



**ANÁLISIS DEL DESARROLLO DEL SECTOR DE GENERACIÓN DE
ENERGÍA ELÉCTRICA EN NICARAGUA**

**Tesis presentada en satisfacción parcial de los requerimientos para obtener
el grado de Maestro en Administración por:**

María José Ochoa Contreras

María Leticia Sandino Bermúdez




Programa International MBA-05

Lima, 1 de agosto de 2019

Esta tesis

Análisis del desarrollo del sector de generación de energía eléctrica en Nicaragua

ha sido aprobada.

.....
(Jurado)

.....
(Jurado)

.....
Alfredo Mendiola (Asesor)

.....
Carlos Aguirre (Asesor)

Universidad ESAN

2019

DEDICATORIA

*A mis padres por ayudarme a alcanzar mis sueños, por su apoyo incondicional y
por ser el mejor ejemplo a seguir.*

María José Ochoa

A Dios y la virgen María, por guiarme y hacer posible este sueño.

A mis padres y hermano, por su apoyo incondicional.

A los jóvenes nicaragüenses que han sido víctimas de la crisis que enfrenta el país.

María Leticia Sandino Bermúdez

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Alfredo Mendiola, por ser nuestro asesor y compartir con nosotros sus conocimientos y consejos a lo largo de nuestros estudios en ESAN.

A los expertos, instituciones y personas que nos brindaron desinteresadamente la información necesaria para realizar la presente investigación.

Lima, julio de 2019

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I. INTRODUCCION	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Objetivos	4
1.2.1 Objetivo General	4
1.2.2 Objetivos Específicos	4
1.3 Pregunta de Investigación	4
1.4 Justificación y contribución	4
1.5 Alcance y limitaciones	5
CAPITULO II. MARCO METODOLÓGICO	7
2.1 Modalidad y tipo de investigación	7
2.2 Esquema de Trabajo	7
2.3 Estrategia competitiva	9
2.4 Revisión de literatura	9
2.5 Metodología de Factores Críticos de Éxito (FCE)	10
2.6 Metodología de análisis de contenido	11
2.7 Metodología de análisis de la industria	13
2.8 Técnicas de recolección de Información	13
2.9 Técnicas de análisis de datos	14
CAPÍTULO III. MARCO CONCEPTUAL	16
3.1. Energía	16
3.2. Energía Eléctrica	17
3.3. Usos de la Energía Eléctrica	18
3.4. Formas de generación de energía eléctrica	19
3.4.1. Generación con fuentes de energía no renovables	20
3.4.2. Ventajas y desventajas por tipo de generación (fuentes no renovables) ...	23
3.4.3. Generación con fuentes de energía renovables	24
3.5. Cadena Productiva de la Energía Eléctrica	24
3.5.1. Generación	25
3.5.2. Transmisión	26
3.5.3. Distribución	27
3.5.4. Comercialización	27
3.6. Matriz Energética	28

CAPÍTULO IV. MARCO CONTEXTUAL LATINOAMÉRICA, CENTROAMÉRICA Y NICARAGUA.....	30
4.1. Consumo de energía eléctrica en Latinoamérica.....	30
4.2. El mercado eléctrico en Centroamérica	31
4.3. Evolución Histórica del sector eléctrico en Nicaragua.....	32
4.4. Consumo de Energía en Nicaragua	33
4.5. Generación bruta de energía en Nicaragua	34
4.6. Eslabones de la industria.....	35
4.7. Matriz Energética.....	36
4.8. Población y Energía Eléctrica	37
4.9. Conclusiones del capítulo	38
CAPÍTULO V. MODELO TEÓRICO.....	39
CAPÍTULO VI. FACTORES CRITICOS DE ÉXITO	53
6.1 Determinación de los FCE.....	53
6.2 Entrevistas a expertos y análisis de contenido.....	58
6.3 Análisis de fiabilidad.....	60
6.4 Top 10 de variables de medición.....	64
6.5 Diagrama de redes.....	65
6.6 Argumentación de los expertos sobre las variables de medición	67
6.7 Análisis comparativo modelo teórico vs. modelo ajustado	76
6.8 Validación del modelo.....	77
6.9 Modelo de investigación después de la validación.....	79
6.10 Conclusiones del capítulo	81
CAPÍTULO VII: ANÁLISIS DE LA INDUSTRIA, VARIABLES DE MEDICIÓN E INDICADORES PARA NICARAGUA	83
7.1 Análisis de la industria.....	83
7.1.1 Barreras de entradas.....	83
7.1.2 Intensidad de la rivalidad entre los competidores actuales	87
7.1.3 Presión proveniente de los productos sustitutos	91
7.1.4 Poder de negociación de los compradores.....	92
7.1.5 Poder de negociación de los proveedores	94
7.2 Identificación de brechas en el sector eléctrico de Nicaragua.....	94
7.3 Conclusiones del Capítulo	117

CAPÍTULO VIII. PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL SECTOR ELÉCTRICO DE NICARAGUA.....	119
8.1 Propuesta para la <i>estructura del sector eléctrico</i> en Nicaragua	119
8.2 Propuesta para la <i>Matriz Energética</i> de Nicaragua	120
8.3 Propuesta para la <i>Gestión de la Demanda</i> de energía eléctrica en Nicaragua	121
8.4 Propuesta para la <i>planificación energética</i> de Nicaragua	121
8.5 Propuesta para el <i>marco regulatorio</i> del sector eléctrico de Nicaragua...	122
8.6 Propuesta para la <i>sustentabilidad</i> del sector eléctrico de Nicaragua	123
8.7 Propuesta para la <i>gestión gubernamental</i> de Nicaragua	123
8.8 Propuesta para la <i>situación económica</i> de Nicaragua	124
CAPÍTULO IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	125
9.1 Conclusiones	125
9.2 Recomendaciones	126
BIBLIOGRAFÍA.....	150

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Capacidad instalada de fuentes renovables	2
Tabla 2 Plan de trabajo.....	8
Tabla 3 Ventajas y desventajas de por tipo de generación (fuentes no renovables)	23
Tabla 4 Consumo de energía por país 2016-2015 (MWh).....	31
Tabla 5 Consumo facturado de energía eléctrica (MWh)	33
Tabla 6 Generación Bruta sistema eléctrico nacional (GWh).....	34
Tabla 7 Generación neta de electricidad (2003-2017) por tipo de fuente	36
Tabla 8 Modelo teórico	50
Tabla 9 Estructura del sector eléctrico y sus variables de medición	54
Tabla 10 Matriz Energética y sus variables de medición.....	54
Tabla 11 Gestión de la demanda y sus variables de medición.....	55
Tabla 12 Marco regulatorio del sector y sus variables de medición	56
Tabla 13 Planificación y sus variables de medición	56
Tabla 14 Sustentabilidad y sus variables de medición.....	57
Tabla 15 Gestión Gubernamental y sus variables de medición	58
Tabla 16 Situación económica del país y sus variables de medición.....	58
Tabla 17 Listado de Expertos Entrevistados.....	59
Tabla 18 Análisis de fiabilidad de los FCE.....	60
Tabla 19 Análisis de fiabilidad de las variables de la <u>Estructura del sector eléctrico</u> .	61
Tabla 20 Análisis de fiabilidad de las variables de <u>Matriz energética</u>	62
Tabla 21 Análisis de fiabilidad de las variables de <u>Gestión de la demanda</u>	62
Tabla 22 Análisis de fiabilidad de las variables del <u>Marco regulatorio</u>	62
Tabla 23 Análisis de fiabilidad de las variables de <u>Planificación</u>	63
Tabla 24 Análisis de fiabilidad de las variables de <u>Sustentabilidad</u>	63
Tabla 25 Análisis de fiabilidad de las variables de <u>Gestión Gubernamental</u>	63
Tabla 26 Análisis de fiabilidad de las variables de la <u>Situación económica del país</u> ..	63
Tabla 27 Top 10 de variables y frecuencias.....	64
Tabla 28 Tabla de FCE, variables e indicadores.....	79
Tabla 29 Capacidad Instalada 2005 – 2017 (en MW)	88
Tabla 30 Precios promedios del Predespacho Nacional-2017	90
Tabla 31 Características y valores óptimos.....	95
Tabla 32 Participación de mercado e IHH de Capacidad Instalada 2017	106
Tabla 33 Participación de mercado e IHH de Generación Neta 2017	107
Tabla 34 Ventajas y desventajas de la generación hidroeléctrica	128
Tabla 35 Ventajas y desventajas de la Energía solar fotovoltaica	129
Tabla 36 Ventajas y desventajas de la Energía Solar.....	129
Tabla 37 Ventajas y desventajas de la Energía Eólica.....	130
Tabla 38 Ventajas y desventajas de la Biomasa.....	131
Tabla 39 Ventajas y desventajas de la Energía Geotérmica	132
Tabla 40 Inversiones Nicaragua 2019-2033	148

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Esquema metodológico.....	10
Ilustración 2 Tipos de potencia	25
Ilustración 3 Estructura del sector energético en Nicaragua.....	28
Ilustración 4 Generación neta de electricidad por tipo de fuente (GWh)	36
Ilustración 5 Evolución del índice de cobertura eléctrica en Nicaragua.....	37
Ilustración 6 Frecuencias FCE	61
Ilustración 7 Diagrama de redes.....	66
Ilustración 8 Pérdidas de energía eléctrica 2008- 2017	109
Ilustración 9 Precio Monómico – Mercado de Contratos 2016-2017.....	110
Ilustración 10 Precios en el mercado de ocasión (\$/MWh) 2017	111
Ilustración 11 Consumo de energía en el mundo (miles de millones de tep)	136
Ilustración 12 Consumo de energía por región (miles de millones de tep).....	137
Ilustración 13 consumo de electricidad en el mundo Kwh.....	138
Ilustración 14 Generación de electricidad en el mundo 1990 - 2017.....	139
Ilustración 15 Principales países generadores de electricidad en 1990.....	140
Ilustración 16 Principales países generadores de electricidad en el 2000.....	141
Ilustración 17 Principales países generadores de electricidad en 2010.....	141
Ilustración 18 Principales países generadores de electricidad en 2017.....	142
Ilustración 19 Contribución porcentual por fuente de energía en la producción mundial	142

ANEXOS

ANEXO 1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ENERGÍAS RENOVABLES	128
ANEXO 2 FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO	133
ANEXO 3 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A NIVEL MUNDIAL ...	136
ANEXO 4 CUESTIONARIO PARA EXPERTOS	145
ANEXO 5 LISTADO DE EXPERTOS INVITADOS A PARTICIPAR	146
ANEXO 6 PLAN DE INVERSION NICARAGUA 2019-2033.....	148

LISTA DE ABREVIATURAS

AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo
ALBANISA	Alba de Nicaragua S.A
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica
BEI	Banco Europeo de Inversiones
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BP	British Petroleum
CMI	Corporación Multi Inversiones
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CDMER	Consejo Director del Mercado Eléctrico Regional
CNDC	Centro Nacional de Despacho de Carga
CNE	Comisión Nacional de Energía
CONAE	Comisión Nacional para el Ahorro de Energía
CRIE	Comisión Regional de Interconexión Eléctrica
DISNORTE	Distribuidora de Electricidad del Norte S.A.
DISSUR	Distribuidora de Electricidad del Sur S.A.
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
ENALUF	Empresa Nacional de Luz y Fuerza
ENATREL	Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica
ENEE	Empresa Nacional de Energía Eléctrica
ENEL	Empresa Nicaragüense de Electricidad
EOR	Ente Operador Regional
ESAN	Escuela de Administración de Negocios para Egresados
FCE	Factores críticos de éxito
FUNIDES	Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Económico y Social
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad

ICO	Instituto de Crédito Oficial de España
IHH	Índice de Herfindahl e Hirschman
IMF	International Monetary Fund
INE	Instituto Nicaragüense de Energía
INFRALATAM	Infraestructura de Latinoamérica y el Caribe
IVA	Impuesto de Valor Agregado
LAIF	Facilidad Económica de Inversiones
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas República de Panamá
MEM	Ministerio de Energía y Minas
MER	Mercado Eléctrico Regional
MOR	Mercado de Oportunidad Regional
NEED	National Energy Education Development Project
OEC	The Observatory of Economic Complexity
PETRONIC	Petróleos de Nicaragua
PIB	Producto Interno Bruto
PRONICARAGUA	Agencia Oficial de Inversión y Exportación de Nicaragua
RELIAL	Red Liberal de América Latina
SAN	Sistema Aislado Nacional
SIEPAC	Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central
SIN	Sistema Interconectado Nacional
SNE	Secretaría Nacional de Energía
WEC	World Energy Council
WEF	World Economic Forum

AUTORAS

María José Ochoa Contreras

Licenciada en Finanzas de la Universidad Tecnológica Centroamericana y candidata a Máster en Administración por la Universidad ESAN, Graduate School of Business. Seleccionada para la convocatoria de beca OEA-ESAN 2017. Durante sus estudios realizó un intercambio en UNC Kenan-Flagler Business School por un período de cinco meses. Con certificaciones en gestión de riesgos por Nemesis e ISO 31000.

Con experiencia profesional en el sector de microfinanzas, seguros de propiedad y gestión de riesgos en compañías de seguros.

María Leticia Sandino Bermúdez

Ingeniería Industrial de la Universidad Americana (UAM) y candidata a Máster en Administración por la Universidad ESAN, Graduate School of Business. Seleccionada para la convocatoria de beca OEA-ESAN 2017. Durante sus estudios realizó un intercambio en Erasmus University en Rotterdam School of Management, por un período de cinco meses. Ha cursado el programa de especialización en Supply Chain en INCAE Business School en Costa Rica.

Tiene cinco años de experiencia profesional en la gestión de compras vinculada al sector de alimentos y consumo masivo. Está especializada en planeamiento, transporte, procesos de importación y logística.

RESUMEN EJECUTIVO



Maestría en: Magíster en Administración
Título de la tesis: **Análisis del desarrollo del sector de generación de energía eléctrica en Nicaragua**
Autor(as): Ochoa Contreras, María José
Sandino Bermúdez, María Leticia

RESUMEN:

Durante la última década Nicaragua ha demostrado tener uno de los crecimientos económicos más destacados en la región. Este crecimiento ha sido impulsado principalmente por las actividades agropecuarias y el sector industrial relacionado a la exportación. A pesar de este crecimiento, el país todavía enfrenta grandes retos en temas de desarrollo social y económico. Estos retos han aumentado producto de la actual crisis socio-política que ha frenado el crecimiento económico del país.

Expertos coinciden en que el sector energético es clave para aumentar la competitividad y desarrollo de un país. El sector energético a nivel global ha tenido una increíble transformación, con la incorporación de tecnologías de energías renovables. Nos encontramos en un punto de inflexión, frente a la amenaza real del cambio climático.

Durante los últimos años, el gobierno de Nicaragua ha realizado esfuerzos por impulsar el desarrollo del sector energético, logrando avances significativos en la transición de la matriz energética a fuentes renovables y la implementación de proyectos de generación de energía. Nicaragua tenía una matriz energética fundamentalmente térmica. Actualmente las fuentes renovables representan casi más del 50% de la generación neta; reduciendo de esta manera las emisiones procedentes de la quema de combustibles fósiles y la alta dependencia del país a los derivados del petróleo.

La presente investigación surge con la intención de contribuir al desarrollo del sector del país desde la academia. Esta investigación se plantea como objetivo general

identificar cuáles son los Factores Críticos de Éxito (FCE) para el desarrollo de la generación de energía eléctrica en Nicaragua con el fin de proponer mejoras en el servicio. Para tal efecto se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Analizar la evolución del sector energético en Nicaragua.
- Establecer un modelo que explique las relaciones entre los FCE y el desarrollo del sector de generación de energía.
- Validar el modelo teórico propuesto con expertos en la industria eléctrica.
- Realizar un diagnóstico del sector energético de Nicaragua en base al modelo teórico validado con los expertos.
- Elaborar una propuesta para impulsar el desarrollo de la generación de energía en Nicaragua.

La investigación es de tipo cualitativa y utiliza tres metodologías para responder a los objetivos propuestos: (1) *Factores Críticos de Éxito*, (2) *análisis de contenido* y (3) *análisis de la industria*.

Como primer paso se realiza una revisión de literatura de investigaciones previas; se identificaron los FCE y variables de medición que influyeron en el sector de generación de distintos países. Como segundo paso, se efectuaron entrevistas a expertos para conocer según su experiencia, los FCE que influyen en el sector de generación de energía eléctrica. Los expertos que forman parte de la investigación son principalmente de la región Latinoamericana. Posteriormente, se realiza un cruce de información entre los datos obtenidos con los expertos y los obtenidos en la revisión de literatura, para obtener el modelo final de FCE y las variables de medición. Este modelo fue validado por dos expertos, quienes brindaron su conformidad con el mismo. En orden de importancia, los FCE identificados son: (1) *Estructura del sector*, (2) *Matriz energética*, (3) *Gestión de la demanda*, (4) *Marco Regulatorio*, (5) *Planificación*, (6) *Sustentabilidad*, (7) *Gestión Gubernamental* y (8) *Situación económica del país*.

A partir del modelo de investigación se concluye que los Factores de *Sustentabilidad*, *Marco Regulatorio*, *Situación económica*, *Planificación* y *Gestión Gubernamental* son la base para el desarrollo competitivo de la industria de generación de energía eléctrica. La *Gestión de la demanda* y *Matriz energética*, representan la existencia de un mercado eléctrico. Es esencial para la industria que exista demanda y

oferta de energía. El factor de *Estructura del sector* es el que define la relación entre la *Gestión de la demanda y matriz energética*.

Luego de la identificación de los FCE, se ha realizado un análisis de la industria de generación de energía eléctrica en Nicaragua, se identificó que el sector presenta altas barreras de entrada. La entrada de nuevos inversores en el sector se ve afectada por la falta de transparencia de parte del gobierno actual, la ausencia de procesos de licitación, la sobrecontratación de potencia de parte de la empresa Distribuidora y la crisis política que enfrenta el país. Por otro lado, se observa que hay una tendencia hacia un sistema energético más democrático y distribuido a través de la Generación Distribuida Renovable. Asimismo, se ha identificado que existe un competidor en la industria que ha alcanzado una posición importante dentro de la actividad de generación (ALBANISA). Al mismo tiempo, se ha identificado un alto poder de negociación por parte de los proveedores y compradores.

Seguido se ha realizado una comparación de la situación actual de los FCE y sus variables de medición entre Nicaragua y Panamá. Esta comparación pretende identificar las brechas existentes en el sector eléctrico de Nicaragua. Como resultado de la comparación, se ha identificado que Nicaragua posee una de las tarifas eléctricas más altas de la región, lo que le resta competitividad al país. A pesar de que el sector está liberalizado y cuenta con una alta participación de inversión privada, el mercado eléctrico mayorista es un mercado regulado. La regulación incide en el desempeño del mercado de contratos, el establecimiento de las tarifas energéticas a los consumidores finales y los precios de venta de generación en el mercado de ocasión. Asimismo, existen deficiencias en las redes de interconexión del país lo que limita la capacidad de realizar transacciones en el Mercado Eléctrico Regional (MER); se observa un potencial de recursos renovables que no ha sido explotado, resultando en un porcentaje de participación de fuentes renovables menor al de otros países en la región.

Finalmente, los FCE con sus variables de medición, el análisis de la industria y las brechas existentes nos permitieron elaborar propuestas para mejorar la competitividad del sector en la región y contribuir al desarrollo del país y su población. Se recomienda para futuras investigaciones evaluar el impacto de cada uno de los FCE a través de análisis cuantitativos.

CAPITULO I. INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

En la última década Nicaragua ha tenido un desempeño económico positivo, siendo este uno de los más destacados en Latinoamérica y el Caribe (CEPAL C. E., 2016). Según el informe anual del Banco Central de Nicaragua (2017), el PIB del país creció en promedio 5.2% en el período 2010-2017.

Asimismo, en el año 2017 se observó un incremento en los volúmenes de exportación, especialmente los vinculados con alimentos. Es así que las actividades más dinámicas fueron las agropecuarias y las industriales vinculadas con el sector exportador; estas fueron estimuladas por condiciones climáticas favorables y una recuperación de la economía mundial (Banco Central de Nicaragua, 2017).

Por otro lado, Bejar (2002) indica que existe una relación directa entre el crecimiento industrial del país y el crecimiento del sector energético. Por lo tanto, la disponibilidad de energía es un factor determinante para la competitividad de la economía ya que esta forma parte de la infraestructura productiva de un país (Benzaquen, 2010). Es así que las mejoras en la eficiencia energética se convierten en un soporte para el crecimiento económico y permiten reducir el costo de la energía lo que genera ahorros monetarios, mejora los resultados comerciales y un mejor servicio a los consumidores (BID, 2013). Por lo tanto, la inversión en eficiencia en la generación de energía es crítica para poder satisfacer la demanda futura y para mitigar los efectos del cambio climático al reducir la emisión de gases de efecto invernadero y mejorar la productividad del país (BID, 2013).

