ELÉCTRICA

Para poder describir el nivel de riesgo e incertidumbre en que se desenvuelve la industria eléctrica, es necesario recapitular que las compañías eléctricas tienen una estructura de

costos caracterizada por grandes costos fijos como resultado de las fuertes inversiones necesarias para financiar plantas de generación y sistemas de distribución; al mismo tiempo, los costos operativos o costos variables son relativamente bajos. Por lo que, entre más clientes posea una compañía, mayor margen de ingresos generarán los costos fijos. Por otra parte, los grandes proyectos aprovechan las economías de escala para reducir sus costos operativos; en consecuencia, las compañías normalmente se inclinan por grandes proyectos.

Los grandes proyectos de electricidad son como juegos de apuestas, caracterizados por decisiones irreversibles, son dinámicos a lo largo del tiempo y con alta probabilidad de fallas. Se toma en promedio 10 años desde la concepción inicial hasta la rampa de operación normal en la cual ya se pueden percibir ingresos nominales.

El riesgo en los grandes proyectos es típicamente visto como algo que puede describirse en términos estadísticos, con eventos que impactan el resultado planificado; mientras que la incertidumbre es vista como las situaciones cuyos resultados potenciales y fuerzas causales no son completamente comprendidos.¹⁹ Por lo tanto, es un gran reto para el gerente de un gran proyecto administrar ambas variables. Aunque los investigadores de la Escuela de Administración del MIT²⁰ dividen en tres ramas el riesgo que enfrentan los grandes proyectos, veremos cómo prácticamente esta ramificación se puede extender para las compañías eléctricas en su operación normal.

2.4.1.- RIESGO DE MERCADO

El poder pronosticar la demanda de electricidad por parte de los consumidores es un gran reto, ya que ésta varía continuamente, involucrando el primer riesgo inmerso en el mercado. Otra externalidad más se presenta en los proyectos que dependen de los derivados del petróleo para producir electricidad, en este caso las plantas térmicas, con lo cual se suma otra externalidad más difícil de pronosticar y cuantificar en un modelo, aunque en la actualidad existen muchos modelos probabilísticos que utilizan simulación de Montecarlo para tratar de medir el riesgo. No hay que perder de vista que quienes confunden la exactitud de los modelos financieros con la complejidad de los verdaderos mercados solo hacen una invitación al desastre.²¹ Otra variable de riesgo es el abastecimiento, debido a la volatilidad del precio tanto de las materias primas, como del producto en sí. Este riesgo puede minimizarse mediante contratos, compras abiertas o integración vertical, obteniendo activos productores de insumos. La buena administración de todos estos riesgos conlleva el riesgo financiero, puesto que los patrocinadores no

¹⁹ Risk Management and the Shape of Large Engineering Projects, Roger Miller

²⁰ MIT: Instituto Tecnológico de Massachusetts

²¹ Perfects Models, Imperfect World, Business Week

estarán dispuestos a proveer de los flujos monetarios requeridos cuando no se garantice la buena administración de los riesgos.

2.4.2.- RIESGO TÉCNICO

El riesgo técnico refleja las dificultades ingenieriles y los grados de innovación que todos los proyectos enfrentan. A éste hay que sumarle el riesgo de construcción, por problemas diversos del constructor o el contratista, los riesgos de ejecución vinculados a errores en la ejecución, conflictos en el proceso de construcción y retrasos en la calendarización de actividades. Otra variable es el riesgo operacional, ligado a la capacidad, disponibilidad y eficiencia de operación menor a la planificada.

2.4.3.- RIESGO INSTITUCIONAL

Este riesgo, en sí, implícito también en las compañías eléctricas, se vuelve el más difícil de administrar y tomar las medidas contingentes respectivas. La habilidad para tener acceso a los recursos claves para asegurar los retornos suficientes que permitan pagar los gastos financieros generados por las inversiones y proporcionar una utilidad al inversionista, que puede ser un stockholder o el gobierno, depende en gran cuantía de las leyes estatales, locales, normas y regulaciones que rigen los retornos, los derechos de propiedad, contratos y franquicias; la variabilidad, falta de definición de los regímenes anteriores o cambios inesperados en las regulaciones y legislaciones, factores que constituyen el riesgo institucional.

Éste es mayor en los países emergentes y en los subdesarrollados que poseen legislaciones y regulaciones incompletas, aunque la oposición de las comunidades de residentes a ciertos tipos de proyectos, así como cambios en las leyes ambientales, son también percibidos en los países desarrollados.

Medidas pertinentes a la regulación del precio de venta de la electricidad, entrada de nuevas empresas, y otros, están presentes en la mayoría de países y son dinámicos. Por otra parte, se puede encontrar oposición de grupos sociales, agencias de desarrollo, organizaciones no gubernamentales, comunidades y políticos influyentes que pueden presentar oposición a determinados proyectos, normalmente cuando éstos afectan el medioambiente, modifican la geografía o representan un potencial peligro de daños.