Consistente con lo antes mencionado, a partir del año 2007, el gobierno de Nicaragua impulsó reformas en el sector energético que han fomentado el desarrollo del sector en materia de eficiencia. En enero 2007 se aprobó la Ley No. 612 “Ley de Reforma y Adición a la Ley No.290, Ley de Organización, Competencias y Procedimientos del Poder Ejecutivo”, donde se aprobó la creación del Ministerio de Energía y Minas (MEM). A dicho órgano le corresponde la formulación de objetivos, políticas y estrategias del sector energético y minero nacional (MEM, 2016).

Estas reformas surgen como consecuencia de que, en la década del 2000 el país enfrentaba un descalce entre la demanda y la oferta de generación eléctrica, el cual llegó

a un punto crítico en el año 2007. Para equilibrar la demanda de energía entre los años 2007 y 2010, el Gobierno de Nicaragua desarrolló dos acciones: (i) instalación de generadores por 200 MW sobre la base de motores Heavy Fuel-Oil (HFO), (ii) incremento de la capacidad instalada para la producción de energía eléctrica sobre la base de fuentes renovables (Fondo Estratégico sobre el Clima, 2015).

Esta estrategia fue la adecuada. Según el Instituto Nicaragüense de Energía (INE), a diciembre 2017 la capacidad instalada nominal de generación eléctrica fue de 1,482.37 MW; donde 808.66MW (54.38%) utilizan combustibles fósiles, y 673.71MW (45.62%) utilizan fuentes renovables tales como energía eólica, geotérmica, hidroeléctrica, biomasa y solar (MEM, 2018).

Rojas (2015) revisa la evolución de esta estrategia. Este autor indica que en el año 2010 la generación por fuentes térmicas representó el 63.7% de la oferta, para el año 2013 la participación fue de 59.8%, la que continuó reduciéndose al 51.8% en el 2015. Según las estadísticas del INE (Instituto Nicaragüense de Energía), entre los años 2007 al 2017 se han instalado 376.71 MW en energía renovable cuya estructura (al año 2017) se precisa en la tabla 1.

Tabla 1 Capacidad instalada de fuentes renovables

Modalidad	Capacidad instalada (MW)	%
Eólica	186.20	49.42
Geotérmica	77.00	20.44
Biomasa	62.80	16.67
Hidroeléctrica	36.75	9.76
Solar fotovoltaica	13.96	3.71

Fuente: Instituto Nicaragüense de Energía.

Elaboración: Autoras de esta tesis.

Por lo tanto, se puede indicar que a pesar de que las plantas térmicas siguen predominando en la industria del sector eléctrico de Nicaragua, se puede observar una disminución en su participación respecto del total de generación.

También se observa un incremento en la generación neta de energía entre los años 2010 y 2017, pasando de 3,364.02GWh a 4,120.34 GWh respectivamente, lo que equivale a un crecimiento promedio anual de 21.1%. Según el MEM, el total generado en el año 2017 fue de 4,120.34 GWh, donde 4,077.01 GWh (98.96%) corresponden al Sistema Interconectado Nacional (SIN) y 43.33 GWh (1.04%) a los sistemas aislados. (MEM, 2018).

Según la Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL, 2018) durante los últimos años se han dado cambios en el sector eléctrico: (i) ha variado la matriz energética, (ii) se han incorporado tecnologías más eficientes, (iii) se amplió la cobertura eléctrica,¹(iv) aumentó la capacidad instalada de generación con fuentes renovables, y (v) se ha recibido importantes apoyos económicos de parte del BID, BCIE (Banco Centroamericano de Integración Económica) y otros organismos que impulsaron la inversión en el sector energético del país. En la página web de ENATREL se refleja la participación y apoyo económico que han brindado estos organismos al programa nacional de electrificación sostenible y energía renovable hasta el año 2017.

A pesar de las últimas reformas y acciones para el sector eléctrico, el sector aún presenta oportunidades de desarrollo y crecimiento. Según la Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Económico y Social (FUNIDES), en el año 2016 Nicaragua tuvo pérdidas energéticas significativas en el sistema de distribución (cerca del 23%), cuando el nivel de pérdida esperado en la industria es del 10%. (Multiconsult y Cia. LTDA., 2016). Se estima que un 14% de las pérdidas proviene de conexiones ilegales o hurtos de electricidad y el resto como consecuencia de fallas técnicas (Fondo Estratégico sobre el Clima, 2015).

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el año 2016 Nicaragua tiene una de las tarifas eléctricas para el sector comercial e industrial más caras de la región Centroamericana (Rojas, M. E. (2016). Estos altos precios son un obstáculo para el desarrollo social; sin embargo, se espera que con una mayor generación de energía renovable los costos disminuyan debido a la sustitución de combustibles fósiles.

Según datos publicados por PRONICARAGUA (2018), el país cuenta con un gran potencial de recursos naturales que pueden aprovecharse para desarrollar la generación de energía eléctrica. Nicaragua cuenta con un potencial de aproximadamente 4,500 MW para la generación de energía renovable distribuida entre geotermia, hidroeléctrica, eólica, solar y biomasa.

De la situación descrita previamente, surge nuestra idea de investigación, que consiste en identificar los factores críticos de éxito que impactan en el desarrollo de la generación de energía eléctrica en Nicaragua; así como analizar los indicadores y

¹ La cobertura eléctrica pasó de un 60% en el año 2007 a 94% en diciembre 2017, por lo que 1,084,227 viviendas disponen de energía eléctrica (ENATREL 2018).

variables que describen los FCE para la industria de generación de energía eléctrica en Nicaragua. El estudio también incluirá recomendaciones para el desarrollo del sector, basado en prácticas y reformas impulsadas por otros países. Este modelo servirá, posteriormente, para profundizar en propuestas concretas que ayudarían a desarrollar el sector en Nicaragua.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Identificar los factores críticos de éxito (FCE) para el desarrollo de la generación de energía eléctrica en Nicaragua a fin de proponer una mejora en el servicio.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analizar la evolución del sector energético en Nicaragua.
- Establecer un modelo que explique las relaciones entre los FCE y el desarrollo del sector de generación de energía.
- Validar el modelo teórico propuesto con expertos en la industria eléctrica.
- Realizar un diagnóstico del sector energético de Nicaragua en base al modelo teórico validado con los expertos.
- Elaborar una propuesta para impulsar el desarrollo de la generación de energía en Nicaragua.

1.3 Pregunta de Investigación

¿Cuáles son los factores críticos de éxito que inciden en el desarrollo del sector de generación de energía eléctrica en Nicaragua?

1.4 Justificación y contribución

La energía es un elemento clave para el desarrollo económico y social de los países. Cuando un país enfrenta problemas de oferta de energía, ve afectado el bienestar social

de sus pobladores, los servicios básicos como la educación y la salud, la capacidad de producción del país y las inversiones en las industrias (Ministerio de Energía y Minas Nicaragua, 2015). Asimismo, el sector de la energía tiene un impacto directo en la economía de los países. De acuerdo con estadísticas del portal Infraestructura de Latinoamérica y el Caribe (Infralatam), para el año 2015 las inversiones relacionadas a la generación, transmisión y distribución de electricidad en la región centroamericana alcanzaron los US\$1.518,37 millones (INFRALATAM, 2018). Nicaragua se ubicaba como el cuarto país con mayor inversión en infraestructura eléctrica en el año 2015 con US\$101,41 millones (0,8% del PIB), superado por Costa Rica, Honduras y el Salvador (INFRALATAM, 2018).

Según García (2016), existe una nueva tendencia hacia la sostenibilidad de los recursos y hacia fuentes de energía renovable lo que representan una gran oportunidad para los países. Tal es el caso de Costa Rica, el cual se ha posicionado como uno de los 10 países del mundo que se encuentran mejor preparados para enfrentar los desafíos energéticos del futuro (García, 2016). Esto ha logrado que Costa Rica sea uno de los países con mayor inversión en la industria eléctrica atrayendo a empresas internacionales como Gas Natural Fenosa y Acciona, entre otras (García, 2016).

A pesar de que Nicaragua posee un gran potencial en el sector eléctrico, el país todavía enfrenta grandes barreras como ser la alta dependencia de fuentes fósiles, el porcentaje más bajo de cobertura eléctrica en la región y una intensidad energética bastante alta, entre otros. Estas barreras han obstaculizado el desarrollo de este sector y han afectado el bienestar social de sus pobladores. Sin embargo, se observa un interés por parte de diversos agentes para mejorar y fomentar el progreso del sector. Debido a la importancia de este sector en la economía y desarrollo de los países y a las oportunidades de atracción de inversión extranjera que se pueden generar en el sector es que se justifica esta investigación, la cual pretende identificar propuestas de mejora para fortalecer el sector eléctrico del país y contribuir con el desarrollo socioeconómico de Nicaragua.

1.5 Alcance y limitaciones

La investigación será de tipo exploratorio, ya que indagará sobre el sector energético desde una nueva perspectiva. La investigación permitirá establecer una base

para futuras investigaciones con alcances de tipo descriptivos, correlacionales y explicativos.

La investigación considera lo siguiente:

- Análisis del sector eléctrico en Nicaragua, incluyendo la actividad de generación de energía eléctrica hasta el año 2017.
- Se enfoca en identificar y explicar los factores críticos de éxito que afectan el desarrollo de la generación de energía a nivel regional.
- De la revisión de literatura y entrevistas realizadas a expertos, se obtendrán las características e indicadores óptimos que promueven un buen desarrollo de la industria.
- La investigación no pretende medir la competitividad del sector de generación de energía, para esto se sugieren futuros análisis de tipo cuantitativos.
- La investigación solo incluye el análisis de los factores críticos de éxito para el sector de generación de Nicaragua y Panamá.
- La evaluación de los FCE y variables de medición de Nicaragua y Panamá se limita a la información pública disponible y a la que los expertos e instituciones han brindado.
- Para determinar algunos de los valores óptimos y características de los FCE y variables se ha considerado el promedio de la región Centroamericana.

CAPITULO II. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se expone el tipo de estudio que corresponde a la presente investigación y los pasos que se seguirán para su desarrollo. También se detallan las fuentes de información, metodologías y herramientas a utilizar, que permitirán identificar los factores críticos de éxito que inciden en el desarrollo del sector energético en Nicaragua. El marco metodológico incluye el plan de trabajo a desarrollar en esta investigación, los capítulos y temas de referencia que se ampliarán posteriormente.

2.1 Modalidad y tipo de investigación

La presente investigación es, primordialmente, de tipo cuantitativa, ya que se basa en un proceso inductivo, pretende explorar y describir, y a partir de esos resultados generar un modelo. El enfoque se basa en métodos de recolección de datos no estandarizados, no se efectuará medición numérica (Hernández Sampieri, 2010).

Así mismo se considera que la investigación es de tipo descriptiva, ya que “se limita a observar y describir los fenómenos (estudios de casos, encuestas, estudios de seguimiento, etc)” (Martínez Ruíz, 2010). También se considera de tipo correlacional, ya que se medirá el grado de relación entre las variables de medición identificadas.

2.2 Esquema de Trabajo

En la tabla 2 se presenta el esquema general del trabajo que se va a desarrollar que consta de 9 capítulos.

Tabla 2 Plan de trabajo

Capítulo	Título	Propósito	Herramienta
1	Introducción	-Definir los objetivos de la investigación, el alcance, la pregunta de investigación, así como su justificación y contribución.	
2	Marco metodológico	-Definir el enfoque y metodología de la investigación y seleccionar los métodos para lograr los objetivos esperados.	Revisión de literatura
3	Marco conceptual	-Presentar al lector los conceptos relacionados con la generación de energía eléctrica.	Revisión de literatura
4	Marco contextual Latinoamérica, Centroamérica y Nicaragua	-Analizar la evolución y tendencias en la industria de generación de energía eléctrica a nivel de Latinoamérica, Centroamérica y Nicaragua. -Analizar el funcionamiento actual del sector eléctrico de Nicaragua.	Revisión de literatura
5	Modelo teórico	-Analizar investigaciones previas que señalen Factores Críticos de Éxito que incentivan el desarrollo y competitividad del sector eléctrico, específicamente el de generación de energía.	Revisión de literatura Atlas.ti
6	Factores Críticos de Éxito	-Analizar el contenido de las entrevistas realizadas a expertos y proponer un modelo de investigación ajustado, considerando los resultados de la revisión de literatura y entrevistas. -Identificar variables e indicadores que expliquen los Factores Críticos de Éxito. -Validar el modelo de investigación propuesto con expertos de la industria.	Revisión de literatura Atlas.ti Análisis de fiabilidad
7	Generación eléctrica de Nicaragua y los Factores Críticos de Éxito	-Evaluar los indicadores propuestos de cada Factor Crítico de Éxito para Nicaragua. Comparar la brecha entre el valor óptimo y la situación actual del sector. - Analizar la industria de generación de energía eléctrica en Nicaragua, causas y consecuencias.	Revisión de literatura 5 fuerzas de Porter
8	Propuestas de mejora para el sector	-Según los resultados del análisis previo, presentar propuestas de mejora que ayuden al desarrollo del sector de generación de energía eléctrica en Nicaragua.	
9	Conclusiones y recomendaciones	-Presentar las principales conclusiones de la investigación y realizar recomendaciones de futuros estudios para el sector.	

Elaboración: Autoras de esta tesis

2.3 Estrategia competitiva

La presente investigación persigue desarrollar una estrategia competitiva para el sector de generación de energía en Nicaragua. Una estrategia competitiva ofrece un análisis de la industria, entender a sus participantes y la situación actual del sector, y traducir dicho análisis en una estrategia competitiva para la industria de Nicaragua. Está organizado en tres partes. En la primera parte se analizarán cuáles son los Factores Críticos de Éxito que están presentes en la industria de generación. Adicionalmente se hará un análisis de la industria de generación de energía eléctrica de Nicaragua y sus participantes (competidores, compradores y proveedores) basado en el análisis de las cinco fuerzas de Porter. A partir de este análisis se podrá leer las señales del mercado actual, entender conceptos y explicar las diferencias en el desempeño del sector (Porter, 2017).

En la segunda parte se diseñará la estrategia competitiva para la industria de generación de energía eléctrica, la cual dependerá del nivel de madurez del mercado eléctrico de Nicaragua.

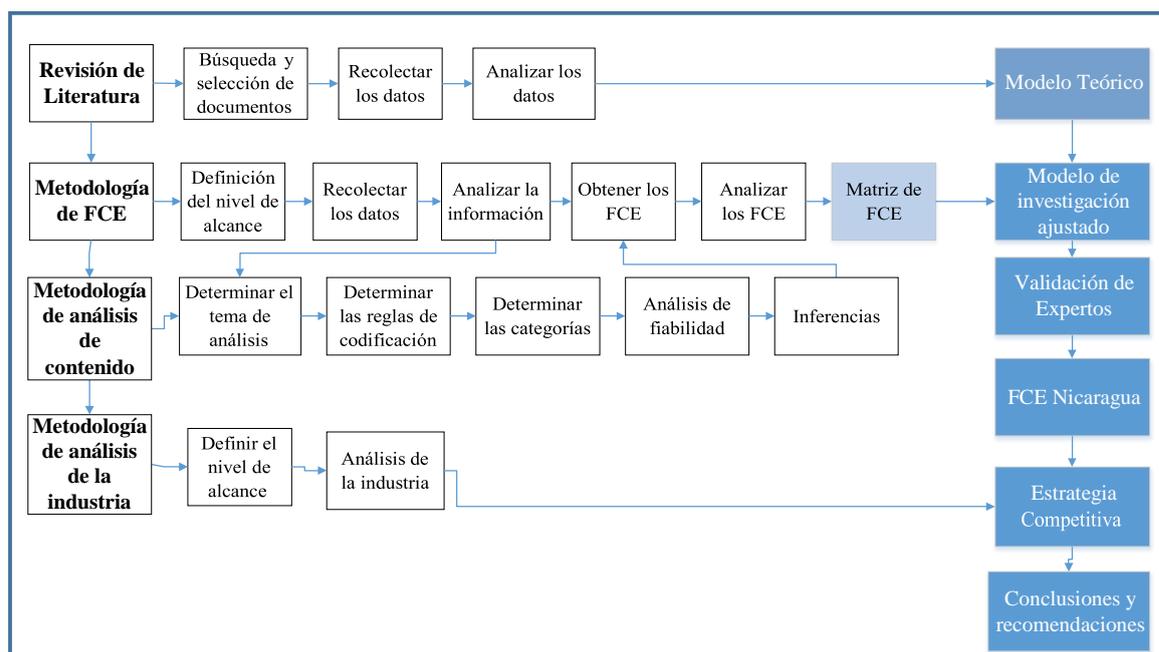
En la tercera parte se incluirán las conclusiones y recomendaciones, considerando las mejores prácticas y casos de éxito de otros países de la región.

2.4 Revisión de literatura

En la ilustración 1 se resume la metodología que estaremos utilizando para llegar a los resultados esperados. Lo primero es la “revisión de literatura”, ya que es la base del proceso exploratorio y a través del cual se obtendrá el modelo teórico que explica los Factores Críticos de Éxito (FCE) para la industria de generación de energía eléctrica. Las fuentes secundarias que se utilizarán serán compilaciones y resúmenes publicados en el área de generación de energía eléctrica, tales como: libros, páginas de internet, monografías y tesis relacionadas con el sector energético de Nicaragua; documentos y reportes publicados por las instituciones públicas y reguladoras de Nicaragua y Latinoamérica.

En los siguientes párrafos se describe en qué consiste la metodología de FCE, metodología de análisis de contenido, y metodología de análisis de la industria.

Ilustración 1 Esquema metodológico



Elaboración: Autoras de esta tesis

2.5 Metodología de Factores Críticos de Éxito (FCE)

Según Bullen y Rockart (1981), los Factores Críticos de Éxito son aquellas áreas claves de la organización que requieren de resultados satisfactorios, para garantizar la competitividad en el desempeño y desarrollo de un individuo, departamento u organización. Se refiere a aquellas áreas claves que deben marchar correctamente, para que un gerente y organización alcancen los objetivos deseados.

La metodología propuesta por Caralli (2004), consiste en 5 pasos que permiten obtener los FCE².

El primer paso es *definir el nivel de alcance*. Durante la primera etapa se define la unidad de análisis, en este caso la industria de generación de energía eléctrica, y se define el cuestionario de preguntas. Asimismo, el listado de expertos que serán invitados a participar en el desarrollo de la investigación.

El segundo paso es *recolectar los datos*. Para este paso se hace revisión de literatura y se realizan las entrevistas a expertos, ya que ambas herramientas permiten la obtención de información que facilita la identificación de los FCE en el sector de generación.

² En el Anexo 2 se amplía la metodología propuesta por Caralli.

Las fuentes primarias a utilizar serán la entrevista a expertos del sector de generación de energía. Algunas de las entrevistas se realizarán de forma presencial, otras serán a través de Skype y en última instancia se considerará el envío del cuestionario por correo electrónico. Los expertos serán contactados a través de la plataforma de LinkedIn o bien a través de contactos directos.

El tercer paso es *analizar la información*, el objetivo es organizar y analizar la data que se usará para determinar los FCE del sector de generación de energía eléctrica. La data se transformará en información a través de una técnica llamada análisis de afinidad y luego se agruparán por temas de apoyo. Posteriormente, se extraen los FCE.

El cuarto paso es *obtener los FCE*, se obtienen de la data recolectada durante todo el proceso, considerando la posición (testimonio) de los expertos, las agrupaciones por afinidad y los temas de apoyo identificados.

En el quinto y último paso, *analizar los FCE*; se realiza un análisis de afinidad, que busca identificar y analizar las relaciones y convergencias entre los diferentes criterios de comparación. Así como obtener conclusiones acerca del efecto de un tema sobre otro.

2.6 Metodología de análisis de contenido

El análisis de contenido es una técnica de interpretación de textos, estos pueden ser escritos, grabados, filmados, discursos, entrevistas transcritas, etc. De acuerdo a Berelson (1952), el análisis de contenido “es una técnica de investigación para la descripción objetiva, sistemática y cuantitativa del contenido expresado en una comunicación” (pag. 18).

Por “objetiva” se entiende que los resultados obtenidos serán susceptibles de verificación. Es importante resaltar que los datos se desarrollan dentro de un marco de referencias (contexto). La cuantificación consiste en obtener el recuento numérico de los códigos objetos de estudio (frecuencia). El objetivo principal del análisis de contenido es realizar inferencias de la comunicación y/o de los datos. (Andréu Abela, 2002).