Un caso típico de las graves consecuencias que puede llegar a tener el riesgo institucional es el Proyecto de Dabhol en Maharashtra, India, ejecutado por la no muy célebre corporación Enron, de una planta generadora de energía eléctrica por un monto de \$2.8 billones en el cual debido al cambio de los partidos políticos en el gobierno, cuyos líderes estaban en desacuerdo con el mismo, provocaron cambios en las regulaciones los cuales

llevaron a la cancelación completa del proyecto, a pesar de que éste ya llevaba un año de haber sido puesto en marcha.²²

Como podemos ver en el caso de Enron en Dabhol, los efectos negativos de decisiones institucionales no esperadas resultan más perjudiciales a las compañías que ya están en operación normal al momento de los cambios en las regulaciones, ya que la alta inversión en activos fijos de las empresas eléctricas constituyen una barrera de salida, así como en una barrera de entrada a nuevos competidores. Para el caso aludido de Enron, ésta reportó pérdidas de \$300 millones durante el año que tenía de haber iniciado el proyecto.

Las condiciones anteriores de rentabilidad y riesgo requeridos por las empresas privadas, en la práctica han marginado a las zonas rurales como lugares para posibles proyectos de electrificación, dado que por su misma condición de subdesarrollo y falta de poder adquisitivo de sus habitantes, los proyectos de electrificación no generan una tasa de retorno ni un período de recuperación que permita darle viabilidad financiera y por consiguiente, el visto bueno de los patrocinadores quienes a cambio de aportar su capital requieren de utilidades financieras, algo que no es posible con dichos proyectos.

2.5.- IMPACTO FINANCIERO DE LAS CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS DE LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS.

La industria de la producción, transporte y distribución de la electricidad, conlleva varias particularidades atadas al fenómeno físico de la electricidad misma. Estas particularidades son y han sido trascendentales desde el ámbito financiero para el desarrollo de la industria. A continuación detallaremos los impactos de las referidas particularidades en el ámbito financiero.

Dado que la electricidad no puede almacenarse, ésta tiene que producirse según lo demanden los clientes, aunado a este problema se suma el hecho de que la demanda de electricidad por parte de los consumidores es variable y depende de la hora del día, el día mismo y su uso final ya sea en el hogar, en el comercio o en la industria. Todo lo anterior trae como consecuencia que se deban realizar grandes proyectos que requieren grandes montos de capital, con una demanda del producto prevista no real y con una vida útil bastante larga entre 20 a 55 años, por lo que para llevar a cabo dichos proyectos los patrocinadores del capital, ya sea inversores, accionistas, la banca privada, la banca institucional o el Estado, requieren de compromisos ya sean contractuales o mediante leyes o normativas que les garanticen la estabilidad económica y la rentabilidad del proyecto; en otras palabras, que se minimice el riesgo institucional.

²² Enron Development Corp., The Dabhol Power Project in Maharashtra, India, Sarayu Srinivasan

Durante casi un siglo la mejor forma de minimizar el riesgo institucional es garantizando la invariabilidad de las reglas del juego, esto se ha logrado mediante la regulación. Es tal el resultado que las mismas empresas aceptan ser reguladas, ya que el hecho de ser reguladas les da la confianza financiera a medio y largo plazo.

En conclusión, las empresas eléctricas han logrado administrar el riesgo, especialmente el institucional cuando han sido adecuadamente reguladas.

CAPÍTULO III

3.- ELECTRIFICACIÓN RURAL

Hemos visto anteriormente que una de las bases del desarrollo en una región cualquiera del planeta, es la disponibilidad de electricidad, para los habitantes de dicha región. Por lo anterior, resulta redundante, pero oportuno, mencionar que en los países desarrollados los niveles de electrificación en las zonas rurales habitadas es casi el 100%; por ende, un reto para el desarrollo de países emergentes y países subdesarrollados, es llevar el suministro de electricidad a las áreas rurales.

Por lo tanto, las empresas eléctricas tienen el compromiso pendiente de ejecutar proyectos en las áreas rurales que permitan desarrollar dichas zonas. A continuación veremos el porqué las empresas eléctricas de capital privado se resisten a realizar proyectos en las áreas rurales, lo que nosotros hemos denominado como ***el mito financiero de la electrificación rural***.

3.1.- CRITERIOS DE INVERSIÓN PARA PROYECTOS DE ELECTRIFICACIÓN UTILIZADOS POR LAS EMPRESAS.

Como lo hemos sugerido en los apartados anteriores, las empresas al momento de realizar una evaluación de un determinado proyecto de electrificación, toman su decisión basados prácticamente en parámetros de rentabilidad financieros, por lo que éste es el criterio que prevalece para la toma de decisiones. En todo caso se utiliza la clásica valoración del valor presente neto²³ del proyecto, el cual deberá de ser al menos cero y la tasa de retorno²⁴ del proyecto, que debe de ser mayor o a lo sumo igual a la tasa mínima requerida por la empresa. También es utilizado, aunque en menor escala, el método del período de recuperación,²⁵ siendo los proyectos viables los que posean un período de recuperación del capital invertido más corto.

²³ Valor Presente Neto: VPN o VAN

²⁴ Tasa de Retorno del Proyecto: Tasa Interna de Retorno o IRR

²⁵ Finanzas Corporativas, Stephen Ross.

Recordemos que los proyectos de electricidad se caracterizan por el alto requerimiento de capital, por lo que para lograr que los proyectos de electrificación sean rentables financieramente se necesita garantizar el pleno uso del capital invertido; o dicho de otra forma, que los factores de uso de la unidad o unidades productoras tenga un valor cercano al 100%; o tener equipo de producción de bajos costos unitarios, lo cual se podría lograr mediante una o la combinación de las tres formas detalladas a continuación:

- i) Utilización de tecnología de producción de electricidad de bajos costos unitarios, dólares/kWh producido,
- ii) Generar economía de escala a través de grandes proyectos, o
- iii) Asegurando la captación de la mayor cantidad posible de clientes para el proyecto, sin modificar la cantidad de infraestructura presupuestada y que éstos posean diversidad de hábitos de consumo, como lo representa captar una mezcla de clientes industriales, comerciales y residenciales.

3.2.- CONDICIONES ECONOMICO-ELÉCTRICAS DE LAS ÁREAS RURALES

En adelante vamos a enfocar nuestra atención a las zonas rurales, conjuntando sus características económicas y de hábitos potenciales de consumo de electricidad comparándolas con los criterios financieros de evaluación de proyectos. Está claro pues nuestro objetivo, evaluar de forma general los proyectos de electrificación en las áreas rurales que permitan asegurar el desarrollo económico de dichas áreas, a través del avance en la educación, salud, disminución de la pobreza y mejora de la calidad de vida en general de los residentes; de la misma forma, garantizar la salud financiera y una rentabilidad aceptable para las empresas eléctricas que inviertan en las áreas rurales.

El uso de tecnologías de producción de electricidad de bajos costos unitarios como nos sugiere el numeral i) de la Sección 3.1 anterior, nos remite a utilizar las tecnologías renovables prácticamente las hídricas y las eólicas de tipo artesanal que son las de bajos costos. Éstas se limitan a mini y micro proyectos que pueden servir el suministro a unas pocas familias en las zonas rurales. Por tanto, tal condicionante nos limita a llevar a la práctica el numeral ii) subsiguiente.

En ese sentido, si nos enfocamos en los clientes potenciales de las zonas rurales, tenemos las siguientes condiciones:

- La mayoría de clientes potenciales en las zonas rurales son del tipo residencial, los comercios son mínimos y de muy poco consumo, no hay industria, puesto que de haberla de alguna forma se tuviera acceso a la electricidad o en su debido caso el acceso sería de más bajo costo. Además, las características de consumo de electricidad de los clientes residenciales es bastante típica, con poco consumo

durante el día, su consumo mayor o pleno durante aproximadamente unas 4 horas en la noche, mientras dure la oscuridad y los quehaceres en los hogares, y un consumo prácticamente nulo el resto de la noche cuando las personas se encuentran descansando. Tal situación representa una condición de ineficiencia para la producción de electricidad del proyecto, ya que la unidad o unidades productoras generarán electricidad a su capacidad nominal únicamente durante unas 4 horas por la noche, en el día producirán a una capacidad menor y en la madrugada prácticamente se debería de parar la producción. Si utilizamos la variable de medición del uso de la unidad de generación Factor de Planta,²⁶ vemos que los factores de planta para máquinas que suministran el servicio exclusivamente a clientes residenciales es muy bajo.

- Suponiendo que se ha ejecutado un proyecto de electrificación y las redes eléctricas están a la disposición de los residentes de las zonas rurales, lista para que éstos accedan al servicio, surge un nuevo problema que le resta rentabilidad al proyecto, es el hecho de que la tasa de conexión del servicio por parte de los residentes de la zona es baja y, una proporción reducida de personas pueden pagar los honorarios por conexión del suministro a la empresa.
- Adicionalmente, se tiene otro inconveniente de naturaleza física que impacta grandemente la cantidad de activos a disponer, es la densidad de población, el hecho de que en las zonas rurales los hogares relativamente están más alejados entre sí que en las zonas urbanas conlleva a mayores costos fijos para proveer el servicio a una cantidad determinada de clientes que en mismo caso en la zona urbana. Como un ejemplo, podemos decir que en una manzana o block de 100 metros por lado pueden haber unos 4 hogares en la zona rural en el mejor de los casos; en cambio en la zona urbana podemos encontrar hasta unos 60 hogares, por lo que la empresa eléctrica para abastecer a electricidad a 60 clientes en la zona urbana utiliza la misma infraestructura que para poder abastecer 4 clientes en la zona rural. Lo anterior nos refleja una idea de que los activos necesarios para abastecer un cliente rural son mayores que los activos necesarios para abastecer un cliente en la zona urbana.