La técnica de análisis de contenido considera los siguientes pasos (Andréu Abela, 2002):

1. *Determinar el tema de análisis.* Debemos preguntarnos ¿qué se quiere investigar? Es posible definir el tema de análisis como un problema o dificultad que se desea resolver, ¿cuál es el problema a investigar?
2. *Determinar las reglas de codificación.* Las reglas de recuento se refieren a la *presencia o ausencia* de elementos, *frecuencia* (es la unidad de medida más utilizada), *intensidad*, *dirección* (puede ser positiva o negativa), y el *orden* (según la aparición e importancia de los códigos).
3. *Determinar las categorías.* Se refiere a la clasificación de elementos asociados en un grupo o categoría temática. Clasificar los elementos en categorías implica buscar lo que tienen en común.
4. *Análisis de fiabilidad.* Consiste en comprobar la fiabilidad del sistema de codificación-categorización. La fiabilidad refleja seguridad sobre los datos obtenidos, independientemente del instrumento o persona que los identificó. Se entiende como el acuerdo alcanzado entre los codificadores sobre los códigos y categorías.

Para realizar el análisis de fiabilidad se utilizará el método para datos cualitativos de *Perreault and Leigh Measure (PLM)* (Rust & Cooil, 1994), indica que el nivel de acuerdo observado entre dos jueces es una función de un verdadero nivel de fiabilidad (desconocido).

Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$r = \left\{ \left[\frac{A}{K} - \left(\frac{1}{K} \right) \right] \left[\frac{A}{K} - 1 \right] \right\}^{0.5}, \quad \text{si } \frac{A}{K} \geq \frac{1}{K}$$

$$0, \quad \text{si } \frac{A}{K} < \frac{1}{K}$$

Donde A es el nivel de coincidencia³ entre ambos jueces, y K es el número de categorías posibles donde las respuestas pueden codificarse. Los valores se ubican entre 0 y 1, siendo 1 el máximo nivel de fiabilidad.

(Rust & Cooil, 1994) recomienda un mínimo nivel de fiabilidad de 0.70 para trabajos exploratorios y un valor más estricto de 0.90 para práctica avanzada.

5. *Inferencias.* Significa deducir, explicar lo que hay en el texto. Se buscan conclusiones y/o se extraen explicaciones.

³ El nivel de coincidencia se calcula dividiendo el número de acuerdos entre ambos jueces entre el número total de juicios.

2.7 Metodología de análisis de la industria

El análisis de la industria busca identificar las principales características del sector industrial que configuran el entorno donde se establecerá la estrategia competitiva. El análisis de la industria se basa en cinco fuerzas competitivas, mejor conocidas como las cinco fuerzas de Porter (1987): (1) barreras de entrada, (2) intensidad de la rivalidad entre los competidores actuales, (3) presión proveniente de los productos sustitutos, (4) poder de negociación de los proveedores y (5) poder de negociación de los proveedores (Porter, 2017).

Las cinco fuerzas de Porter combinadas rigen la intensidad de la competencia y la rentabilidad en una industria. Aquellas fuerzas más poderosas son las que dominan y serán claves en la formulación de la estrategia competitiva (Porter, 2017).

Una vez realizado el diagnóstico y sus causas, será posible identificar los puntos fuertes y débiles de la industria de generación eléctrica de Nicaragua. Estos puntos son los que determinarán la posición de la industria. Una buena estrategia competitiva implica identificar acciones con el fin de lograr una posición defendible contra las cinco fuerzas competitivas (Porter, 2017).

2.8 Técnicas de recolección de Información

Todo estudio cualitativo busca la obtención de datos, que a su vez se convertirán en información. Estos se obtienen de sujetos, comunidades, contextos, variables o situaciones (Hernández Sampieri, Metodología de la Investigación, 2014). Para esta investigación los datos se obtendrán de investigaciones previas y de entrevistas realizadas a expertos vinculados con el sector energético.

Dentro de los documentos a revisar se consideran los publicados por instituciones del estado de Nicaragua u otros países, los planes energéticos, reportes anuales del sector de generación de energía eléctrica y cualquier otra investigación relevante relacionada con el sector de generación de energía eléctrica y la industria eléctrica.

Las entrevistas a expertos son un recurso significativo e insustituible, porque logra la descripción de un determinado sector o realidad desde la perspectiva de quién ha vivido y se ha vinculado directamente con dicho sector. Las personas entrevistadas ayudarán a comprender el comportamiento de los participantes presentes en la industria, los retos que enfrenta el sector, las debilidades del sistema actual; proporcionan al

mismo tiempo un sentido de historia, puesto que interpretan los acontecimientos presentes como parte de un largo proceso de desarrollo (Carballo, 2013).

Para llevar a cabo las entrevistas se deberá considerar que:

- La entrevista debe ser flexible y abierta, entre el entrevistador y el entrevistado. Se debe escuchar atentamente al entrevistado, quién es experto del tema.
- La entrevista se basará en las preguntas definidas previamente por el entrevistador.
- Se recomienda informar desde un inicio al entrevistado del propósito de la entrevista y el uso que se le dará a la información. Es importante que durante la entrevista la opinión del entrevistado fluya, que sea un diálogo espontáneo.
- Para recoger la información se puede hacer uso, con previa consulta al entrevistado, de a) grabación de audio o video; b) notas o computadoras personales; o c) dictado digital. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, Metodología de la investigación, 2004).

2.9 Técnicas de análisis de datos

Una vez que los datos se han obtenido, estos se organizarán, resumirán y codificarán. La codificación posee dos niveles, el primero, del cual se generan unidades de significado y categorías; y ya en el segundo nivel surgirán temas y relaciones entre los conceptos que permitirán construir un modelo teórico basado en los datos. (Hernández Sampieri, Metodología de la Investigación, 2014)

El propósito del análisis de datos es lograr el orden de los datos, organizarlos por categorías, temas y patrones (Patton, 1990). Busca comprender el contexto que rodea los datos, generar preguntas de investigación e hipótesis. Relacionar los resultados del análisis con la teoría fundamentada o construir teorías. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, Metodología de la investigación, 2004).

Para efectos de esta investigación se hará uso del software Atlas.ti, que facilita la codificación de datos y permite la construcción de una teoría fundamentada. El programa organiza la información en objetos tales como documentos primarios, citas, códigos, anotaciones, familias, vínculos (relaciones entre objetos) y vistas de red. El punto de inicio son las fuentes secundarias y primarias, ya que de estos se crearán los códigos y categorías. A partir de esto se establecen componentes y las relaciones entre ellos. El programa permite aplicar las reglas de codificación y vincular las categorías

definidas por el investigador, todo esto es considerado parte del análisis. (Muñoz Justicia & Sahagún Padilla, 2017).

CAPÍTULO III. MARCO CONCEPTUAL

En este capítulo se desarrollarán los conceptos básicos que corresponden a esta investigación con el objetivo de proporcionar al lector un entendimiento más profundo sobre el tema.

Primero, se establecerán los conceptos de energía y energía eléctrica con el fin de establecer una distinción entre ambos. Posteriormente se desarrollarán los temas sobre el uso de la energía eléctrica y las formas de generación, con el propósito de identificar los principales usos de la energía eléctrica y las formas de generación que predominan actualmente.

De igual manera se explicarán los eslabones del sector energético y se concluirá definiendo el concepto de matriz energética.

3.1. Energía

Existen varias formas de definir la energía. Energía se puede definir como la capacidad de un cuerpo o sistema para realizar un trabajo o producir algún cambio o transformación, como ser algún movimiento, calentamiento o alteración (TECNOLOGÍAS 3°ESO, s.f). Otra forma de definir la energía es como la “capacidad de un sistema físico para realizar un trabajo a medida que cambia de un estado a otro” (Ettie, s.f). Hoy en día la definición más utilizada de energía es la capacidad de realizar un trabajo (Dirección General de Industria, Energía y Minas, 2002).

La energía puede manifestarse de distintas formas como ser la energía cinética, potencial, de electricidad, etc. Según Fernández Martínez, s.f, dependiendo de esta forma, la energía se puede clasificar como:

- Energía térmica: La relacionada al movimiento de las partículas que constituyen la materia.
- Energía mecánica: Es la formada por la suma de la energía cinética, asociada al movimiento, y la potencial, asociada a la fuerza de gravedad.
- Energía eléctrica: Causada por el movimiento de las cargas eléctricas en el interior de los materiales conductores. Produce fundamentalmente 3 efectos: luminoso, térmico y magnético.

- Energía radiante: La que poseen las ondas electromagnéticas, como la luz, los rayos ultravioletas, etc. Pueden transmitirse sin necesidad de soporte material alguno.
- Energía química: Asociada a las reacciones químicas.
- Energía nuclear: Es almacenada en el núcleo de los átomos, que se libera en las reacciones de fisión y fusión.

Para efectos de esta investigación, el enfoque en este capítulo será sobre la energía eléctrica. A continuación, se amplía este concepto.

3.2. Energía Eléctrica

El Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería en Perú (Osinergmin, 2016) define la energía eléctrica como “el movimiento de electrones que se trasladan por un conductor eléctrico durante un determinado periodo” (p. 28). Debido a que el movimiento de los electrones es lo que produce la energía, la cantidad de electricidad que se produzca depende de cuantos electrones se trasladan por cada unidad de tiempo, el tiempo de duración del movimiento de los electrones y la magnitud de la tensión que las ocasiona (Dammert, Molinelli, & Carbajal, 2011).

Es importante mencionar que en algunas ocasiones un átomo puede descompensarse, es decir, tiene una mayor cantidad de electrones o protones. Estos átomos descompensados causan una tensión o voltaje, la cual provoca un flujo de electrones conocido como corriente eléctrica. La cantidad de corriente eléctrica que se traslada por cada unidad de tiempo es conocida como intensidad de corriente (Dammert, Molinelli, & Carbajal, 2011).

Considerando estos elementos, se puede entender la energía eléctrica como el producto del voltaje (V), la intensidad de la corriente eléctrica (I) y el tiempo transcurrido (t):

$$E = V \times I \times t$$

Donde:

E= energía eléctrica (medido en Watts por hora)

V= Voltaje (medido en Voltios)

I= Intensidad de corriente (medido en Amperios)

T= Tiempo transcurrido (medido en Horas) (Dammert, Molinelli, & Carbajal, Fundamentos Técnicos y Económicos del sector eléctrico Peruano, 2011).

La energía eléctrica se clasifica como una fuente de energía secundaria ya que se obtiene a través de la conversión de otras fuentes de energía como el carbón, el gas natural, el petróleo, la energía nuclear y otras fuentes naturales, que se llaman fuentes primarias (National Energy Education Development Project (NEED), 2017).

Para cuantificar la cantidad de energía que se consume o traslada en un periodo de tiempo se utiliza la medida del watt (W). Como fue mencionado anteriormente, en el caso de la energía eléctrica, cuando se quiere cuantificar el total de energía que se ha consumido o trasladado durante un periodo de tiempo se utiliza el watt-hora (Wh). Sin embargo, la medida más utilizada para medir la energía eléctrica es el Kilowatt-hora (kWh), en donde un kWh es igual a 1,000Wh.

3.3. Usos de la Energía Eléctrica

Una de las características principales de la energía eléctrica es que por lo general su consumo no es de forma directa ya que su consumo se deriva del uso de máquinas, equipos eléctricos, etc. que utilizan esta fuente de energía para su funcionamiento. Es así que la energía eléctrica produce 3 efectos: luminoso, térmico y magnético, por lo que sus aplicaciones son bastantes amplias, no solo en términos de uso sino también en términos de sectores ya que se utiliza en hogares, en industrias y en medios de transporte (Dirección General de Industria, Energía y Minas, 2002).

Históricamente el primer uso de la energía eléctrica fue para la iluminación. En 1879 Thomas Edison inventa el bombillo, el cual se convirtió en uno de los primeros usos de la energía eléctrica (Institute for Energy Research (IER), s.f). Posteriormente, se empieza a utilizar la energía eléctrica para el trabajo, gracias a los aportes de Alessandro Volta, quien desarrolla la batería permitiendo la transportación de la energía eléctrica, y Joseph Henry quien construyo uno de los primeros motores eléctricos, transformando la energía eléctrica en trabajo (Dirección General de Industria, Energía y Minas, 2002).

En los hogares las aplicaciones de la energía eléctrica son bastante amplias ya que se puede utilizar para efectos térmicos a través de equipos como hornos, calefacciones,

microondas, y para efectos luminosos a través de lámparas. Asimismo, se puede utilizar como generadores de trabajo para equipos eléctricos como lavadoras, motores eléctricos, transformadores, etc. (Espazo Abalar, s.f) .

En las industrias, el uso de energía eléctrica puede llegar a representar hasta un 30% del total de energía que se consume. En algunos países altamente industrializados, como en el caso de los Estados Unidos, el uso en el año 2015 representó un 22% del total de la energía del país (National Energy Education Development Project (NEED), 2015). En la industria la energía eléctrica es usada como fuente de energía para los motores eléctricos de las máquinas y equipos de cada sector y para calentar tanques y calderas. De igual forma, la energía eléctrica es utilizada en los procesos de manufactura, por ejemplo, la industria del acero utiliza la energía para convertir el mineral de hierro y chatarra en acero, y la industria del papel utiliza la energía en su proceso de producción para picar, moler y cocer la madera en pulpa (National Energy Education Development Project (NEED), 2015).

La energía eléctrica todavía es utilizada en algunos medios de transporte como el tren y los trolebuses. Estos medios de transporte son usados especialmente para el transporte público. En el caso de los trenes, el consumo de energía depende de muchas variables incluyendo el tamaño de este. Sin embargo, los trenes consumen en promedio 30% menos energía por pasajero que otros medios de transporte como el autobús (Dirección General de Industria, Energía y Minas, 2002). Por otro lado, se observa una creciente tendencia por limitar el uso de combustibles fósiles y de carros más económicos, lo que ha promovido la comercialización de carros eléctricos. Estos carros eléctricos consumen en promedio 0.20 kWh y un consumo de entre 13 a 20 kWh por cada 100 km (Lima, 2016).

3.4. Formas de generación de energía eléctrica

La generación es el primer eslabón en la cadena de producción de la electricidad. La generación consistente en “transformar alguna clase de energía (térmica, mecánica, luminosa, entre otras) en energía eléctrica” (Dammert, Molinelli, & Carbajal, Fundamentos Técnicos y Económicos del sector eléctrico Peruano, 2011). La transformación de energía se puede realizar mediante 3 métodos:

1. Mediante transformaciones químicas. Tal es el caso de las baterías, las cuales transforman la energía química que poseen en energía eléctrica.

2. Mediante luz solar, como ocurre en las fotovoltaicas. Algunos materiales pueden emitir electrones cuando la luz solar incide sobre ellos, provocando un efecto fotoeléctrico. Los materiales fotoeléctricos realizan una conversión de energía solar luminosa en energía eléctrica.
3. Mediante generadores eléctricos (dinamos y alternadores). La inducción electromagnética permite el funcionamiento de los generadores eléctricos. Estos generadores transforman energía mecánica de rotación en energía eléctrica y se utilizan en las centrales eléctricas (TECNOLOGÍAS 3°ESO, s.f).

Las formas de generar energía eléctrica pueden clasificarse en base a la fuente primaria que es utilizada por el generador eléctrico. La generación puede ser mediante fuentes de energía renovables y no renovables.

3.4.1. Generación con fuentes de energía no renovables

Las fuentes no renovables son “depósitos de energía, que constituyen reservas limitadas, que disminuyen a medida que se van utilizando” (Cooperativa Energética, 2018). Dentro de los recursos no renovables se encuentran el carbón, el petróleo, el gas natural y el uranio. Son la fuente de energía más utilizada debido a su rentabilidad y poder energético. Una ventaja que ofrecen estos recursos es que son fáciles de transportar (Poblete, 2016).

La generación de energía eléctrica con fuentes no renovables puede realizarse en centrales térmicas y centrales nucleares. Las centrales térmicas queman algún tipo de combustible fósil (recursos no renovables y sus derivados) para producir vapor, el cual es turbinado para producir electricidad (Energía y Sociedad, s.f). Existen dos tipos de centrales térmicas: las centrales térmicas convencionales y las de ciclo combinado.

- a) **Centrales térmicas convencionales:** en estas centrales la energía térmica es obtenida mediante la combustión de la fuente energética que se utiliza para convertir el agua en vapor, este vapor se encuentra a alta presión y temperatura. El vapor se utiliza para hacer girar el eje de la turbina que está conectado al generador. El generador convierte la energía cinética del impulsor de turbina en energía eléctrica. Luego, el vapor se enfría en una torre de condensación con el objetivo de reiniciar el ciclo (Thermodyne Engineering Systems, 2018).
- b) **Centrales térmicas de ciclo combinado:** En estas centrales "la energía térmica del gas natural es transformada en electricidad mediante dos ciclos termodinámicos

consecutivos – primero una turbina de gas y después una turbina de vapor” (Energía y Sociedad, s.f). Es importante resaltar que este tipo de centrales generan un ahorro significativo por su mayor eficiencia, ya que reutilizan la energía remanente de los gases de combustión, sin embargo, requieren de una mayor inversión fija (TECNOLOGÍAS 3°ESO, s.f).

En el caso de las centrales nucleares, estas son similares a las centrales térmicas ya que ambas utilizan una fuente de calor para convertir un líquido en vapor a alta temperatura. La diferencia es la reacción física por la que se obtiene la energía, ya que en el caso de las centrales nucleares es una reacción nuclear de fisión de núcleos de uranio (González, Energía nuclear , 2012). Es en la fisión nuclear que los átomos se dividen para formar átomos más pequeños, liberando energía. La fisión tiene lugar dentro del reactor de una central nuclear. En el centro del reactor se encuentra el núcleo el cual contiene combustible de uranio (U.S Energy Information Administration, 2018). El calor producido durante la fisión nuclear en el núcleo del reactor se utiliza para convertir agua en vapor, lo que provoca la rotación de las aspas de una turbina de vapor. A medida que gira la turbina, se accionan los generadores que producen la energía.

El combustible de uranio se forma en pellets de cerámica. Cada pellet de cerámica produce aproximadamente la misma cantidad de energía que 150 galones de petróleo (U.S Energy Information Administration, 2018). Es por esta razón que las centrales nucleares son bastante eficientes ya que proporcionan mucha energía con poco combustible. No emiten ningún tipo de gas contaminante a la atmósfera, pero generan residuos nucleares que deben ser almacenados en depósitos especiales y exigen un control muy sofisticado ya que tienen un alto impacto radioactivo (Energía y Sociedad, s.f).

A pesar de que Nicaragua no produce petróleo u otros hidrocarburos, en su matriz energética ha predominado la generación térmica. A partir del año 2005, se han tomado medidas para promover la generación de energía con fuentes renovables; sin embargo, al día de hoy la generación con fuentes no renovables sigue teniendo una participación significativa en el país. La generación con fuentes no renovables es más confiable y estable que la generación con fuentes renovables y las inversiones suelen ser menos costosas que las de las centrales de generación limpia.

En la tabla 3 se resumen las ventajas y desventajas de este tipo de fuentes de generación: centrales térmicas convencionales, centrales térmicas de ciclo combinado,

y centrales nucleares. Se consideran aspectos tales como la tecnología, inversión, inversión, construcción de la planta, y estabilidad del sistema.