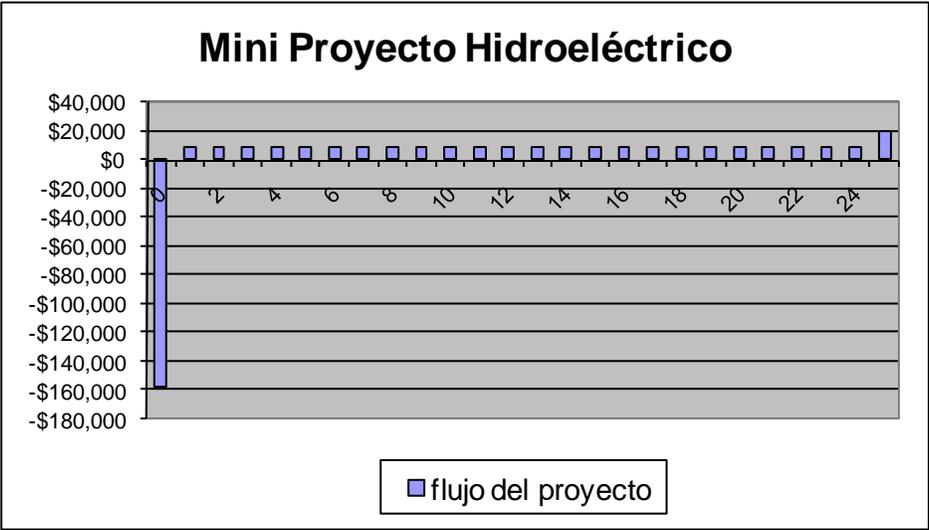
En resumen, las zonas rurales reúnen condiciones bastante extremas, como lo es el caso de que la mayor cantidad de clientes potenciales harán uso de la electricidad exclusivamente para los hogares, la mayoría de los cuales poseen poca o limitada capacidad de consumo, con consumos medios menores a los 100 kWh mensuales o que representan aproximadamente menos de \$10 mensuales.²⁷ Sumado a lo anterior, en las

²⁶ Factor de Planta: Es la relación de utilización de una unidad de producción respecto a la capacidad máxima de producción de ésta.

²⁷ Se asume un precio medio de venta de la electricidad de 0.10 \$/kWh.

zonas rurales los hogares se encuentran alejados unos de otros, comparados con el caso de una zona urbana.

La gráfica 3.2.1 expuesta a continuación, presenta el flujo de un pequeño proyecto de electrificación rural conformado por una minicentral hidroeléctrica y una pequeña red de distribución de energía eléctrica para proveer el servicio de electricidad a 40 familias en el sector rural de uno de los departamentos de El Salvador.²⁸ El VAN arrojado por dicho proyecto es de -\$74,842, con una TIR de 3%, una inversión inicial de \$154,000 y una vida útil estimada de 25 años. Obviamente desde el punto de vista financiero el proyecto no resulta viable y una empresa privada no se atrevería a llevar a cabo un proyecto de este tipo.



Gráfica 3.2.1

Lo anterior explica de forma sencilla una práctica real de uso común en las oficinas de planificación de las empresas privadas de electricidad, *no se evalúan proyectos de electrificación en áreas rurales a menos que sea para un complejo industrial. Es una regla que no está escrita, pero se aplica en la práctica, el mito financiero de que los proyectos de electrificación en las áreas rurales no son rentables para la empresa. Lamentablemente al presente es una realidad que no se puede negar.*

²⁸ Se ha omitido el nombre y la ubicación específica del proyecto, el cual a este momento se encuentra en funcionamiento normal.

3.3.- ALTERNATIVAS PARA REALIZAR PROYECTOS DE ELECTRIFICACIÓN EN LAS ÁREAS RURALES ANTE LA PRESENCIA DEL MITO FINANCIERO.

La economía en nuestra región, actualmente considerada como de libre mercado, ha presentado fallos que han forzado a la intervención del Estado en forma patrimonial aportando capital a empresas y corporaciones; y de forma regulatoria, estableciendo mayores regulaciones a los sectores.

En adición a lo anterior, a lo largo de la historia las empresas de capital privado se han mostrado reacias a invertir en proyectos de electrificación en las zonas rurales. Si nos remontamos al siglo pasado a los tiempos del New Deal de Roosevelt y de los grandes proyectos de electrificación rural en la ex Unión Soviética, podemos encontrar que la mayoría de los proyectos de electrificación en las áreas rurales han sido desarrollados o subvencionados por el Estado. Ya que éste es el único ente que puede valorar la rentabilidad económica y social que los proyectos de electrificación rural aportan al país en general.

Por lo tanto, es un negocio que compete al Estado el de incluir en sus políticas económicas de corto y largo plazo, objetivos de electrificación rural a sabiendas del empuje que la electricidad aporta al desarrollo económico.