3.4.2. Ventajas y desventajas por tipo de generación (fuentes no renovables)

Tabla 3 Ventajas y desventajas de por tipo de generación (fuentes no renovables)

Tipo	Ventajas	Desventajas
Centrales térmicas convencionales	Tiempo de construcción menor que el de otras centrales, por ejemplo, el de las hidroeléctricas.	Altos costos de mantenimiento y operación.
	No dependen de factores climáticos, ya que el principal insumo son los combustibles fósiles.	Alto impacto ambiental. Por ejemplo, contaminación debido a la gran cantidad de humo.
	Costos de inversión iniciales menores que el de centrales hidroeléctricas.	Talento humano especializado para construir y operar las centrales.
	Facilidad de transporte del combustible desde el lugar de su extracción hasta la central térmica.	Rendimiento menor en comparación a otras centrales
	Tecnología fácilmente accesible y bien establecida, en comparación con la tecnología de otras fuentes como la nuclear, la solar térmica, la geotérmica, etc.	Difíciles de regular e iniciar. Por lo que fluctuaciones en la demanda pueden perjudicar el ciclo de vida.
	Requieren menos espacio físico en comparación con otras centrales.	Los combustibles fósiles son una fuente no renovable, por lo que las reservas pueden agotarse.
	Pueden responder a la demanda de carga de manera más efectiva y son compatibles con el rendimiento de la red eléctrica.	
Centrales térmicas de ciclo combinado	Producen menos emisiones de dióxido de carbono que las centrales convencionales	Requieren de un alto nivel de capital
	Son más fiables. Este sistema es inmune a los apagones de red.	Impacto negativo en los ecosistemas fluviales debido a los vertidos de agua caliente en estos.
	Son mucho más eficientes que una termoeléctrica convencional, resultando en mayor energía eléctrica generada con la misma cantidad de combustible.	Son más eficientes en ocasiones donde se necesita agua caliente y electricidad, y en niveles constantemente altos y sostenidos.
	La tecnología utilizada es ampliamente disponible.	Representan una forma para hacer que otras fuentes de energía sean más eficientes, no una fuente de energía intrínseca.
Centrales nucleares	La producción de energía eléctrica es continua. Una planta de energía nuclear está generando electricidad durante casi el 90% del tiempo anual.	Dificultad y altos costos en la gestión de los residuos nucleares.
	No genera emisiones de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono.	Existe una percepción negativa asociada con las plantas nucleares y las armas nucleares, por lo que es difícil lograr un crecimiento expansivo de la energía nuclear. Asimismo, pueden ser un objetivo de ataque para organizaciones terroristas.
	La energía nuclear es barata. El costo del uranio es más bajo que el del petróleo u otros combustibles fósiles.	Los procesos de licencia son costosos y toman mucho tiempo.
	La energía nuclear no depende de factores climáticos.	

Fuente: (Cardozo, 2011)

Elaboración: Autoras de esta tesis

3.4.3. Generación con fuentes de energía renovables

Las fuentes de energía renovable son “aquellas que se obtienen de fuentes naturales que son consideradas inagotables, debido a la inmensa cantidad de energía que contienen, y porque son capaces de regenerarse por medios naturales” (García Lara, S.F, p. 11). Dentro de las fuentes renovables implementadas en la generación de energía eléctrica se encuentran la energía solar, energía eólica, biomasa, energía hidroeléctrica y la geotérmica (Cooperativa Energética, 2018).

En el Anexo I se versa con mayor profundidad las ventajas y desventajas de cada tipo de energía renovable. En general, se observa que a pesar de que las fuentes renovables disminuyen la dependencia en combustibles fósiles y el daño al medioambiente, las fuentes renovables presentan actualmente problemas de variabilidad, niveles de eficiencia y altos costos de capital en comparación a las fuentes no renovables.

En el caso de Nicaragua, en los últimos años el gobierno ha invertido en la energía eólica y la geotérmica. Esto se debe a que existe una cadena de volcanes que representa un gran potencial para explotar la energía geotérmica (Wahab, 2011). Asimismo, el país posee un gran potencial para la generación de energía eólica ya que estudios demuestran que se podría llegar a producir hasta 2,000 megavatios (Navarrete & Romero, s.f). Según datos del INE, la generación neta para el año 2017 por el SIN (Sistema Interconectado Nacional) fue de 4,077.01 GWh; de los cuáles la energía geotérmica representó el 17%, eólica representó el 15%, hidroeléctrica con 11%, Biomasa con el 10% y solar con 0.3%.

3.5. Cadena Productiva de la Energía Eléctrica

Existen cuatro actividades principales dentro del sector de la energía eléctrica: generación, transmisión, distribución y comercialización. Estas actividades pueden dividirse en funciones de carácter físico y de carácter comercial. Dentro de las funciones físicas se encuentran la generación, transmisión y distribución; la comercialización tiene una función comercial ya que en esta actividad se realizan las ventas al mercado mayorista y a los consumidores finales (Dammert, Carpio, & Molinelli Aristondo, Regulación y supervisión del sector eléctrico, 2013).

3.5.1. Generación

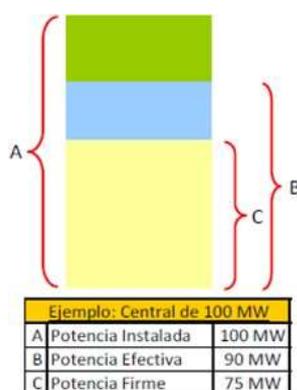
La primera actividad en la cadena productiva es la generación. Como fue mencionado en la sección 3.4, la generación consiste en producir la energía eléctrica mediante alguna fuente de energía.

La generación puede representar entre el 35% y el 50% del costo total de la electricidad. La capacidad de generación del sistema eléctrico debe ser capaz de satisfacer los picos de demanda en el año, aunque en otros períodos no se llegue a utilizar toda la capacidad. Los generadores tienen diversos costos, varían en función del tipo de fuente. Algunos tienen costos fijos altos y bajos costos de operación, mientras que algunos tienen costos fijos más bajos, pero costos de operación mayores. (Dammert, Carpio, & Molinelli Aristondo, Regulación y supervisión del sector eléctrico, 2013, p. 67).

En esta actividad es importante diferenciar los tipos de potencia que pueden tener las centrales de generación. Comúnmente, el término potencia se asocia a la capacidad de producción de una central. Sin embargo, existen 3 tipos de potencias, tal cual se refleja en la ilustración 2 (Vasquez, 2014):

- **Potencia Instalada:** Es la sumatoria de las capacidades reales de generación de cada central eléctrica (Osinermin, 2016).
- **Potencia Efectiva:** El rendimiento real en el que operan las centrales. Este valor de potencia es considerado como insumo en los despachos diarios de energía como el valor máximo de la máquina (Vasquez, 2014).
- **Potencia Firme:** Es la capacidad de generación que una central puede garantizar en las condiciones más adversas (condiciones climáticas, disponibilidad de insumos, factores de indisponibilidad fortuita, entre otros) (Osinermin, 2016).

Ilustración 2 Tipos de potencia



Fuente: (Vasquez, 2014)

En un mercado competitivo, cada generador oferta al operador del sistema eléctrico la cantidad de su potencia que quiere vender y al precio que desea venderla. Los operadores del sistema pueden ser empresas gubernamentales o empresas privadas (Posner, 2018). Los generadores pueden vender la electricidad en dos tipos de mercados mayoristas: el mercado diario y el mercado a plazos. En el mercado diario (spot), se definen los precios de la energía considerando la proyección de consumo para cada hora del día siguiente (Posner, 2018). En el mercado a plazo o mercado a futuro, se intercambian contratos de compraventa de electricidad con plazos de entrega superiores a 24 horas. En estos contratos se incluye una prima de riesgo para reflejar la incertidumbre que existe en la fijación de precios provocada por variaciones en los precios de los combustibles y en la producción (González, 2014).

3.5.2. Transmisión

La segunda actividad en la cadena productiva es la transmisión. En esta etapa se realiza la conducción de la energía eléctrica desde las centrales hasta los centros de consumo (Marco Nacional de Cualificaciones, 2017). Esta etapa representa del 5% al 15% del costo total para la entrega de la electricidad y es una actividad en donde se presentan importantes economías de escala, por lo que tiene características de monopolio natural (Dammert, Carpio, & Molinelli Aristondo, Regulación y supervisión del sector eléctrico, 2013).

El sistema de transmisión corresponde al conjunto de líneas y subestaciones con transformadores, incluyendo las instalaciones de soporte o postes, destinados al transporte de electricidad desde las centrales hasta los centros de consumo o distribución. La línea de transmisión no se apaga y enciende como otras redes. En ella, la electricidad fluye libremente como corriente continua o corriente alterna. Debido a que es necesario mantener en todo momento un determinado nivel de tensión y frecuencia, se requiere de una organización que opere el sistema —operador del sistema— e integre en cada momento las actividades de generación con las de transmisión. (Dammert, Carpio, & Molinelli Aristondo, Regulación y supervisión del sector eléctrico, 2013, p. 71)

3.5.3. Distribución

La distribución es el transporte de la energía eléctrica desde el sistema de transmisión, hasta el domicilio del usuario final (Marco Nacional de Cualificaciones, 2017). A través de la red de distribución se reduce el voltaje para poder entregar la energía de acuerdo con las necesidades de cada usuario (hogares, comercio, industria, etc.). Las redes de distribución pueden ser aéreas o subterráneas y están compuestas por segmentos que operan en distintos voltajes.

Las pérdidas de energía en esta etapa suelen estar entre 4% y 9% en los sistemas más eficientes. La distribución se suele caracterizar como un monopolio natural debido a la existencia de economías de escala y densidad —menor costo medio cuando se incrementa el número de usuarios por kilómetro cuadrado. (Dammert, Carpio, & Molinelli Aristondo, Regulación y supervisión del sector eléctrico, 2013, p. 74)

3.5.4. Comercialización

La comercialización es la “compra y venta de energía eléctrica. Incluye la facturación, medición y en general la atención que requiere el usuario final del servicio de energía eléctrica” (Marco Nacional de Cualificaciones, 2017).

En muchos casos los distribuidores también realizan la función de comercialización. No obstante, existen casos en los que una compañía diferente es la encargada de adquirir

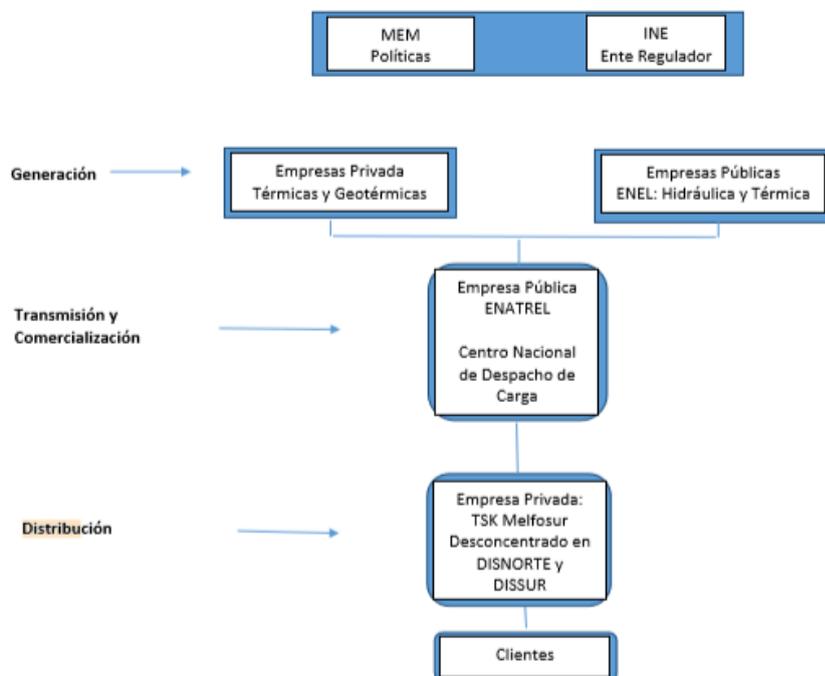
electricidad a las generadoras; la empresa comercializadora celebra contratos con los consumidores, realiza la medición del consumo, factura y cobra. En este caso los consumidores minoristas deben pagar por separado a las empresas de transmisión y distribución. (Dammert, Carpio, & Molinelli Aristondo, Regulación y supervisión del sector eléctrico, 2013).

En los casos en que las actividades de transmisión y comercialización son realizadas por entes diferentes, las empresas comercializadoras deben hacer uso de las redes de transmisión y distribución, por lo que se encuentran sujetas al pago de un peaje de acceso (Energía y Sociedad, s.f).

En la ilustración 3 se observa la estructura del sector en Nicaragua y las empresas encargadas de cada actividad. Se puede observar que en la actividad de generación existen empresas privadas y del estado. La empresa del estado, Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL), es la responsable de la generación hidroeléctrica en Nicaragua

y aproximadamente el 16% de la generación térmica. En cuanto a la transmisión, esta es controlada por el estado siendo la Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL) quien desarrolla esta actividad. En la actividad de distribución, la empresa privada Disnorte-Dissur controla cerca del 95% de las redes de distribución (Espinasa, Balza, Hínestrosa, Sucre, & Anaya, 2013).

Ilustración 3 Estructura del sector energético en Nicaragua



Fuente: Estrategia de Desarrollo Económico de Sector Energético de Nicaragua (2012 -2016)
(Mena Espinoz & Pupiro Obregó, 2018)

3.6. Matriz Energética

La matriz energética de un país sintetiza la combinación de las diferentes fuentes de energía que utiliza el país para satisfacer sus necesidades de consumo de energía (Day, s.f). Esta matriz sirve para analizar y comparar el consumo de energía de un país a través del tiempo y permite realizar proyecciones acerca del abastecimiento futuro de energía. También puede ser utilizada como herramienta para comparar el sector de energía eléctrica entre países (EDUCAR, s.f).

La matriz energética es diferente para cada país ya que la combinación de fuentes de energía varía según los recursos energéticos disponibles para cada país, pudiendo ser estos recursos nacionales o recursos importados.

Algunos expertos recomiendan que los países tengan una matriz energética diversificada, eliminando así riesgos en la industria de la energía que pueden ser ocasionados por variaciones en los precios de los combustibles fósiles o por cambios climáticos (La Prensa, 2016).

CAPÍTULO IV. MARCO CONTEXTUAL LATINOAMÉRICA, CENTROAMÉRICA Y NICARAGUA⁴

En este capítulo se sintetiza el panorama sobre el consumo de energía eléctrica en la región de América Latina y el mercado eléctrico de Centroamérica. Asimismo, se analiza el marco contextual de la industria eléctrica de Nicaragua, haciendo un breve recorrido a través de la historia, resaltando aquellos acontecimientos que han sido claves para el desarrollo del sector. También se describe el consumo y la generación bruta actual; así como los eslabones que componen actualmente al sector y el nivel de cobertura eléctrica en el país.

4.1. Consumo de energía eléctrica en Latinoamérica

En Latinoamérica el consumo de energía eléctrica aumenta cada año en aproximadamente 5.4% desde el año 1971 al año 2013 (Balza, Espinasa, & Serebrisky, 2016). Este crecimiento se debió a una constante expansión económica y al crecimiento de la clase media. No obstante, el consumo promedio per cápita en la región fue de aproximadamente 2,153 kWh, muy por debajo del promedio en países de altos ingresos que se encuentra alrededor de 8,061 kWh per cápita.

Entre los años 1971 y 2013, el principal consumidor de energía eléctrica ha sido el sector industrial, seguido por el sector residencial y el sector comercial en tercer lugar (Balza, Espinasa, & Serebrisky, 2016).

En cuanto a las proyecciones futuras, se espera que la demanda de energía en Latinoamérica aumente de 1,500 TWh en el año 2016 a 2,500TWh en el año 2030 (Paredes, 2017). Dichas proyecciones reflejan un crecimiento en la demanda de energía eléctrica de 3.67% para la región. Se estima que la tasa de crecimiento sea superior en Bolivia (6.5%), Perú (6.2%), Panamá (5.4%), entre otros (Paredes, 2017).

Basándose en estas proyecciones, se estima que para generar suficiente energía eléctrica para satisfacer la demanda futura se necesita de significativas inversiones en el sector de generación, ya que el incremento en el consumo es equivalente a lo que

⁴ En el Anexo 3 se incluye síntesis del consumo de energía eléctrica a nivel mundial.

producen 568 nuevos generadores con turbina de gas tradicionales o 388 plantas de ciclo combinado de gas (Paredes, 2017).

En cuanto a la región Centroamericana, en el 2013 el principal consumidor de energía fue Guatemala con un 35% del consumo final. El consumo de Nicaragua representó el 8.1% del consumo final en la región (Ventura, 2015). Para el periodo 2015-2016, el crecimiento en el consumo de energía de Nicaragua fue de los más altos de la región centroamericana, como se observa en la Tabla 4 (Comision Regional de Interconexion Electrica (CRIE), 2016).

Tabla 4 Consumo de energía por país 2016-2015 (MWh)

País	2016	2015	Crecimiento
Guatemala	9,832,700	9,398,289	4.4%
El Salvador	6,327,188	6,289,643	0.6%
Honduras	8,250,301	8,325,214	2.3%
Nicaragua	4,209,019	4,047,465	3.8%
Costa Rica	9,220,765	8,768,120	4.9%
Panamá	9,639,488	9,357,548	2.9%
Total	47,749,461	46,186,279	3.3%

Fuente: (Comision Regional de Interconexion Electrica (CRIE), 2016)

Elaboración: Autoras de esta tesis

4.2. El mercado eléctrico en Centroamérica

Desde hace varios siglos, los países que conforman la región Centroamericana han promovido la interconexión de los países para fomentar el desarrollo económico de la región y optimizar el uso de los recursos energéticos de los países. Los esfuerzos realizados han abierto paso al proyecto “Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central” (SIEPAC), un sistema de transmisión regional, y la creación del mercado eléctrico regional (MER), un mercado competitivo en donde participan todos los países de Centroamérica (Echevarría, Jesurun-Clements, Mercado Díaz, & Trujillo, 2017).

Los primeros esfuerzos hacia la integración regional se dieron mediante la construcción de interconexiones binacionales. Posteriormente, se estableció el proyecto de crear una línea de transmisión eléctrica en la región. Para constituir el mercado regional, en el año 1996 se aprobó el Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central, dicho tratado fue firmado por Costa Rica, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y El Salvador (Hernández, 2014). El tratado da paso a la creación de 3

organismos regionales que tienen como función dar apoyo al MER. Estos organismos son: la Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE), el Ente Operador Regional (EOR), y el Consejo Director del Mercado Eléctrico Regional (CDMER) (Echevarría, Jesurun-Clements, Mercado Díaz, & Trujillo, 2017).

Asimismo, para poder desarrollar el MER es necesario establecer una infraestructura de interconexión para los intercambios de energía. Los contratos para la construcción de la línea de transmisión SIEPAC fueron suscritos en el año 2006 y contemplaron una capacidad de transmisión de 300 MW en 230 kV y un recorrido de 1.800 km desde Guatemala hasta Panamá, pasando por todos los países de la región (Echevarría, Jesurun-Clements, Mercado Díaz, & Trujillo, 2017). Las operaciones del MER iniciaron oficialmente en el 2013 y el último tramo de la línea de transmisión fue finalizado en el 2014 (Central, n.d.).

4.3. Evolución Histórica del sector eléctrico en Nicaragua

El sector eléctrico en Nicaragua inicia en el año 1941 con la instalación de la planta eléctrica Central American Power, ubicada en Managua con una capacidad instalada de 2.2 MW (CEPAL, 2015); esta fue adquirida en el año 1948 por el Estado de Nicaragua. En el año 1954 se creó la empresa estatal, ENALUF (Empresa Nacional de Luz y Fuerza), quién estaba a cargo de la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica. Al año siguiente, en 1955, se creó el ente regulador del sector, conocido como CNE (Comisión Nacional de Energía) (ENEL, Empresa Nicaragüense de Electricidad, 2019).

Para el año 1957 ENALUF había instalado 30 MW en la planta eléctrica de Managua, dicha inversión permitió el incremento de la oferta de energía eléctrica y la electrificación rural en la región del Pacífico del país. Para este mismo año se promulgó la primera ley de Industria Eléctrica, Ley No. 11-D. Ya para los años 70, ENALUF adquiere las empresas eléctricas privadas del departamento de León, Carazo y Granada (ENEL, Empresa Nicaragüense de Electricidad, 2019).

A principio de los años 80, se crea el INE (Instituto Nicaragüense de Energía), que funcionó como operador del sector eléctrico, ente regulador del sector y rector de la política energética nacional. A finales del año 1998, mediante un decreto se separan del INE las funciones empresariales del sector y se vinculan directamente a la Empresa

Nicaragüense de Electricidad (ENEL), constituida en el año 1994 (ENEL, Empresa Nicaragüense de Electricidad, 2019).

A partir del año 1998 se aprobaron reformas a la industria eléctrica, las cuáles generaron una evolución del marco normativo del sector, promoviendo la inversión en la capacidad instalada de la industria de energía eléctrica; al mismo tiempo que segmentó y privatizó las funciones y operaciones de ENEL (ENEL, Empresa Nicaragüense de Electricidad, 2019).

4.4. Consumo de Energía en Nicaragua

En el año 2017 el consumo de energía facturado fue de aproximadamente 3,415 MWh, incrementando en un 4% en comparación con el año 2016, que fue de 3,298 MWh. El sector más representativo para el consumo de energía es el residencial, quién ha tenido una participación arriba del 35% sobre el consumo total desde el año 2015. Durante los últimos años todos los sectores han mostrado un crecimiento significativo que va alineado al crecimiento económico del país, con la excepción del sector de irrigación. (Banco Central de Nicaragua, 2017).

En la Tabla 5, se detalla el consumo de energía por sector a partir del año 2015 al año 2017.