Sin embargo, en un futuro no muy lejano, cuando los desarrollos tecnológicos lleven los costos unitarios de los activos de producción a niveles competitivos, especialmente la tecnología eólica y fotovoltaica que se espera con el empuje económico que está dando el gobierno de los Estados Unidos, en ese momento desaparecerá el mito financiero de la electrificación rural en las empresas privadas.

En la actualidad, el Estado, las instituciones multilaterales e incluso las organizaciones no gubernamentales sin fines de lucro utilizan diferentes métodos de evaluación de proyectos, con criterios de decisión basados en parámetros no financieros, criterios sociales que por sus fines mismos no son utilizados por las empresas de carácter privado. Las instituciones que utilizan dichos criterios para la toma de decisiones son las instituciones multilaterales como el Banco Mundial, las Organizaciones no Gubernamentales y las empresas estatales.

Este tipo de valoración de proyectos es conocida como valoración económica o social de los proyectos²⁹, en la cual se evalúa el proyecto desde el enfoque de toda la sociedad o todos los stakeholders, se valora a precios sociales, los que reflejan el costo de oportunidad de los recursos utilizados en el proyecto, identificando sus costos y beneficios. Los precios sociales o precios sombra conforman la unidad de valoración de las variables del proyecto; además, se identifican los resultados, consecuencias o beneficios sobre los diferentes stakeholders, a lo cual se llama análisis distributivo.

²⁹ Cost – Benefit Analysis for Investment Decisions, Harberger - Jenkins

De acuerdo con lo expuesto por Harberger y Jenkins (2002), las técnicas de valoración económica de las inversiones están fundamentadas en tres postulados básicos del beneficio económico aplicado:

- i) El beneficio de la última unidad de un bien o servicio para un consumidor es medido por su precio competitivo de demanda, o disposición a pagar.
- ii) El costo de oportunidad de la última unidad ofrecida de un bien o servicio para un proveedor es medido por su precio competitivo de oferta, o disposición a ofertar. Y,
- iii) Una unidad monetaria de beneficio para un individuo es igual que una unidad monetaria de beneficio para otro.

En adición a lo anterior, el Banco Mundial ha establecido una mezcla de ambos métodos, financiero y social, para la toma de decisiones a la hora de llevar a cabo un proyecto de los cuales esta Institución patrocina. Sin embargo, en muchos de los proyectos patrocinados por el Banco Mundial se ha realizado una cierta mezcla financiera en la evaluación social, utilizando el método del menor costo de asignación de cada proyecto, con lo que buscan darle cierta tipo de viabilidad financiera a cada proyecto. Otra alternativa utilizada como argumento para patrocinar este tipo de proyectos es el desarrollo de programas de pequeña escala con la filosofía de *aprender – haciendo* el cual, aunado a la metodología de reducción de costos y desarrollos tecnológicos, harán los proyectos de electrificación rural incluso los aislados en zonas remotas más competitivos en consecuencia rentables.

Un estudio realizado por el Grupo de Evaluación Independiente³⁰, entidad ligada al Banco Mundial, sobre los proyectos de electrificación rural patrocinados por el referido Banco en los últimos 15 años, con el objeto de determinar la disposición a pagar³¹ de los consumidores beneficiados con los proyectos sujetos de estudio, determinó que la disposición a pagar de los consumidores está en el rango de 10 a 40 centavos de dólar por kwh, lo cual excede el costo promedio de venta de energía, que en los Estados Unidos fue de 11.43 centavos de dólar por kwh para el 2009³²

Un punto importante de remarcar, es lo expresado por el Grupo de Evaluación Independiente del Banco Mundial, las alternativas buscadas para darle rentabilidad a los proyectos: Desarrollos Tecnológicos, Reducción de Costos y el Aprender – Haciendo, que combinándolos adecuadamente permiten darle viabilidad financiera a los proyectos de

³⁰ The Welfare Impact of Rural Electrification, Independent Evaluation Group – World Bank

³¹ Postulado 1, base fundamental del análisis costo beneficio para las decisiones de inversión, según Harberger- Jenkins (2002)

³² Costo promedio de venta al detalle de la electricidad para clientes finales con uso residencial en los Estados Unidos para el año 2009, Energy Information Agency, Departamento de Energía, Estados Unidos.

electrificación en las áreas rurales. De esta manera, en un futuro no muy lejano, se podría hacer desaparecer el mito financiero de la electrificación rural en las empresas privadas. Es pues, el siguiente paso a seguir: Buscar desarrollos tecnológicos amigables con el medioambiente que permitan reducir sustancialmente los costos iniciales de instalación de una planta de electricidad, así como los costos de operación y mantenimiento de ésta.

3.4.- EJEMPLOS DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL IMPLEMENTADAS.