Tabla 5 Consumo facturado de energía eléctrica (MWh)

<u>Consumo facturado de Energía Eléctrica (MWh)</u>			
	<u>2015</u>	<u>2016</u>	<u>2017</u>
<i>Residencial</i>	1,104	1,183	1,221
<i>Comercial</i>	813	859	870
<i>Industrial</i>	751	788	791
<i>Bombeo</i>	210	245	306
<i>Alumbrado Público</i>	101	111	122
<i>Irrigación</i>	132	112	105
	3,111	3,298	3,415

Fuente: Banco Central de Nicaragua 2017

Elaboración: Autoras de esta tesis

Desde finales del año 2005, el sector residencial goza de un subsidio tarifario para todos aquellos clientes domiciliarios que consumen 150 KWh o menos al mes. Esta iniciativa surgió a razón del incremento en los precios de los derivados del petróleo, especialmente el de Fuel Oil, el cual se utiliza para generar energía (Asamblea Nacional de la República de Nicaragua, 2005). Adicionalmente, para el año 2013 se aprobó la

reducción del pago del Impuesto al Valor Agregado (IVA), establecida en 7%, para los consumidores domiciliarios de energía eléctrica comprendidos dentro del rango de 301 a 1,000 KWh. Los consumidores domiciliarios de energía eléctrica comprendidos dentro del rango de 0 a 300 KWh se exoneran del pago del Impuesto al Valor Agregado (IVA) (Asamblea Nacional de Nicaragua, 2013).

Desde julio 2005 a marzo 2018, el Estado de Nicaragua había invertido alrededor 491 millones de dólares en su política de subsidio eléctrico a la tarifa residencial (Diario La Prensa, 2018). Al año 2015 se sabía que este beneficio llegaba a 764,111 clientes, que representaban el 79% del total de clientes, y el 85% de los clientes residenciales (899,999) y eran 31,752 clientes beneficiados con la alícuota del Impuesto de Valor Agregado (IVA) (Asamblea Nacional de Nicaragua, 2015). A la fecha, tanto el subsidio como las exoneraciones se encuentran vigentes.

4.5. Generación bruta de energía en Nicaragua

La generación de energía eléctrica en Nicaragua proviene de diferentes fuentes, entre ellas se encuentran centrales térmicas que funcionan a base de fuel oil y diésel, centrales geotérmicas, centrales de biomasa (ingenios azucareros), centrales eólicas, hidroeléctricas y fotovoltaicas. En la Tabla 6 se visualiza el volumen de generación bruta producida según el tipo de fuente desde el año 2010 al año 2017. Para el año 2017, la generación bruta a nivel nacional fue de 4,527.47 GWh, de los cuáles 4,481.86 GWh (98.99%) provienen del Sistema Interconectado Nacional (SIN) y 45.61 GWh (1.01%) del Sistema Aislado (SAN) (Ministerio de Energía y Minas, 2018).

Tabla 6 Generación Bruta sistema eléctrico nacional (GWh)

Tipo de Generación	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Sistema Interconectado Nacional (SIN)	3,614.47	3,777.65	3,973.02	4,105.40	4,384.88	4,530.57	4,540.88	4,481.86
Térmica	2,261.17	2,477.70	2,249.01	1,927.10	1,989.44	2,236.87	2,145.41	1,948.56
Hidroeléctrica	503.15	443.70	417.18	454.59	394.42	293.62	425.47	467.58
Biomasa	384.65	372.75	453.96	482.11	491.61	454.67	533.24	666.40
Eólica	163.39	210.66	329.55	561.57	845.97	865.44	729.04	634.56
Geotérmica	302.11	272.85	523.32	679.36	662.01	677.74	705.56	750.86
Solar	0.00	0.00	0.00	0.68	1.43	2.22	2.16	13.91
Sistema Aislado Nacional (SAN)	44.60	46.77	48.44	53.90	53.60	54.62	55.41	45.61
Térmica	44.60	46.77	46.98	52.42	52.14	53.14	54.18	45.61
Hidroeléctrica	0.00	0.00	1.46	1.48	1.46	1.49	1.23	0.00

Generación Bruta Total	3,659.07	3,824.42	4,021.46	4,159.30	4,438.48	4,585.19	4,596.28	4,527.47
-------------------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Fuente: (Instituto Nicaragüense de Energía, s.f.).

Elaboración: Autoras de esta tesis

4.6. Eslabones de la industria

A partir de las reformas estructurales del año 1998, las funciones de la industria eléctrica en Nicaragua quedaron segmentadas por funciones (Asamblea Nacional de la República de Nicaragua, 1998). La actividad de Generación es realizada por empresas públicas y empresas privadas. El estado tiene presencia en la industria de generación a través de la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL). El estado maneja una gran parte de la generación hidroeléctrica, así como un porcentaje significativo de las centrales térmicas.

La función de transmisión es también de propiedad estatal y es controlada a través de la Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL). A su vez esta institución tiene a cargo el Centro Nacional de Despacho de carga (CNDC), que es la unidad responsable de la administración del mercado eléctrico en Nicaragua y de la operación del Sistema Interconectado Nacional (SIN) (Centro Nacional de Despacho de Carga, 2019).

El sistema de distribución se privatizó en el año 2000, y se otorgó a la empresa Unión Fenosa; posteriormente esta empresa fue comprada por el grupo TSK-Melfosur Internacional, quién maneja cerca del 95% de las redes de distribución en el país a través de su empresa filial Disnorte-Dissur (Banco Interamericano de Desarrollo, 2013). La empresa de distribución está autorizada para suscribir contratos de compra-venta de energía eléctrica con generadores y con grandes consumidores, así mismo puede comprar en el mercado de ocasión e importar energía eléctrica (Asamblea Nacional de la República de Nicaragua, 1998).

Para este sector, el gobierno se encarga del diseño de las políticas públicas a través del Ministerio de Energía y Minas, que fue creado en el 2007. Todas las regulaciones son realizadas a través del Instituto Nicaragüense de Energía (INE), creado en el año 1985 (Banco Interamericano de Desarrollo, 2013).

4.7. Matriz Energética

Nicaragua ha tenido avances significativos en su matriz energética, en comparación con años anteriores. A inicios de los años 2000, la matriz energética del país dependía un 74% en los derivados del petróleo. Al 2017 la matriz ha cambiado al 47% provenientes de fuentes no renovables y un 53% renovables (Ministerio de Energía y Minas, 2018).

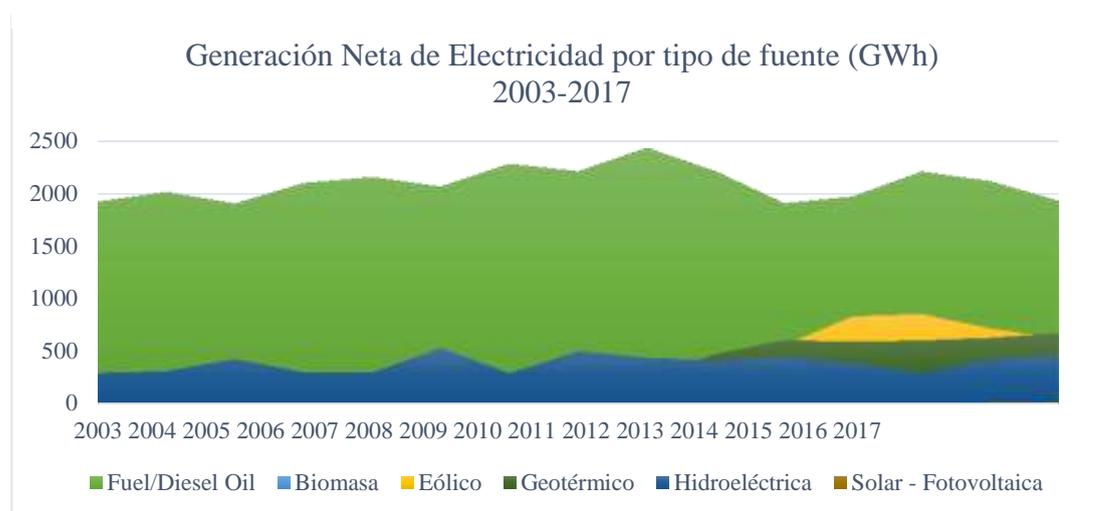
Tabla 7 Generación neta de electricidad (2003-2017) por tipo de fuente

Tipo/ Año	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
No renovable (%)	74	75	69	78	74	67	72	66	69	60	50	49	52	50	47
Renovable (%)	26	25	31	22	26	33	28	34	31	40	50	51	48	50	53

Fuente: Ministerio de Energía y Minas.

Elaboración: Autoras de esta tesis

Ilustración 4 Generación neta de electricidad por tipo de fuente (GWh)



Fuente: Ministerio de Energía y Minas.

Elaboración: Autoras de esta tesis.

La política de Gobierno del presidente Daniel Ortega y del Ministerio de Energía y Minas en su Plan de Expansión de Generación Eléctrica 2016-2030, era que para el 2018 la matriz de generación fuese de un 55% de energía renovable y un 45% no renovable. Así mismo se consideraba que para el 2023 la matriz fuese 36% de fuentes renovables y el 64% no renovables. Teniendo como meta llegar al 2030 con una relación

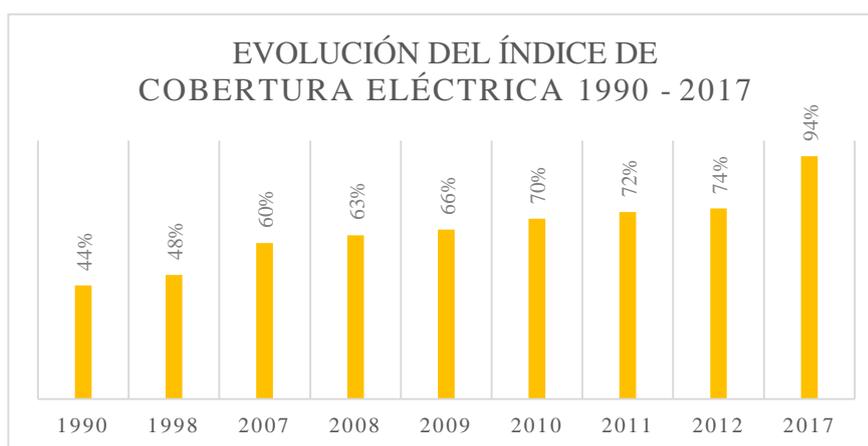
de 27% de generación no renovable y un 73% renovables (Ministerio de Energía y Minas, 2017).

4.8. Población y Energía Eléctrica

En el 2006, sólo 54% del país gozaba de electricidad, unas 580,000 viviendas tenían acceso a energía. A partir del 2007, El Gobierno de Nicaragua impulsó un Programa de Electrificación a nivel nacional, con fondos provenientes del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Banco Europeo de Inversiones (BEI), Facilidad Económica de Inversiones (LAIF), Fondos de Contravalor del Gobierno de Japón, Instituto de Crédito Oficial de España (ICO); Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) (ENATREL, 2019).

Al año 2017, Nicaragua había llegado a una cobertura del 94%, según datos publicados por ENATREL, otros dos países de la región Centroamericana también han superado este índice, El Salvador con 95.4% y Costa Rica con 99%.

Ilustración 5 Evolución del índice de cobertura eléctrica en Nicaragua



Fuente: (CEPAL, 2015)

Elaboración: Autoras de esta tesis

4.9. Conclusiones del capítulo

A partir de lo expuesto en este capítulo podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- Existe un fuerte vínculo entre el consumo de energía eléctrica y el desarrollo económico de un país. En muchos países de la región el principal consumidor es el sector industrial, para Nicaragua es el sector residencial.
- Las proyecciones para la región de Latinoamérica reflejan 3.67% de crecimiento en consumo energético para los próximos años; esto implica el desarrollo de nuevas inversiones para aumentar la capacidad de generación.
- A nivel de Centroamérica existen esfuerzos para la integración del mercado eléctrico regional a través del sistema de interconexión. Este sistema beneficia a los países con el acceso a la exportación e importación de energía eléctrica en la región.
- En los últimos años, Nicaragua ha tenido avances significativos en su matriz energética; ya que ha disminuido su dependencia a los derivados del petróleo y ha incrementado su capacidad de generación por fuentes renovables, como es la eólica y geotérmica. Paralelamente ha incrementado su cobertura eléctrica al 94% de la población para el año 2017. Sin embargo, Nicaragua tiene la oportunidad de aumentar su consumo energético, incrementado el nivel de cobertura y atrayendo nuevas inversiones al país. Presenta grandes retos en la definición de tarifas energéticas competitivas para el sector industrial y residencial.

CAPÍTULO V. MODELO TEÓRICO

En este capítulo se analizarán siete investigaciones sobre el sector eléctrico y el mercado de generación de energía eléctrica de Europa, Estados Unidos, Canadá, Chile, Colombia, País Vasco, España, México y Costa Rica. Se describirán las acciones, características, factores y tendencias observadas en cada caso, que responden al desarrollo sostenible de la industria. A raíz de esta revisión de literatura podremos construir el modelo teórico que explica los Factores Críticos de Éxito para la industria de generación de energía eléctrica.

5.1. Análisis comparativo de diferentes esquemas de suficiencia en generación eléctrica

El primer artículo es de Flórez Estrada, Gómez Duque, & García Rendón (2016) con el título de *Análisis comparativo de diferentes esquemas de suficiencia en generación eléctrica: algunas reflexiones para el mercado eléctrico en Colombia*. Este documento analiza el diseño de los mercados eléctricos, incentivos, desempeño actual y ventajas y desventajas de la eficiencia de los mercados de Europa, Estados Unidos, Canadá, Chile, Brasil y Panamá. El estudio realiza una propuesta para un mejor desempeño de la industria de generación de Colombia.

Describe que uno de los factores presente en la regulación de los mercados eléctricos es la *Confiabilidad en el Suministro*. De acuerdo a Fernández: “la *confiabilidad* es la capacidad de los sistemas eléctricos de entregar energía con los estándares de calidad y cantidad requerida por la demanda”. Posee tres atributos: *Seguridad, Firmeza y Suficiencia*.

Seguridad se refiere a la capacidad de respuesta (capacidad de generación) para cubrir la demanda en tiempo real.

Firmeza es la disponibilidad de los equipos de generación instalados para cubrir períodos críticos. Depende del mantenimiento de las unidades, contratos de combustibles, entre otros.

Suficiencia es la existencia de suficiente capacidad instalada disponible para cubrir la demanda. Es posible entenderla como la habilidad de lograr un equilibrio de mercado entre la oferta y demanda.

Mercado de Nord Pool: este mercado está constituido por Noruega, Suecia, Finlandia, Dinamarca y los países bálticos de Estonia, Lituania y Letonia. Operan en el mercado del día antes (*Elspot*), mercado intra-diario (*Elbas*), mercado de contratos bilaterales, mercados financieros y en el mercado de contratos por diferencias.

Las *nuevas inversiones* tienen como objetivo lograr la *transformación de su matriz energética* y el *cumplimiento de su cuota por energía renovable*.

Existen *generadores* que juegan una *posición dominante* en capacidad instalada a nivel de país. Sin embargo, esto desaparece cuando se integran los países nórdicos, la *participación de las empresas* se reduce y el *mercado queda poco concentrado* (el índice Herfindahl e Hirschman (IHH) para este mercado es menor a 600).

Las empresas participantes tienen el compromiso de conservar el sentido de prestación de servicio público, aunque están expuestas a un esquema competitivo.

Mercado de Alberta: Alberta es una de las provincias de Canadá, con la mayor producción de petróleo y de gas natural en todo el país. Su *capacidad instalada de generación* depende en gran medida del gas y carbón.

El alto componente de capacidad térmica permite una mayor *firmeza* al sistema.

Carecen de *mecanismos* que les permitan controlar *los precios de la oferta* de los generadores en el *mercado spot* y aceptan el uso ocasional del *poder de mercado*. En algunas ocasiones el precio puede elevarse a niveles superiores de los costos marginales del generador.

Estipulan *contratos estandarizados* de hasta por 20 años. Señala que el mercado ha sido exitoso, ya que ha *atraído inversión* que les ha permitido cumplir con el *crecimiento de la demanda*. Han retirado *plantas de generación de poca eficiencia y antiguas*, han incrementado el *número de participantes* en la actividad de generación. Adicionalmente se han *diversificado los recursos energéticos* con la introducción de plantas hidráulicas y eólicas.

Mercado de PJM: PJM es un operador de transmisión regional que coordina la operación total o parcial en 13 estados de Estados Unidos. Su matriz de generación estaba compuesta mayormente por plantas a carbón, centrales nucleares y térmicas a gas; es predominantemente térmico. La participación del sector público es baja.

Parte de las empresas que representan el mercado mayorista están integradas en al menos dos actividades de la cadena de valor del sector eléctrico.

Para garantizar la competitividad y eficiencia en el mercado mayorista, han creado una *unidad independiente de monitoreo*, conocida como MMU. Da seguimiento a la conducta e impacto de los participantes en los cuatro mercados. Propone ajustes al mercado en caso de comportamientos anticompetitivos.

El mercado mayorista considera cuatro *submercados*: el mercado del día antes, el mercado en tiempo real, el mercado de servicios complementarios y el mercado de capacidad RPM.

Promueve la *participación activa de la demanda* mediante ofertas explícitas, conocidas como DR (Demand Response)

Mercado eléctrico chileno: el mercado eléctrico Spot funciona bajo el modelo de mínimo costo, cada generador declara sus costos variables y se despachan al operador del sistema. El operador del sistema define los recursos de generación y demanda que están habilitados para la prestación del servicio.

Se reconoce un pago de potencia de suficiencia a los generadores, considera dos elementos: la suficiencia que mide la contribución a la probabilidad de abastecer la demanda y el atributo de seguridad que mide la posibilidad de mitigar las perturbaciones en el sistema.

Promueven el ingreso de nueva capacidad de generación en el sector a través de procesos de licitaciones, en su mayoría a fuentes de energía renovable no convencional. Dentro de estas se ubican plantas hidráulicas menores a 20 MW, biomasa, geotérmica, eólica, solar y mareomotriz.

Mercado eléctrico de Brasil: su parque de generación es predominantemente hidráulico, representa el 84% de la *capacidad instalada*. Cuenta con embalses de gran capacidad que les permite el almacenamiento de energía en períodos de alto aporte, para su posterior utilización en períodos secos.

La mayor parte de los activos de generación son de propiedad estatal, representan el 80%. Durante el período del año 1995 al año 2000, Brasil inició un proceso de privatización, con el objetivo de eliminar la integración vertical entre los agentes de la cadena. Sin embargo, este objetivo no se ha logrado. El sistema presentó problemas de

governabilidad, no había suficientes incentivos para atraer nueva inversión, no había claridad en las reglas. Todo esto desembocó en una crisis para el año 2001 y hubo racionamiento.

En los años siguientes se establecieron mecanismos para garantizar la *seguridad del suministro*. Se obligó a las empresas a contratar el 100% de la *demanda esperada* para los próximos 5 años. Se combinaron los contratos con plantas hidroeléctricas y térmicas con el fin de dar garantía de suministro y costos. Se reintrodujo la *planeación* para vigilar permanentemente el crecimiento de la demanda e identificar oportunidades de expansión.

Para atraer la inversión, se crearon subastas de contratos de energía a largo plazo (15 y 30 años). En el período 2005-2015 se han logrado realizar 34 subastas de expansión. El país no ha enfrentado nuevamente racionamientos, a pesar de tener períodos con bajos aportes hidrológicos.

Mercado eléctrico de Panamá: Panamá se encuentra interconectado con 5 países centroamericanos a través del *sistema de Interconexión eléctrica*. La transformación del mercado inició en 1997, con la expedición de la Ley 6; en la cual se estableció el *mercado mayorista* de electricidad y el régimen de las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización. Se introdujo competencia en el mercado mayorista y se estableció regulación en la transmisión y distribución de la energía.

Se prohibió la *integración vertical*, excepto en la distribución, que se realiza en conjunto con la comercialización. Se habilitó la entrega de excedentes al sistema por parte de autogeneradores y cogeneradores y se dictaron las normas para los intercambios internacionales.

La operación del sistema se realiza con base en un despacho económico en orden ascendente de costos variables. Se tiene un mercado de contratos para la compra y venta de energía y potencia y un mercado de ocasión que define el precio en forma horaria, que corresponden a los costos marginales de corto plazo. Las transacciones internacionales se realizan en el *mercado de ocasión*.

Entre el año 2000 y 2010 la capacidad incrementó un 62% (0.60GW), del 2010 a enero 2016 el incremento fue del 93%, aportando 1.47 GW adicionales.