Una vez ha sido expuesto el rol que el Estado debe desempeñar, como empresario y como regulador, introduce sus manos dentro del sector eléctrico para poder impulsar dentro de dicha industria la electrificación rural con el consecuente desarrollo económico de dichas áreas y del país; jugando un papel importante las organizaciones no gubernamentales y los organismos multilaterales. Planteamos a continuación alternativas de desarrollo de proyectos de electrificación en zonas rurales con diferentes aspectos involucrados, que ya han sido descritos en el apartado 3.3 de este documento.³³

Es importante notar que hasta ahora gran parte de los proyectos de electrificación rural se han llevado a cabo a través de sistemas centralizados, expandiendo las redes de las empresas eléctricas y mediante pequeñas redes locales centralizadas. Sin embargo, para el caso de electricidad a pequeña escala y como consecuencia de los grandes desarrollos e inversión en Investigación y Desarrollo, la electricidad descentralizada mediante tecnología solar fotovoltaica, está empezando a ser comercialmente competitiva, frente al resto de opciones de electrificación rural además de ser amigable con el medio ambiente. En consecuencia, la electrificación rural utilizando sistemas fotovoltaicos será la alternativa viable financieramente para pequeñas necesidades como lo son los casos que aplican a América Latina.

3.4.1.- PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN RURAL CON INTERVENCIÓN DEL ESTADO.

Este proyecto se desarrolló mediante un protocolo de cooperación en los campos de eficiencia de energía y el desarrollo de tecnología y utilización de energía renovable entre las naciones de Estados Unidos y China. Este último país ha desarrollado un programa de electrificación en villas remotas distantes de las grandes urbes, con el cual se espera proveer el suministro a unas 1,000 comunidades rurales usando energía de fuentes renovables.

³³ Fuente: Renewable Energy Applications for Rural Development in China, NREL, National Renewable Energy Laboratory.

En la primera fase del programa el gobierno chino aportó \$240 millones, y por su parte el gobierno de Estados Unidos, a través del Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL) aportó la tecnología especialmente Fotovoltaica (solar) y eólica con los siguientes objetivos en mente:

- Promover tecnología de energía renovable
- Desarrollo de infraestructura de electrificación rural basado en tecnología renovable

Posteriormente, y previo al inicio de la segunda fase se desarrolló un programa de entrenamiento de los residentes de las villas y transferencia de tecnología para asegurar la sostenibilidad del proyecto durante la vida esperada de diseño.

Lo relevante de este programa de electrificación, es la determinación del Estado chino de utilizar los desarrollos tecnológicos recientes para llevar el servicio de energía eléctrica a las comunidades rurales remotas que están alejadas de las grandes áreas urbanas altamente desarrolladas y en continuo crecimiento, con el único fin de mejorar la calidad de vida de los residentes de dichas comunidades, y en el medio plazo cosechar los frutos del desarrollo de dichas comunidades. Con la salvedad de que la economía china está planificada por el Estado, de ninguna forma existió la posibilidad de que una empresa privada llevara a cabo un programa de tal magnitud.

3.4.2.- PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN RURAL UTILIZANDO DESARROLLOS TECNOLÓGICOS RECIENTES.

Un ejemplo de imitar se ha desarrollado en la república de Chile,³⁴ quien con el patrocinio del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD, la fundación Global Environment Facility y el gobierno chileno, han emprendido un ambicioso plan de electrificación rural en las zonas aisladas del país utilizando tecnología solar o fotovoltaica. Adicional a lo anterior, se benefician a empresas y pequeñas cooperativas que participan en dicho proyecto en las diferentes etapas ya sea en etapa de construcción, la instalación de los paneles solares o en la etapa de operación y mantenimiento de dichos paneles solares.

El proyecto consiste en la instalación de 3,000 sistemas eléctricos fotovoltaicos en zonas aisladas de la IV región del país, Coquimbo. Se identifican las viviendas y sus necesidades posteriormente se licitan los proyectos a las empresas y cooperativas interesadas en instalar, así como las interesadas en operar dichos proyectos por un

³⁴ Fuente: Gobierno de la República de Chile.

período de 10 años, éstas presentan sus ofertas que una vez evaluadas son otorgadas, seguidamente el Estado otorga un subsidio para la ejecución de cada proyecto.

Los alcances inmediatos de dicho proyecto serán percibidos por 2 sectores: Las comunidades beneficiadas con los proyectos, ya que mejorarán su nivel de vida liberando el dinero que por el momento utilizan para proveer iluminación a sus viviendas mediante velas, pilas, parafina, o carburo; y las empresas eléctricas y pequeñas cooperativas que tendrán una actividad económica vinculada con la instalación y administración de los citados proyectos.

3.4.3.- PROYECTOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DESARROLLADO POR UNA ORGANIZACIÓN NO GUBERNAMENTAL.

En nuestro país, la intervención del Estado en el desarrollo de la electrificación rural prácticamente se paralizó a partir de la reforma de reestructuración del sector eléctrico llevada a cabo en el año 1997. La única institución que ha realizado pequeños aportes, aunque no substanciales, ha sido el FINET,³⁵ ya que tiene como política desarrollar proyectos con el aporte financiero parcial de las empresas eléctricas privadas. Sin embargo, algunas Organizaciones No Gubernamentales han desempeñado un rol importante al llevar electricidad a lugares remotos del país que por su geografía y vías de acceso resulta oneroso el desarrollo de expansión de las redes de distribución propiedad de las empresas de distribución del país.

En ese sentido, el siguiente proyecto tiene la relevancia de mostrar que, aunque financieramente no era factible, al incorporar la valoración social en éste, fue factible obtener el patrocinio de capital por parte de cooperantes extranjeros para la adquisición de la infraestructura básica.

El proyecto actualmente se encuentra en operación normal y se desarrolló en la zona rural norte del departamento de San Miguel. Consistió en la construcción de una minicentral hidráulica utilizando la corriente de paso de un río, con lo cual los impactos ambientales fueron reducidos al mínimo. Adicional a la mini planta generadora, se construyó un pequeño tramo de red de distribución para llevar la electricidad a los hogares. La capacidad del generador instalado es de 34 kW, capaz de producir electricidad a 40 familias. El costo total del proyecto fue de \$157,000. Cabe destacar que se optimizaron los costos del proyecto utilizando materiales de construcción disponibles en el lugar, y toda la mano de obra fue aportada gratuitamente por los habitantes de la comunidad beneficiada.

³⁵ FINET: Fondo de Financiamiento Nacional a la Electricidad y Telefonía, institución dependiente del Fondo de Inversión Social y Desarrollo Local (FISDL).

En dicho proyecto, fue aprovechado al máximo el efecto de utilizar tecnología renovable de pequeña escala con la mini central hidráulica de paso, con lo cual se evitó efectuar grandes desarrollos de infraestructura construyendo represas o diques, lo cual redujo sustancialmente el monto de las obras civiles.

El otro punto importante es el aporte de los residentes de la comunidad quienes aportaron la mano de obra, *aprendiendo-haciendo*.³⁶

CAPÍTULO IV

4.- CONCLUSIONES

Está de sobra comprobado que el acceso a la electricidad es primordial para el desarrollo económico y social de las comunidades y por consecuencia de las naciones. Ha sido tan trascendental el aporte de la industria eléctrica a la economía que, para citar el ejemplo que hemos discutido en el presente trabajo, el caso estadounidense en los ciclos económicos de depresión o de recesión, el Estado ha apostado en grande con los proyectos en esta industria para impulsar la economía. En la actualidad estamos viviendo una crisis económica, en la cual apostar por la industria eléctrica para impulsar la economía no es la excepción y el gobierno de los Estados Unidos esta vez le está apostando a impulsar las tecnologías renovables, especialmente las que utilizan el viento y las fotovoltaicas.

En los países subdesarrollados, como por ejemplo los de América Latina, los niveles de electrificación son bajos y específicamente en las zonas rurales se tiene limitado acceso a la energía eléctrica. Si tomamos en cuenta que los latinoamericanos siempre tomamos el modelo estadounidense como referencia a seguir, es de esperarse que en un futuro cercano nuestros países también le apuesten a las tecnologías renovables, lo cual será parte del futuro de la electricidad.

Por otra parte, a las empresas eléctricas no les resulta atractivo desarrollar proyectos de electrificación en las zonas rurales, está tan marcada dicha apatía que podemos hablar de un mito financiero en la electrificación rural, el cual consiste en la inviabilidad financiera de dichos proyectos, por lo que las empresas eléctricas prefieren desarrollarse y crecer concentrándose en las zonas urbanas y complejos industriales, con lo que pueden garantizar la rentabilidad requeridas por los stakeholders que patrocinan con capital a las empresas eléctricas.

³⁶ Alternativas puestas en práctica en los proyectos patrocinados por el Banco Mundial para reducir los costos y darle viabilidad financiera al proyecto.

En vista de lo anterior, dada la relevancia de la electricidad y los fallos del libre mercado, es imperante que el Estado posea un rol más protagónico en los aspectos patrimoniales, aportando capital a las empresas actuales o conformando nuevas, y en el ámbito regulatorio, estableciendo incentivos que fomenten el desarrollo de proyectos de electrificación en las áreas rurales con tecnologías limpias y de costo de capital barato comparado con las tecnologías convencionales.