El *mecanismo de contrato* de suministro ha promovido la instalación de nueva capacidad de generación. En el año 2010 hicieron un cambio regulatorio que eliminaba

el precio techo que ocasionó dificultades en la expansión de capacidad al inicio del año 2000. La *capacidad instalada* al mes de diciembre del año 2000 fue de 970.7 MW, a diciembre 2010 alcanzó los 1,570.4 MW y a enero 2016 tenían 3,038.7 MW.

Mercado eléctrico de Colombia: en el año 1995 Colombia realizó la *desregulación* del sector eléctrico a través de la Ley 142 que regula los servicios públicos domiciliarios y la Ley 143 que establece el marco legal para la prestación del servicio de suministro de energía eléctrica. A través de estas leyes se dejó el monopolio estatal en el sector y se introdujeron agentes privados. Se separaron las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización. La generación y la comercialización está sujeta a un régimen competitivo. Aunque el mercado está moderadamente concentrado, tiene un valor 1450 para el IHH.

El *mercado mayorista* puede transar la energía a través del mercado spot, servicios complementarios y generaciones de seguridad, mercado de contratos bilaterales, mercado de derivados financieros.

Más del 60% de la *capacidad instalada* del mercado colombiano es hidráulico. Esta característica, puede ser crítica cuando hay una disminución en las afluencias. Sobre todo, cuando se presentan fenómenos como “El niño”, situación que se presentó en el año 2009 y 2010. Las centrales hidráulicas tienen la capacidad de regular para concentrar su generación en las horas picos o de mayor demanda de potencia. Es por esta razón que Colombia optó por un *Cargo por Confiabilidad* basado en la energía firme, en lugar del esquema de *Cargo por Capacidad*.

En el caso de Colombia se requiere de generadores *flexibles* que puedan pasar rápidamente de estar en reserva a producir suficiente energía para garantizar el abastecimiento de la demanda eléctrica del país.

Las centrales eólicas y solares incrementan su capacidad de generación en períodos de escasez hidráulica; aunque no en la proporción y firmeza requerida.

El análisis concluye haciendo énfasis en la importancia de la *credibilidad del esquema de mercado*, en la *estabilidad normativa e institucional*, para garantizar la *suficiencia* en capacidad de generación y un desempeño eficiente del mercado.

52. La transformación del sector energético del País Vasco

El reporte *La transformación del sector energético del País Vasco* publicado por (Álvarez Pelegrí, Larrea Basterra, Díaz Mendoza, & Mosácula Atienza) en el 2013 analiza la importancia del sector energético en la economía de un país y expone los esfuerzos realizados por el Gobierno Vasco para mejorar la competitividad del sector.

Se mencionan una serie de estrategias energéticas y políticas energéticas implementadas por el gobierno, una de ellas es la Estrategia Energética de Euskadi 2020. Esta estrategia se centra en un *plan a 10 años*, enfocado en impulsar *políticas de ahorro y eficiencia*, y en *desarrollar nuevas tecnologías*.

Algunos de los objetivos del plan son:

- Incrementar el *aprovechamiento de las energías renovables*, alcanzando una cuota de renovables en el consumo final del 14%.
- Aumentar la *participación de la cogeneración y las renovables* para la generación eléctrica.
- Impulsar el *I+D tecnológico e industrial* en el sector eléctrico.
- Contribuir a la *reducción de CO2*

Otro de los aspectos relevantes mencionados en el documento es el tema de la infraestructura eléctrica, ya que este elemento influye en la *garantía y calidad del suministro*. Por lo que los autores recomiendan *reforzar la infraestructura actual y mejorar las interconexiones internacionales*.

Igualmente, es importante mencionar que el Gobierno Vasco, ha desarrollado una estrategia específica para el *desarrollo tecnológico*, con el objetivo de consolidar una red competitiva de empresas y agentes que innoven en tecnologías energéticas. Esta estrategia también se enfoca en aspectos como las *energías renovables como solución al futuro*, *estrategias de gestión de la demanda*, *impulso de una red eléctrica de transporte y distribución* y *las redes inteligentes*.

53. El reto de la competencia en el sector eléctrico

El tercer documento corresponde a Xavier Vives, llamado *El reto de la competencia en el sector eléctrico* fue publicado en el 2006 con el objetivo de determinar si la liberalización en el sector eléctrico da como resultado una mayor eficiencia del sector. El documento relaciona la *liberalización* con la *privatización* de

un sector y como no solo es necesario privatizar un sector sino también, introducir competencia para que este sea más eficiente.

Hipótesis y modelo planteado

El artículo analiza la estructura del sector eléctrico en España y analiza los efectos que tuvo la liberalización del sector en el Reino Unido y en países escandinavos. Algunas de las preguntas de investigación planteadas son: ¿cuál es el impacto del *grado de concentración en el mercado mayorista* en la eficiencia?, ¿Cuál es el papel de la política de defensa de la competencia y como se relaciona con el regulador?

Uno de los factores importantes que señala Vives (2006) es el del *poder de mercado*. El autor señala que el sector eléctrico es susceptible al *poder de mercado* debido a que la oferta es relativamente inelástica (debido a que la electricidad no es almacenable) y que la demanda a corto plazo es inelástica. Vives menciona que cuando existen empresas generadoras “pivotes”, es decir, que el generador es necesario para satisfacer la demanda, el generador puede tener una gran capacidad de influenciar los precios. En los *mercados concentrados*, la capacidad de las empresas de elevar los precios por encima de los costes marginales es sustancial. Esto crea una ineficiencia ya que los costos de la industria no se disminuyen.

Otro de los factores mencionados son los *contratos a plazos*. De acuerdo con Vives (2006), los contratos a futuro incrementan la competencia en el mercado al contado ya que solamente un porcentaje de lo que producen las empresas queda libre para el mercado. Esto reduce el incentivo de la empresa de ofertar menos energía para incrementar el precio. Asimismo, se exponen las *relaciones verticales* y como estas pueden facilitar prácticas anticompetitivas en el sector. De acuerdo con Vives, la integración vertical puede limitar la competencia ya que una empresa puede utilizar algún “cuello de botella” en algún segmento de la cadena para evitar la entrada de competidores. Dentro del sector eléctrico, esto puede ocurrir especialmente cuando existe una empresa integrada verticalmente en las actividades de generación y comercialización o si está integrada en el transporte y distribución.

Por último, el artículo señala el rol que debe tener la *regulación* para mitigar y controlar el poder de mercado de los agentes en el sector eléctrico. Sobre esto, el autor enfatiza que la regulación debe ser estable y consistente para no incrementar la incertidumbre y evitar efectos de distorsión de la competencia.

54. El «mercado» de generación eléctrica en España: estructura, funcionamiento y resultados

Otro de los documentos utilizados fue el artículo *El «mercado» de generación eléctrica en España: estructura, funcionamiento y resultados* publicado en el 2017 por (Agosti, 2007). El artículo describe la estructura del sector eléctrico en España, con un enfoque en el poder de mercado y los efectos de la desregulación del mercado.

Hipótesis y modelo planteado

En este artículo, se expone como el mercado eléctrico español se abrió a la competencia en 1998, sin embargo, también se dio una alta *concentración en el mercado* ya que una empresa adquirió otras empresas y hoy en día, son dos empresas las que controlan más del 55% de la capacidad de generación. Asimismo, los autores mencionan que el mercado eléctrico español tiene una limitada *capacidad de interconexión* con otros países del resto de Europa. España tiene la posibilidad de interconectarse con otros mercados eléctricos, como ser el de Portugal y Marruecos, sin embargo, la *capacidad de interconexión* es muy baja lo que convierte al país en una “*isla eléctrica*”.

En este artículo se vuelven a mencionar las *integraciones verticales* y como la forma en la que se encuentre integrada una empresa influye en la *política de fijación de precios*. Los autores mencionan que esta política de precios depende de la posición que tenga un grupo empresarial como vendedor o comprador neto en el mercado. Por ejemplo, un grupo empresarial en una posición vendedora neta tiene mayores incentivos para elevar el precio marginal en el mercado que una empresa con una posición neta compradora.

55. Eficiencia energética: recurso no aprovechado

El estudio *Eficiencia energética: recurso no aprovechado* publicado en el año (2007) expone las medidas que han tomado algunos países de la Unión Europea para promover la eficiencia energética en los países. Una de las acciones tomadas es la creación de *instituciones nacionales* que tienen como objetivo desarrollar la eficiencia energética en el país. 85% de los países europeos cuentan con este tipo de institución,

quienes son especializadas en el tema y brindan asistencia técnica a los involucrados y promoviendo la eficiencia energética.

Se destaca el caso de México, en donde en 1989 empezó a operar la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), encargada de promover la eficiencia energética. Asimismo, existen otras instituciones que apoyan este tema y todas las instituciones responsables son de *carácter permanente, tienen autonomía y cuantifican los resultados de sus iniciativas en valores monetarios*.

Asimismo, otro aspecto clave que se observa en los países que han avanzado en el tema es el *sustento de la decisión política*, el cual se demuestra por medio de la constitución de instituciones responsables de la ejecución de programas sobre el tema. Se destacan los casos de México y Costa Rica, quienes incluyeron en sus planificaciones energéticas las metas establecidas para los planes de eficiencia energética.

Por último, el artículo vuelve a enfatizar la necesidad de institucionalizar la eficiencia energética, ya que los esfuerzos que no son a largo plazo solamente brindan resultados temporales y desaparecen después de un tiempo. Por lo tanto, los autores recomiendan lo siguiente para institucionalizar la eficiencia energética:

- *Concienciación a los actores del sector energético*: No se apoya lo que no se conoce y esto aplica en el caso de la eficiencia energética.
- *Decisión política*: Como punto de partida se encuentra la decisión en el nivel más alto del gobierno, de las empresas del sector, de la academia y de profesionales que permitan elevar la eficiencia energética a categoría de política de estado.
- *Determinar la entidad responsable*: A la decisión política le sigue en importancia, la definición o constitución, del organismo que será el responsable del desarrollo de la eficiencia energética.
- *Establecer los objetivos del plan*: determinar primero el potencial y luego establecer las metas.
- *Definición de la estrategia para lograr los objetivos del plan*: Definidas las metas es preciso proponer una estrategia que permita alcanzar los objetivos establecidos.
- *Desarrollo e implantación del plan*: Con la definición de la estrategia se tiene la guía para desarrollar el plan, que deberá sustentarse en el entendimiento que el esfuerzo debe ser de largo plazo y que debe integrar diversos elementos para que garanticen el éxito.

- *Monitorear y evaluar el plan:* el monitoreo no solo debe servir para la evaluación, sino también para tomar las medidas correctivas cuando sea necesario.

5.6. Políticas de eficiencia y ahorro energético para el sector eléctrico chileno: ¿garrote o zanahoria?

Este artículo publicado en el año 2009 por (Sauma) analiza las políticas regulatorias en Chile que tienen como objetivo regular los *incentivos* para que las empresas del sector eléctrico alcancen una eficiencia y ahorro energético. El autor menciona que estudios recientes muestran que una de las barreras que enfrenta la difusión de medidas de eficiencia energética se debe a una falta de *información sobre los patrones de consumo*. Esto se debe a que usualmente las empresas de distribución son las que poseen información sobre los patrones de consumo y estas no poseen incentivos para promover un mejor uso de la energía entre sus consumidores.

Es por esta razón que se vuelve fundamental la participación del Estado en la promoción de la eficiencia energética. En resumen, el Estado debe ser el encargado de *fijar una normativa* para que los agentes del mercado tengan los *incentivos suficientes* para implementar programas de eficiencia. No obstante, se hace un énfasis en el hecho de que el Estado no debería administrar dichos programas y debe limitarse únicamente a supervisar y servir como guía a las empresas que administren los programas.

Posteriormente, el artículo menciona que estos programas de eficiencia energética necesitan capital para ser desarrollados correctamente. Actualmente, existe una *dificultad para financiar* estos programas ya que las tasas de retorno exigidas a este tipo de proyectos son bastante altas (en Chile la tasa de retorno es de aproximadamente el 30%). Como soluciones al problema de financiamiento de estos proyectos, se presentan el uso de una herramienta de libre acceso para *medir la relación costo-efectividad* de cada medida de eficiencia energética. Otra recomendación es ofrecer subsidios para las *entidades financieras* que otorguen préstamos para proyectos de eficiencia energética, de manera que los subsidios se trasladen en *tasas de interés más bajas*.

57. Modelo de Creación de Valor en el Sector Eléctrico

El documento *Modelo de Creación de Valor en el Sector Eléctrico* publicado en el año 2007 por (Miranda) describe los principales factores y elementos necesarios para mejorar la competitividad del sector.

El autor señala que los siguientes factores inciden en la creación de valor en el sector eléctrico:

- *Productividad*: puede definirse como la energía facturada entre el costo total de los recursos utilizados.
- *Disponibilidad*: La disponibilidad y sus elementos asociados como la *confiabilidad* y la mantenibilidad tienen una repercusión implícita en la creación de valor, estando en proporción inversa con el capital utilizado por unidad de capacidad de infraestructura instalada.
- *Eficiencia*: de acuerdo con el autor, en la generación la eficiencia es representada por el régimen térmico en las centrales termoeléctricas o de ciclo combinado, mientras que por el régimen hidráulico en las centrales hidroeléctricas. Este parámetro es un indicador que mide la energía entregada entre la energía potencial del agua y el poder calorífico del energético primario, menos las pérdidas de los procesos de transmisión y distribución. Un valor alto de eficiencia incide en un menor costo de producción \$/kWh.
- *Tecnología*: La tecnología utilizada en todos los procesos de la cadena productiva de la energía influye en los factores antes mencionados. La tecnología influye en la disponibilidad de la energía y en el ciclo de vida, igualmente, influye en la eficiencia.
- *Riesgo*: este factor es relevante ya que incluye todo lo que puede llegar a afectar las operaciones y desempeño de las organizaciones que operan en el sector. El contar con un modelo para la gestión y control del riesgo es cada vez más un aspecto relevante que debe ser considerado en los modelos de negocio y en las operaciones de las compañías del sector eléctrico.
- *Marco regulatorio*: de acuerdo con el autor, este es un factor clave ya que limita las decisiones a tomar y la posibilidad de maximizar el valor entregado. Como ejemplo, se menciona las normativas relacionados a la aplicación de tarifas, subsidios, adquisiciones, etc. todas estas afectan la rentabilidad de las empresas y sus operaciones.

- *Desarrollo sustentable*: es considerado como factor clave ya que incide en la creación o destrucción de valor en el sector. Se define como el punto de equilibrio entre el impacto ambiental, económico y las consecuencias para la sociedad.
- *Estandarización*: el desempeño óptimo de los procesos puede asegurarse mediante el uso de estándares, normas técnicas y sistemas de gestión e información.

5.8. Análisis de datos

Una vez seleccionado el material objeto de estudio, se procedió a analizar la información e identificar códigos o factores que inciden en la competitividad del sector de generación de energía. Posteriormente se utilizó el software atlas.ti para validar el listado de códigos identificados y cuantificar su frecuencia. Finalmente, estos códigos se asociaron por grupos de afinidad y se definió el siguiente modelo teórico, que se refleja en la Tabla No. 8.

La revisión de literatura ha permitido identificar diez Factores Críticos de Éxito para el sector de generación de energía eléctrica: (1) la estructura del sector, (2) eficiencia energética, (3) matriz energética, (4) confiabilidad del suministro, (5) gestión de la demanda, (6) Planificación, (7) Sustentabilidad, (8) Gestión Gubernamental, (9) Marco regulatorio, y (10) riesgos.

Tabla 8 Modelo teórico

FCE	Variables de medición	Frecuencia*
Estructura del sector	Mercado eléctrico: mercado mayorista y sub mercados	97
	Interconexión entre países	
	Precio de la oferta de los generadores	
	Costos de generación (variables y marginales)	
	Contratos a largo plazo de compra y venta de energía	
	Instituciones que regulan	
	Concentración de mercado	
Eficiencia energética	Vínculo con la cadena de valor (Distribución, transmisión y comercialización)	30
	Incentivos para la eficiencia	
	Programas de eficiencia	
Matriz energética	Desempeño eficiente de las plantas de generación	26
	Capacidad instalada / capacidad de generación	
	Participación de fuentes renovables	
	Diversificación de recursos energéticos	
	Firmeza en el suministro	23

Confiabilidad del suministro	Suficiencia en el suministro	18	
	Seguridad del suministro		
	Infraestructura		
Gestión de la demanda	Satisfacción de la demanda de energía		
	Demanda esperada a futuro		
	Vínculo con la industria del país		
	Consumo energético		
Planificación	Plan a largo plazo		13
	Incluye oportunidades de expansión		
	Desarrollo e implantación del plan		
	Monitoreo y evaluación del plan		
Sustentabilidad	Uso y desarrollo de tecnología	13	
	Condiciones climáticas		
	Metas ambientales de reducción del CO2		
	Concienciación a los actores del sector		
Gestión Gubernamental	Política energética	11	
	Gobernabilidad		
	Decisión política		
Marco regulatorio	Estabilidad normativa	7	
	Estabilidad institucional		
Riesgos	Riesgos asociados al sector	2	

*Fuente: Atlas.ti 8.4.18

Elaboración: Autoras de esta tesis

59. Conclusiones del capítulo

A partir del modelo teórico podemos concluir lo siguiente:

- El Factor Crítico de Éxito que presentó mayor frecuencia en la revisión de literatura fue la *Estructura del sector*. Este factor considera aspectos relacionados a los *mercados eléctricos*, ya observamos que estos varían en cada país. Algunos países gozan de múltiples mercados como es el caso de Europa, Canadá y Estados Unidos.
- Los países han realizado esfuerzos por lograr la *liberalización y desregulación del mercado eléctrico*. Ejemplo de esto es Estados Unidos, quién tiene una baja participación del sector público y la actividad de generación está en manos de empresas privadas. Sin embargo, no todos los países han logrado la desintegración de la cadena y algunos, como Colombia, aún tienen una alta participación estatal en la generación de energía.
- El *mercado eléctrico* de Panamá es muy parecido al mercado eléctrico de Nicaragua, ya que, en ambos países el *mercado mayorista* participa en el mercado de contratos a plazo y el mercado de ocasión.

- La creación de *instituciones* independientes que regulen y vigilen los comportamientos de los participantes en la industria se vuelve clave para garantizar la competitividad del sector.
- La *eficiencia* es un factor que está asociado a la competitividad, y es necesario que esté presente en la planificación, en los programas de gobierno, en el desempeño de las unidades de generación.
- La demanda de energía ocupa un rol relevante para la generación, debe tener una participación activa. Se trata pues de una verdadera *gestión de la demanda* que considere la satisfacción de la demanda en todas las épocas del año, crecimientos futuros, que incentive la economía de los países y aumente el consumo energético de la población para lograr un mayor desarrollo.
- País Vasco ha sido uno de los casos donde se ha incentivado el *desarrollo tecnológico* en la industria eléctrica, lo considera como parte de su estrategia competitiva. La industria de generación ha mostrado avances significativos en el desarrollo de nuevas tecnologías de fuentes renovables y redes inteligentes.

CAPÍTULO VI. FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

En este capítulo se desarrollan los Factores Críticos de Éxito para la industria de generación de energía eléctrica que surgen de unificar la revisión de literatura⁵ expuesta en el capítulo anterior y la opinión de expertos. Seguido se incluye el análisis de contenido de las entrevistas realizadas a los expertos y sus argumentaciones; así como los comentarios propios de la validación del modelo ajustado. El capítulo concluye con la matriz de FCE incluyendo variables e indicadores de medición.

6.1 Determinación de los FCE

La unificación de ambas fuentes de información permitió identificar 8 factores críticos de éxito y 41 variables de medición.

Los 8 factores críticos de éxito encontrados son:

1. Estructura del sector
2. Matriz energética
3. Gestión de la Demanda
4. Planificación
5. Sustentabilidad
6. Gestión gubernamental
7. Marco regulatorio
8. Situación económica del país

A continuación, se explica cada FCE en base a los autores consultados:

Estructura del sector: Lozano (2018) expone que la estructura del sector eléctrico se encuentra compuesta por factores como los agentes que participan en el mercado eléctrico, los roles de cada agente y mecanismos de operación de los sistemas. Estas condiciones son las que determinan que tipo de organización y competencia se encuentra en el mercado eléctrico de un país. Analizar la estructura del sector se vuelve de suma importancia ya que, como lo mencionan Tamayo, Salvador, & Vásquez (2016) en una cantidad importante de países en el mundo, el sector energético se ha liberalizado

⁵ La revisión de literatura no se limita únicamente a la información presentada en el capítulo IV de esta investigación.

y ha seguido un proceso de desintegración vertical, creando empresas independientes y fomentando la introducción de nuevas empresas.

Tabla 9 Estructura del sector eléctrico y sus variables de medición

FCE	Variables de medición	Referencias
1. Estructura del sector eléctrico	1. Proceso de contratación de energía	(Sicre del Rosal, s.f)
	2. Liberalización/Privatización de las empresas	(Coviello, Gollán, & Pérez, 2012)
	3. Regulación	(Aranzadi, 2014), (PEFINDO , 2019)
	4. Mercados eléctricos	(Perez-Arriaga, 2016)
	5. Sistema de Interconexión con otros países	(Agosti, 2007)
	6. Vínculo con los eslabones de la cadena (comercialización, distribución y transmisión)	(INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 1984)
	7. Concentración de mercado	(Agosti, 2007)
	8. Rentabilidad	(Fareed, 2016)

Elaboración: Autoras de esta tesis

Matriz energética: Como lo exponen Tamayo, Salvador, & Vásquez (2016) la función principal de la generación es transformar la energía primaria en energía eléctrica. De acuerdo con Castillo (2013) este factor considera aspectos relacionados a la capacidad instalada de las plantas generadoras, el grado de contribución de cada fuente de generación en la oferta energética de un país y la disponibilidad de fuentes de generación, es decir, si deben ser importados o si se encuentran disponibles en la región.

Tabla 10 Matriz Energética y sus variables de medición

FCE	Variables de medición	Referencias
2. Matriz energética	1. Eficiencia energética	(Erbach, 2015), (Perez-Arriaga, 2016)
	2. Participación de fuentes renovables	(Flórez Estrada, Gómez Duque, & García Rendón, 2016)
	3. Diversificación de recursos energéticos	
	4. Participación de la Generación Distribuida	(Carvajal Quintero & Marin, 2013)
	5. Disponibilidad de fuentes energéticas	(Altomonte, Márquez, & Acquatella, s.f), (García E. , 2016)
	6. Capacidad instalada y Capacidad de generación	(Christopher, 2017) (Flórez Estrada, Gómez Duque, & García Rendón, 2016)
	7. Ubicación de las plantas	(Fernandez, 2011)

Elaboración: Autoras de esta tesis

Gestión de la Demanda: De acuerdo con Willis (2002) la demanda de energía eléctrica es el valor promedio de la carga eléctrica durante un período de tiempo conocido como intervalo de la demanda. Comúnmente, la demanda se mide por horas, pero se puede medir en cualquier intervalo: 7 segundos, un minuto, 30 minutos, a diario y mensual. (p. 42)

Adicionalmente, Tamayo, Salvador, & Vásquez (2016) mencionan que la demanda de energía se caracteriza por tener un comportamiento variable durante el día y el año, con períodos de baja o alta demanda. Y que la demanda se puede analizar según los agentes demandantes, es decir por los tipos de consumidores (residencial, industrial, etc. Manotas Duque (2013) señala que la demanda de energía es un factor clave ya que “la expansión de la capacidad de generación es una consecuencia directa del comportamiento de la demanda” (p. 103).

Tabla 11 Gestión de la demanda y sus variables de medición

FCE	Variables de medición	Referencias
3. Gestión de la demanda	1. Tarifas energéticas competitivas	(Ávila, 2018)
	2. Consumo energético de la población	(Sauma, 2009)
	3. Satisfacción de la demanda	Tamayo, Salvador, & Vásquez (2016)
	4. Demanda esperada a futuro	(Flórez Estrada, Gómez Duque, & García Rendón, 2016)
	5. Vínculo con la industria del país	(Álvarez Pelegrý, Larrea Basterra, Díaz Mendoza, & Mosácula Atienza, 2013)

Elaboración: Autoras de esta tesis

Marco regulatorio: Rubén Pata (s.f) define el marco regulatorio como la combinación de estatutos, regulaciones legales y reglas judiciales que proporcionan las bases sobre las cuales las instituciones construyen y determinan el alcance y naturaleza de su participación en un sector o en la sociedad. De acuerdo con García-Álvarez & Moreno (2016) el marco regulatorio es un factor crítico ya que este debe ser un marco apropiado para “el desarrollo de la competencia en la actividad de generación” (p. 564). Por otro lado, Castillo (2013) menciona que el marco regulatorio debe adecuarse a las necesidades de la región o del país y debe asegurar un precio justo para los consumidores finales.

Tabla 12 Marco regulatorio del sector y sus variables de medición

FCE	Variables de medición	Referencias
4. Marco regulatorio del sector	1. Claridad y estabilidad normativa	García-Álvarez & Moreno (2016)
	2. Promoción de incentivos	
	3. Vigente y actualizado	(Flórez Estrada, Gómez Duque, & García Rendón, 2016)
	4. Institucionalidad	

Elaboración: Autoras de esta tesis

Planificación: El ministerio de Energía de Chile (2016) establece la planificación energética como la creación de “escenarios energéticos que contengan tendencias y comportamiento del consumo y de la oferta de energía que el país podría enfrentar en el futuro, de modo que sean considerados en la planificación de los sistemas de transmisión eléctrica” (p. 11). La organización latinoamericana de energía (2017) establece que la planificación es un proceso continuo, dinámico que se adapta con la evolución de las variables que actúan en el sistema (variables económicas, avances tecnológicos y cambios políticos). La planificación energética se basa en las necesidades, características, intereses, recursos y posibilidades de un país y/o sector. Esta varía en relación con el tipo de estado o sistema de gobierno que los ejecuta y debe responder a la situación propia de cada sector, proyectan escenarios presentes y futuros para el sector.

Tabla 13 Planificación y sus variables de medición

FCE	Variables de medición	Referencias
5. Planificación	1. Inversión en el sector	(OLADE, 2000)
	2. Visión de largo plazo	
	3. Públicos, colaborativos y consideran estudios previos	
	4. Institucional	
	5. Desarrollo, monitoreo y evaluación del plan	(Poveda, 2007)

Elaboración: Autoras de esta tesis

Sustentabilidad: La sustentabilidad o sostenibilidad en el sector energético es definido por el World Energy Council (2011) como el “equilibrio entre tres dimensiones principales: la seguridad energética, la sostenibilidad ambiental y la equidad social”. La seguridad energética implica una gestión efectiva de los recursos energéticos disponibles; la equidad social busca que toda la población tenga acceso a la energía y que el mismo sea asequible, mientras que la sostenibilidad ambiental requiere disminuir

los impactos negativos por medio del uso de fuentes de energía limpia y la disminución de emisiones de carbono (Rojas Wang, 2015).

Como lo señala Julieta Cano (2017) uno de los desafíos que enfrenta el sector energético en América Latina es “El desarrollo de patrones de producción y uso de energía eficientes y compatibles con el medio ambiente”. Asimismo, se observa una transición a nivel mundial en el sector de energía, en la que cada vez son más los países comprometidos a alcanzar un desarrollo sostenible. Banerjee, Moreno, Sinton, Primiani, & Seong (2017) señalan que a nivel mundial cada vez son más los países que han empezado a implementar medidas hacia un desarrollo sustentable, por lo que este factor se vuelve de alta importancia para que los países puedan ser líderes en el sector energético a nivel mundial.

Tabla 14 Sustentabilidad y sus variables de medición

FCE	Variables de medición	Referencias
6. Sustentabilidad	1. Confiabilidad del suministro	(Flórez Estrada, Gómez Duque, & García Rendón, 2016)
	2. Uso y desarrollo de tecnología	(OLADE, 2000)
	3. Desarrollo humano	
	4. Metas ambientales de reducción de CO ₂	(Flórez Estrada, Gómez Duque, & García Rendón, 2016)
	5. Concienciación a los actores del sector	(Poveda, 2007)
	6. Condiciones climáticas	(OLADE, 2000)

Elaboración: Autoras de esta tesis

Gestión gubernamental: Comprende todas las actividades de una organización o Estado relacionadas al cumplimiento de metas y objetivos, así como la evaluación del cumplimiento de estos y el desarrollo de una estrategia operativa que garantice la supervivencia (Manual de Auditoria de Getsion, s.f). Algunos autores mencionan que la gestión gubernamental debe facilitar la entrada y salida de empresas en el sector, de manera que exista contestabilidad del mercado (García-Álvarez & Moreno, 2016).

Tabla 15 Gestión Gubernamental y sus variables de medición

FCE	VARIABLES DE MEDICIÓN	REFERENCIAS
7. Gestión Gubernamental	1. Política energética	(Álvarez Pelegry, Larrea Basterra, Díaz Mendoza, & Mosácula Atienza, 2013)
	2. Estabilidad política	(A.Trotter, Maconachie, & McManus, 2018)
	3. Voluntad política	(Asociación Internacional de Fomento, 2009), (Departamento de Desarrollo Sostenible, 2007)

Elaboración: Autoras de esta tesis

Situación económica del país: Calvarro (2016) expone que la situación económica de un país no solo muestra la situación actual de la economía, sino que también permite identificar la tendencia a futuro. La situación económica de un país puede medirse a través de indicadores económicos como las tasas de interés, el riesgo país, el producto interno bruto, etc. (Calvarro, 2016). La situación económica es un factor crítico ya que como lo sustenta Castillo (2013) la estabilidad tanto política como económica de un país incide en la valoración del riesgo y en capacidad de desarrollo e inversión en proyectos de generación de energía.

Tabla 16 Situación económica del país y sus variables de medición

FCE	VARIABLES DE MEDICIÓN	REFERENCIAS
8. Situación económica del país	1. Situación macroeconómica	(Calvarro, 2016)
	2. Riesgo país	
	3. Disponibilidad de fuentes de financiamiento	

Elaboración: Autoras de esta tesis

6.2 Entrevistas a expertos y análisis de contenido

Caralli (2004) expone que las entrevistas a expertos permiten aprovechar de la mejor manera el conocimiento de los expertos en un tema. Considerando esto, se elaboró un cuestionario sobre la industria de generación de energía eléctrica. Se contactó a 39 expertos de la industria, a través de LinkedIn y contactos directos. Se logró la participación de 15 expertos, en la Tabla No.17 se incluye el listado de participantes, país de origen, organización a la que pertenece y cargo actual. Las

entrevistas fueron realizadas de manera presencial, vía Skype y de algunas se recibieron las respuestas escritas que fueron enviadas por correo electrónico.

En el Anexo 4 se adjunta el cuestionario de preguntas enviado a los expertos y en el Anexo 5 se incluye el listado de todos los expertos que fueron invitados.

Tabla 17 Listado de Expertos Entrevistados

No	País	Nombre del Experto	Organización a la que pertenece	Cargo
1	Nicaragua	Ing. Enrique Kuan Lic. Glenda Ruiz Ing. Aura Monjarrez	INE	Dirección General de Electricidad
2	Nicaragua	*	DISNORTE-DISSUR	Director Empresa Distribuidora
3	Nicaragua	Ing. César Zamora	Cámara de Energía de Nicaragua	Presidente
4	Nicaragua	Ing. René Arce	IC Power Nicaragua, S.A	Analista de Mercado
5	Honduras	Ing. Ronal Alberto Osorto	ENEE Honduras	Director de ciclo comercial
6	Perú	Ing. Edwin Quintanilla Acosta	ESAN	Director Maestría en Gestión de la Energía
7	Perú	Ing. Riquel Mitma Ramírez	Osinergmin	Coordinador Técnico
8	Chile	Fernando Garrido	Comisión Nacional de Energía	Jefe de Regulación y Mercados
9	Chile	Juan Eduardo Oda	Renovables Chile	Investment Patner
10	Uruguay	Virginia Echinope	Dirección Nacional de Energía	Jefe del Departamento
11	Uruguay	Jorge Dosil	Asociación Uruguaya de Energías Renovables	Presidente
12	México	Dr. Román Moreno	Tecnológico de Monterrey – México	Proyectos de Administración de la Energía y Fuentes Alternativas
13	Holanda	Dr. Yashar Ghiassi-Farrokhfal	Erasmus University	Assistant Professor Department of Technology and Operations Management
14	Costa Rica	Roberto Quirós Balma	Grupo ICE	Dirección Corporativa de Electricidad
15	Costa Rica	Sean Porter	CMI	Director de Desarrollo y nuevos negocios

*Experto solicitó no ser citado en este documento.

Elaboración: Autoras de esta tesis

Para realizar el análisis de entrevistas, primeramente, se transcribieron todas las entrevistas que fueron grabadas por audio. Se analizaron las 15 entrevistas efectivas haciendo uso del software ATLAS.ti. Se crearon códigos y categorías, según la opinión de los expertos. Luego se obtuvo un reporte de frecuencias de los códigos y categorías.

6.3 Análisis de fiabilidad

Para medir la consistencia de la data obtenida, se realizó un análisis de fiabilidad. Para esto hemos solicitado a dos jueces que clasifiquen la data recolectada de forma independiente. Los reportes de frecuencia obtenidos corresponden a los resultados generados por los dos jueces.

Posteriormente se ha calculado el grado de fiabilidad de los datos, a través del método *Perreault and Leigh* (Rust & Cooil, 1994) para datos cualitativos. (Rust & Cooil, 1994) indica que un nivel de fiabilidad de 0.70 es suficiente para investigaciones de tipo exploratorio.

En las siguientes tablas se reflejan los resultados obtenidos del análisis de fiabilidad para las categorías (FCE) y códigos (variables de medición) identificados. Los valores se presentan jerarquizados, según la frecuencia total obtenida por ambos jueces.

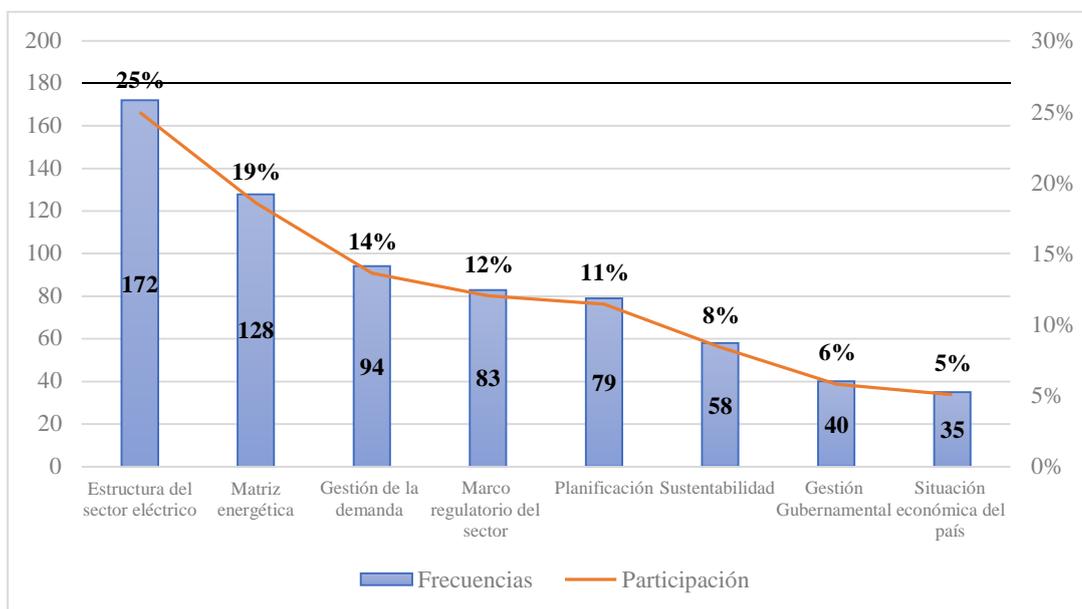
Tabla 18 Análisis de fiabilidad de los FCE

FCE	Frecuencias		Total	Nivel de Fiabilidad
	Juez 1	Juez 2		
Estructura del sector eléctrico	96	76	172	0.87
Matriz energética	73	55	128	0.84
Gestión de la demanda	49	45	94	0.95
Marco regulatorio del sector	38	45	83	0.91
Planificación	39	40	79	0.99
Sustentabilidad	31	27	58	0.92
Gestión Gubernamental	21	19	40	0.94
Situación económica del país	19	16	35	0.91

Elaboración: Autoras de esta tesis

El análisis de las entrevistas coincide con la revisión de literatura; en ambos se logra identificar que la *estructura del sector* es un factor clave para el desarrollo de la competitividad del sector de generación de energía. Según la ilustración 6, la *estructura del sector* obtuvo una participación del 25% del total de frecuencias, seguido de la *matriz energética* con 19%, *gestión de la demanda* con 14%, *marco regulatorio* con 12%, *planificación* con 11%, *sustentabilidad* con 8%, *gestión gubernamental* con 6% y *situación económica del país* con 5%.

Ilustración 6 Frecuencias FCE



Elaboración: Autoras de esta tesis

Tabla 19 Análisis de fiabilidad de las variables de la Estructura del sector eléctrico

FCE	No	Variables de medición	Frecuencias		Total	Nivel de Fiabilidad
			Juez 1	Juez 2		
1. Estructura del sector eléctrico	1	Proceso de contratación de energía	17	15	32	0.94
	2	Liberalización del sector (privatización)	16	11	27	0.82
	3	Regulación	17	10	27	0.76
	4	Mercados eléctricos	14	12	26	0.92
	5	Sistema de interconexión con otros países	12	8	20	0.81
	6	Vínculo con los eslabones de la cadena (comercialización, distribución y transmisión)	11	7	18	0.79
	7	Concentración de mercado	6	8	14	0.86
	8	Rentabilidad	3	5	8	0.77

Elaboración: Autoras de esta tesis

Tabla 20 Análisis de fiabilidad de las variables de Matriz energética

FCE	No	Variables de medición	Frecuencias		Total	Nivel de Fiabilidad
			Juez 1	Juez 2		
2. Matriz energética	1	Eficiencia energética	21	14	35	0.81
	2	Participación de fuentes renovables	17	18	35	0.97
	3	Diversificación de recursos energéticos	13	7	20	0.73
	4	Participación de la Generación Distribuida	9	7	16	0.88
	5	Disponibilidad de fuentes energéticas	8	5	13	0.78
	6	Capacidad instalada y capacidad de generación	3	2	5	0.81
	7	Ubicación de las plantas	2	2	4	1.00

Elaboración: Autoras de esta tesis

Tabla 21 Análisis de fiabilidad de las variables de Gestión de la demanda

FCE	No	Variables de medición	Frecuencias		Total	Nivel de Fiabilidad
			Juez 1	Juez 2		
3. Gestión de la demanda	1	Tarifas energéticas competitivas	24	20	44	0.91
	2	Consumo energético de la población	10	8	18	0.89
	3	Satisfacción de la demanda	5	7	12	0.84
	4	Demanda esperada a futuro	6	5	11	0.91
	5	Vínculo con la industria del país	4	5	9	0.89

Elaboración: Autoras de esta tesis

Tabla 22 Análisis de fiabilidad de las variables del Marco regulatorio

FCE	No	Variables de medición	Frecuencias		Total	Nivel de Fiabilidad
			Juez 1	Juez 2		
4. Marco Regulatorio	1	Claridad y estabilidad normativa	20	21	41	0.98
	2	Promoción de incentivos	8	10	18	0.89
	3	Vigente y actualizado	7	9	16	0.88
	4	Institucionalidad	3	5	8	0.76

Elaboración: Autoras de esta tesis

Tabla 23 Análisis de fiabilidad de las variables de Planificación

FCE	No	Variables de medición	Frecuencias		Total	Nivel de Fiabilidad
			Juez 1	Juez 2		
5. Planificación	1	Inversión en el sector	21	13	34	0.78
	2	Visión de largo plazo	7	11	18	0.79
	3	Públicos, colaborativos, consideran estudios previos	6	9	15	0.81
	4	Institucional	4	6	10	0.81
	5	Desarrollo, monitoreo y evaluación del plan	1	1	2	1.00

Elaboración: Autoras de esta tesis

Tabla 24 Análisis de fiabilidad de las variables de Sustentabilidad

FCE	No	Variables de medición	Frecuencias		Total	Nivel de Fiabilidad
			Juez 1	Juez 2		
6. Sustentabilidad	1	Confiabilidad del suministro	13	14	27	0.96
	2	Uso y desarrollo de tecnología	7	5	12	0.84
	3	Desarrollo humano	5	3	8	0.76
	4	Cumplimiento de metas ambientales	3	2	5	0.81
	5	Concienciación a los actores del sector	2	2	4	1.00
	6	Condiciones climáticas	1	1	2	1.00

Elaboración: Autoras de esta tesis

Tabla 25 Análisis de fiabilidad de las variables de Gestión Gubernamental

FCE	No	Variables de medición	Frecuencias		Total	Nivel de Fiabilidad
			Juez 1	Juez 2		
7. Gestión gubernamental	1	Política energética	9	7	16	0.87
	2	Estabilidad política	6	8	14	0.86
	3	Voluntad política	6	4	10	0.81

Elaboración: Autoras de esta tesis

Tabla 26 Análisis de fiabilidad de las variables de la *Situación económica del país*

FCE	No	Variables de medición	Frecuencias		Total	Nivel de Fiabilidad
			Juez 1	Juez 2		
8. Situación económica del país	1	Situación macroeconómica	8	9	17	0.94
	2	Disponibilidad de fuentes de financiamiento	8	5	13	0.78
	3	Riesgo país	3	2	5	0.81

Elaboración: Autoras de esta tesis

6.4 Top 10 de variables de medición

Se presenta a continuación las 10 variables que presentaron mayor número de menciones durante el proceso de entrevistas, es decir mayores frecuencias.