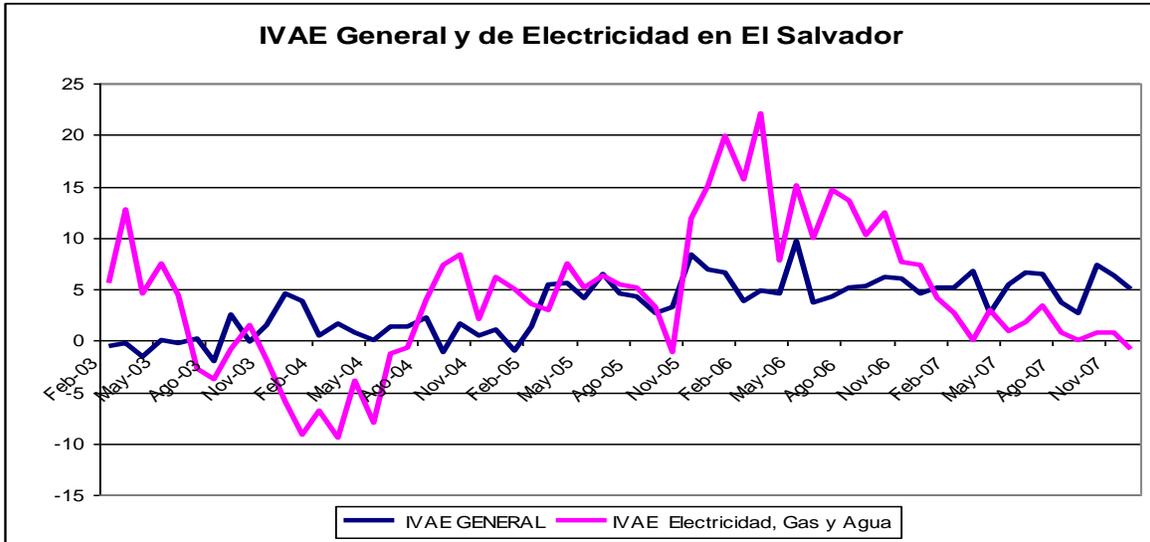
Se han mostrado en el presente trabajo, alternativas creativas por parte del Estado, así como de organismos multilaterales y organizaciones no gubernamentales. En todos los casos se prioriza el desarrollo de las áreas rurales económicamente deprimidas, utilizando tecnologías amigables con el medio ambiente, aprovechando el desarrollo tecnológico de las grandes naciones del primer mundo, y escala de proyectos pequeños.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Business Week, December/29/2008, Perfects Models, Imperfect World.
- 2.- Clark Jr, Woodrow; and Demirag, Istemi, US Financial Regulatory Change: The Case of the Californian Energy Crisis, Journal of Banking Regulation, Vol. 7.
- 3.- Fortune Journal, 11/Oct/2008, The Risk Fallacy.
- 4.- Harvard Business Review, The ENRON Colapse, IMD164, 03/05/2003.
- 5.- Harberger, Arnold C.; Jenkins, Cost-Benefit Analysis for Investment Decisions, Queen´s University, 2002.
- 6.- Ku, J.; Baring-Gould, E.I.; Stroup, K. Renewable Energy Applications for Rural Development in China, NREL, Conference Paper, NREL/CP-710-37605, January 2005.
- 7.- Miller, Roger and Lessard, Donald, Envolving Strategy: Risk Management and Shaping of Large Engineering Projects, MIT Sloan School of Management, January 2007.
- 8.- Ross, Stephen; Westerfield, Randolph; Jaffe, Jeffrey, Finanzas Corporativas, Séptima Edición, Editorial McGraw Hill Interamericana, 2005.
- 9.- Schultz, Stanley K., American History 102, Civil war to the present, Board of Regents of the University of Wisconsin System, 2006.
- 10.- Selznick, Philip, TVA and the Grass Roots: A Study in the Sociology of Formal Organization, University of California Press, 1949.
- 11.- Srinivasan, Sarayu, Enron Development Corporation: The Dabhol Power Project in Maharashtra, India, (A), (B) y (C), Harvard Business School, 1996-1997.
- 12.- The Independent Evaluation Group, The Welfare Impact of Rural Electrification: A Reassessment of the Costs and Benefits, The World Bank, 2008.
- 13.- Williamson, John; A Short History of the Washington Consensus, Institute for International Economics, 2004.

ANEXO

Detalle de la relación entre el Índice del Volumen de la Actividad Económica en El Salvador, tanto el Índice General como el Índice del Sector Electricidad, y su correlación en el tiempo. Adicionalmente, se presenta la tendencia del PIB, la generación de energía eléctrica por su origen y el consumo de electricidad para el período comprendido entre los años 2003 y 2007.



Año	2003	2004	2005	2006	2007
Producto Interno Bruto (millones US\$)	15,046.7	15,798.3	17,070.2	18,653.6	20,372.6
Tasa de Crecimiento PIB	2.3	1.9	3.1	4.2	4.7
Generación de energía por fuente (millones de kWh)					
Hidráulica	1,459.0	1,382.5	1,666.8	1,657.6	1,735.5
Geotérmica	966.1	948.0	982.1	1,063.0	1,293.0
Térmica (derivados de petróleo)	1,427.1	1,922.9	1,928.7	2,310.9	22,423.1
Consumo de energía	4,478.8	4,635.4	4,857.1	5,334.1	5,483.0

*Fuente: Boletín Estadísticas 2008, Banco Central de Reserva de El Salvador

PIB y Consumo de Electricidad en El Salvador