Tabla 27 Top 10 de variables y frecuencias

No	Variables de medición	Total Frecuencias	Nivel de Fiabilidad
1	Tarifas energéticas competitivas	44	0.91
2	Claridad y estabilidad normativa	41	0.95
3	Eficiencia energética	35	0.81
4	Participación de fuentes renovables	35	0.97
5	Inversión en el sector	34	0.66
6	Proceso de contratación de energía	32	0.94
7	Liberalización/privatización de las empresas	27	0.82
8	Regulación	27	0.76
9	Confiabilidad del suministro	27	0.96
10	Mercados eléctricos	26	0.92

Elaboración: Autoras de esta tesis

6.5 Diagrama de redes

La ilustración 7 refleja las relaciones que existen entre los FCE y las variables de medición, a través del software ATLAS.ti. Los códigos han sido asociados utilizando conectores como “es parte de”, “está asociado con” y “es causa de”. De ello podemos concluir que los Factores de *Sustentabilidad*, *Marco Regulatorio*, *Situación económica*, *Planificación* y *Gestión Gubernamental* son la base para el desarrollo competitivo de la industria de generación de energía eléctrica; son factores transversales que inciden y se relacionan con otras variables de medición. La *Gestión de la demanda* y *matriz energética*, representan la existencia de un mercado. Es clave para la industria que exista demanda y oferta de energía. El factor de *Estructura del sector* es el que define la relación entre *Gestión de la demanda* y *matriz energética*.

6.6 Argumentación de los expertos sobre las variables de medición

Variables de la Estructura del Sector:

Procesos de contratación de energía: Los contratos y procesos de licitaciones determinan la predictibilidad de la retribución para las generadoras. Sobre el proceso de licitación, se menciona la importancia de mantener procesos de licitación claros y que cuenten con el respaldo del gobierno, lo que contribuye al constante desarrollo de nuevos proyectos de generación. Estos contratos son los que brindan seguridad a los inversionistas y cuando un país carece de nuevas licitaciones o contratos se vuelve más difícil atraer nuevos proyectos.

Algunos expertos señalan como la transparencia en estos contratos y licitaciones es clave, ya que en muchas ocasiones las licitaciones son otorgadas exclusivamente por acuerdos bilaterales, los cuales dejan afuera al resto de los generadores y no promueven un ambiente de competencia.

Liberalización del sector (privatización): Los expertos señalan que la liberalización de la industria de generación y la existencia de un mayor número de empresas privadas es fuente de competitividad para el sector. Algunos de los expertos señalan que el tener un sector en donde predomina la participación estatal puede ser una barrera, tal es el caso de Costa Rica. Un experto comenta: “el problema de Costa Rica es que no tiene abierto el mercado, todavía es estatal”. Se percibe una preferencia por los mercados abiertos y con mayor participación privada.

Regulación del sector: Se reitera la importancia de la existencia de instituciones creíbles e independientes para la regulación, que fomenten una verdadera competencia. Los expertos exponen que la regulación puede limitar la inversión en el sector y el dinamismo del mercado; tal es el caso de Costa Rica, dónde el sector privado participa en la generación hasta un tope del 30%. Otro caso mencionado fue el de Nicaragua, dónde el único agente autorizado para importar es el Distribuidor y los grandes consumidores habilitados, pero hasta su demanda requerida.

Algunos expertos mencionan que el rol del estado debe ser únicamente de regulación. Por otro lado, un experto menciona que algunos de los países más exitosos a nivel mundial han sido aquellos en los “que no existe regulación por parte del gobierno y que incluye un mercado eléctrico que se rige por la oferta y la demanda”.

Mercados eléctricos: los expertos coinciden en que la existencia de un mercado eléctrico mayorista es clave para el éxito del sector, donde tanto particulares como el gobierno participen en la compra y venta de energía. Se recalca la importancia de que exista un mercado abierto que fomente una competencia más equilibrada y en la que puedan participar libremente los grandes consumidores.

Vínculo con los eslabones de la cadena (comercialización, distribución y transmisión): Esta variable es de importancia ya que la generación de energía no es un proceso totalmente aislado de las demás actividades eléctricas, ya que una vez generada la energía esta debe ser trasladada hasta el consumidor por medio de los otros eslabones de la cadena.

Los expertos señalan que para la actividad de generación es importante considerar el estado y disponibilidad de las redes de *transmisión*, ya que un nuevo generador puede afectar el desempeño de la red. Es necesario que las existan las redes eléctricas necesarias y estén disponibles para la transmisión de energía. Asimismo, si las redes de transmisión no funcionan de manera eficiente, el nivel de desperdicios aumenta y la energía no llega a todos los lugares deseados.

En relación a la *comercialización*, argumentan que en países como El Salvador el sector de *Distribución* está más segregado, ya que incorporan la figura del Comercializador. Lo que hace el mercado de compra y venta de energía más dinámico. En Nicaragua esta figura no está habilitada.

La *Distribución* influye en el flujo de caja del sector. La caja de la industria son las Distribuidoras y si éstas tiene problemas de flujo, entonces todo el sector tiene problemas, afectando de esta manera las inversiones en el sector. Aunque exista estabilidad económica en un país, no siempre es un indicador que el sector esté bien financieramente. Ejemplo de esto es Honduras, donde sus indicadores macroeconómicos reflejan valores aceptables, sin embargo, el sector eléctrico está roto. La empresa Distribuidora no logra cubrir sus costos y no puede pagar en tiempo, ni cancelar completo sus obligaciones con los generadores, que son sus principales clientes.

Sistema de interconexión: Se hace énfasis en promover y desarrollar las interconexiones entre países, de manera que pueda importarse y exportarse energía

fácilmente. Las interconexiones se perciben como una oportunidad ya que permitirían colocar excedentes energéticos en otros países y permitirían utilizar de manera más eficiente los recursos, ya que regiones enteras y no un país individual puede beneficiarse de los recursos que posee cada país de la región.

Concentración de mercado: sobre este tema, los expertos vuelven a mencionar la necesidad de que exista competencia en el mercado, que no existan monopolios u oligopolios y que en el mercado puedan entrar y salir fácilmente nuevas empresas. Un experto en particular señala que debe existir un número suficiente de agentes competentes para que se desarrolle el sector.

Rentabilidad de la actividad de generación: Esta variable es de suma importancia ya que las inversiones necesarias para los proyectos de generación requieren de intenso capital, por lo que la rentabilidad de estos proyectos debe ser lo suficientemente atractiva para que se desarrollen. Sobre la rentabilidad, los expertos mencionan que la energía total producida por una planta, así como su forma de operación, influye en la rentabilidad. Asimismo, se menciona el tipo de fuente a utilizar y el tema de subsidios como otros de los factores que afectan la rentabilidad de un generador.

Variables de la Matriz energética:

Eficiencia Energética: En general, sobre este tema los expertos mencionan que es necesario disponer de unidades de generación eficientes y de mínimo costo, para esto se requiere de unidades modernas. Ya que al contar con tecnologías muy antiguas los costos de generación son más altos y se pierde competitividad. Para los expertos, este es un factor de importancia ya que, al mantener costos bajos de operación y mantenimiento se obtiene una mayor eficiencia, lo cual se traduce en un precio del KWh más bajo para los consumidores finales.

Existe una alta variabilidad de los costos de abastecimiento de la demanda. En el caso de la generación térmica, esta depende de los precios del petróleo a nivel internacional. Las fuentes de generación renovables son variables, por lo tanto, en los costos puede presentarse variabilidad.

Por otra parte, algunos expertos mencionan que también debe de optimizarse el uso de los excedentes eléctricos e incentivar la eficiencia en la generación.

Participación de fuentes renovables: Esta variable es de importancia ya que puede observarse una tendencia en los países a descarbonizar su matriz energética. Expertos mencionan que países como Uruguay, Paraguay y Costa Rica tienen una matriz energética en la que predominan las fuentes renovables. El ingreso de fuentes renovables les ha permitido obtener un precio de KWh más bajo. Algunos expertos consideran que Costa Rica es exitoso, porque tiene un matriz de casi el 100% renovable, aunque no ofrezca el mejor precio de energía en la región.

Diversificación de recursos energéticos: Es importante mencionar que, a pesar de que la tendencia es una transición hacia las energías renovables, los países todavía mantienen un porcentaje de generación térmica. Esta última brinda estabilidad al sistema, sobre todo porque las fuentes renovables tienen problemas de variabilidad, no son firmes.

Participación de la Generación Distribuida: Se considera como un factor significativo ya que, de acuerdo con los expertos, es uno de los cambios y avances que se prevén a futuro para el sector. Del análisis de las entrevistas, se percibe que la generación distribuida es un tema que aún falta por desarrollar y ver su potencial. Algunos países cuentan con una limitada normativa sobre este tema, sin embargo, los expertos señalan que dichas normativas deben ser mejoradas de manera que este tipo de generación sea promovida y cuente con mayores incentivos, para aumentar la competencia.

Disponibilidad de fuentes energéticas: De acuerdo con los expertos, un primer paso para impulsar la generación eléctrica de un país es cuantificar los recursos disponibles. Esto requiere de estudios que permitan identificar cuáles son los recursos que tiene el país y cuales presentan el mayor potencial para ser explotados.

Capacidad instalada y capacidad de generación: esta variable es considerada como importante ya que las centrales deben analizar su capacidad instalada de manera

que esta sea mayor que los requerimientos de energía. Los expertos recomiendan dejar un margen de reserva de capacidad para sustituir energía y dicha reserva debe ser de generación térmica, ya que las fuentes renovables no pueden mantenerse en reserva.

Ubicación de las plantas: La ubicación de las plantas de generación es un tema importante ya que en algunos países las centrales de generación se han agrupado en un solo sector, lo cual hace deficiente el sistema. Asimismo, se menciona como esta variable es de alta relevancia para las fuentes renovables, ya en estos casos, al no poder transportar las fuentes, las centrales se ubican cerca de la fuente y no en la ubicación en la que se necesite energía eléctrica. A diferencia de las centrales térmicas, las cuales pueden ser ubicadas en cualquier zona.

Variables de Gestión de la Demanda:

Tarifas energéticas competitivas: Diversos expertos mencionan este factor como relevante ya que el precio de la energía vuelve más competitivo al sector y al país. Asimismo, señalan como los subsidios impiden el desarrollo del sector eléctrico, ya que representa una carga para el Estado y crea tarifas cruzadas que impiden la competitividad. Asimismo, los expertos hacen énfasis en la importancia de asegurar los precios hacia el futuro.

Consumo energético de la población: Considerado como un factor importante ya que, en algunos países, como Nicaragua, todavía existen zonas por electrificar, lo que incrementa la demanda y necesidad de generación a futuro. Algunos países exitosos en cuanto al tema de energía, como Costa Rica, tienen un porcentaje de cobertura del 99%, por lo que este factor también se relaciona con la calidad de vida del país.

Satisfacción de la demanda: Para medir el éxito de la industria de generación de un país se necesita abastecer la demanda del sistema. De acuerdo con los expertos, el sector eléctrico debe ser lo suficientemente flexible para asegurar el abastecimiento eléctrico bajo cualquier circunstancia climática, sin afectar el precio.

Demanda esperada a futuro: Algunos expertos coinciden que, en sus países, actualmente no hay aumento esperado en la demanda de energía que justifique nuevos

proyectos de generación. Sin embargo, varios apuntan a planificar la demanda y los crecimientos futuros del país.

Vínculo con la industria del país: Aspecto clave, ya que la energía eléctrica impulsa el desarrollo de otros sectores. Por ejemplo, el vínculo del sector minero e industrial en Perú con el sector eléctrico les ha permitido crecer 5 veces en 25 años. Asimismo, se menciona como la creación de nuevos modelos de negocios, que representa un crecimiento en la demanda de energía de un país.

Variables del Marco Regulatorio:

Claridad y estabilidad normativa: En diversas ocasiones los expertos mencionan que el marco regulatorio debe ser claro y transparente, asimismo, las reglas deben mantenerse en el tiempo para brindar estabilidad. Las normas deben regular la industria y crear condiciones adecuadas para la competencia y para el desarrollo del mercado.

Promoción de incentivos: puede observarse que en diversos países se han implementado incentivos para las energías renovables, los que han atraído mayores inversiones en tecnologías renovables y consecuentemente han incrementado la capacidad de generación del país. Se observa que, en países como Nicaragua, los beneficios e incentivos van desde exoneraciones de impuestos para la importación de equipos e impuestos estatales. Como Nicaragua tiene un parque predominantemente térmico, entonces la ley se ha enfocado en la promoción de energía renovable.

Vigente y actualizado: El análisis de las entrevistas muestra que los expertos consideran que, en ocasiones, los marcos regulatorios se encuentran obsoletos, debido a los nuevos cambios en tecnologías y fuentes de generación. Por lo que recomiendan actualizar los marcos regulatorios para que estos reflejen las situaciones actuales de los países y de la industria.

Institucionalidad: Otra variable importante es la institucionalidad. Las instituciones deben ser fuertes para poder aplicar las normas. Velar por el respeto y cumplimiento de las leyes y normas. Garantizar la transparencia pública, evitar los acuerdos secretos y misteriosos entre dos partes (el estado y uno de los agentes), que

hacen mucho daño al sector. Uno de los expertos asegura que, la población no tiene seguridad que los gobiernos estén tomando las mejores decisiones que beneficien a la población.

Variables de la Planificación Energética:

Inversión en el sector: La inversión privada es un factor clave ya que es vital para el crecimiento del sector. No obstante, algunos expertos señalan que se requiere de inversión tanto privada como estatal para poder realizar los proyectos del sector. Asimismo, es necesario crear un entorno en el que las inversiones puedan fluir, es decir, que los inversionistas cuenten con la seguridad y transparencia suficiente para continuar con las inversiones en un país determinado.

Visión de largo plazo: De acuerdo con los expertos, se debe contar con una visión a futuro sobre lo que el país requiere y poder alinear esfuerzos. Esta visión de largo plazo debe ser de 20 a 30 años y debe contemplar las necesidades de ampliación de las instalaciones, planificación de la nueva demanda, nuevas fuentes de generación, etc.

Públicos, colaborativos y consideran estudios previos: La planificación energética debe ser pública y consensuada; esto es fundamental ya que se requiere de una planificación abierta para mejorar la ética del sector. Asimismo, la planificación energética eléctrica debe apoyarse en estudios realizados por la academia y consultoras especializadas, con visión de estado.

Institucional: Mantener la institucionalidad es vital, ya que los planes y esfuerzos de desarrollo requieren de continuidad en el tiempo, por lo que se requiere que los planes sean para las instituciones y no las personas. Los expertos señalan que es fundamental que primen los criterios técnicos y no los políticos. Los gobiernos deben encargarse de aumentar y perfeccionarse los esfuerzos anteriores y honrar los compromisos tomados.

Desarrollo, monitoreo y evaluación del plan: Uno de los expertos mencionaba el caso de la planificación que ha llevado Guatemala. Han sabido planificar en el corto y largo plazo, permitiendo a los inversionistas gestionar mejor sus recursos. Fue un

proceso de planificación que resultó ser muy atractivo para los inversionistas de plantas generadoras. El monitoreo y evaluación de los planes permite a las autoridades tomar las medidas correctivas y preventivas cuando sea necesario.

Variables de la Sustentabilidad:

Confiabilidad del suministro energético: La confiabilidad del suministro energético permite medir el éxito del sector eléctrico ya que refleja la calidad y nivel de cobertura del sector. De acuerdo con los expertos, esto se refiere a que no haya apagones frecuentes y que el servicio sea de calidad. Que los consumidores estén seguros de que la energía eléctrica siempre estará disponible. Para garantizar la confiabilidad del sistema, se deben considerar los riesgos operativos al suministro constante del suministro de energía y potencia; y las redundancias que existen en el sistema eléctrico.

Uso y desarrollo de tecnología: la importancia de esta variable radica en que las energías renovables no producen gases de efecto invernadero, que son los causantes del cambio climático. Igualmente, se observa una tendencia hacia una mayor utilización de los recursos renovables y a una mayor generación de energía renovable. Países exitosos en este sector, como Uruguay y Costa Rica, han apostado fuertemente por el uso de tecnologías renovables. El desarrollo de nuevas tecnologías permite la introducción de unidades más eficientes y con menores costos de operación.

Asimismo, un experto en particular señala que las nuevas tendencias están relacionadas con la digitalización de las cosas y el IoT (Internet of Things), así como las redes eléctricas inteligentes. Se destaca también la necesidad de nuevas herramientas tecnológicas de predicción, para enfrentar la variabilidad de las fuentes renovables.

Desarrollo humano: Es considerado clave por los expertos, ya que se necesita de profesionales que tengan la capacidad de construir, operar y administrar los activos en los que se va a invertir. Es importante que el capital humano tenga conocimientos de ingeniería y de las plantas, para saber cuánto se invierte y cuánto va a costar para llegar a los niveles de operación deseados.

Cumplimiento de metas ambientales: Como fue mencionado anteriormente, la tendencia actual es incrementar el uso de tecnologías renovables, por lo que cada vez son más los países comprometidos a disminuir su huella ambiental. Asimismo, las exigencias ambientales nacionales e internacionales determinan el camino a seguir en el sector.

Concienciación a los actores del sector: Uno de los expertos asegura que el uso de tecnologías renovables requiere un cambio de cultura. Es necesario preparar a los actores del sector en estas nuevas tecnologías. Informar y trabajar para que todos puedan ser parte de este cambio.

Condiciones climáticas: uno de los expertos menciona que las condiciones climáticas influyen en la generación de la energía eléctrica, por las posibles variaciones e impactos en los sistemas. Ejemplo de esto es la generación hidroeléctrica, que en períodos de sequía hay reducciones de producción. Lo mismo sucede con la energía eólica, que presenta variabilidad durante el día y meses del año. Asegura que la generación térmica sirve de respaldo para estos tipos de escenarios.

Variables de la Gestión Gubernamental:

Política energética: Los expertos entrevistados relacionan este tema con las normativas establecidas por el Estado en cuanto al manejo de las tarifas del sector, la apertura del mercado. Igualmente, señalan que las políticas del sector deben abordar temas sobre la eficiencia energética, el manejo de excedentes energéticos, las políticas del mercado eléctrico. Así mismo, brindar mayor apoyo a través de políticas que promuevan la transición del sector a nuevas tecnologías.

Estabilidad Política: Sobre este tema, los expertos mencionan la importancia de que exista estabilidad económica y política en el país, ya que esto representa una seguridad para los inversionistas y permite que se realicen nuevas inversiones. Dentro de las condiciones señaladas por los expertos se encuentran: transparencia, respaldo del estado y buena situación financiera para inversionistas.

Voluntad Política: De acuerdo con los expertos la voluntad política se refiere al interés que tienen los involucrados en la política de un país, por implementar y aplicar iniciativas en el sector. En otras palabras, se refiere a las acciones e iniciativas que realiza el gobierno en el sector.

Algunos expertos señalan que algunos problemas en el sector eléctrico de su país no se deben a la falta de leyes o condiciones, sino, a la falta de acciones de parte del gobierno, por ejemplo, al no aplicar las leyes establecidas o no desarrollar planes para el sector.

Variables de la Situación económica del país:

Situación macroeconómica del país: Considerada como un factor clave por los expertos ya que, si un país carece de una situación macroeconómica estable, se vuelve más difícil atraer inversionistas. De igual forma, la situación económica del país influye en las opciones de financiamiento, en los costos de los proyectos y de la energía y por ende en la rentabilidad de los proyectos.

Riesgo país: El clima de inversión afecta muchísimo, incide sobre todo en el precio de generación de energía, ya que esta se establece en función de la tasa de descuento para el retorno mínimo de la inversión y eso está vinculado directamente al riesgo país. El impacto del riesgo país es muy importante, puede dejar fuera cualquier proyecto.

Disponibilidad de fuentes de financiamiento: Debido a los altos requerimientos de capital que se necesitan para proyectos de generación, las fuentes de financiamiento son clave para impulsar el sector. También es necesario mantener y fortalecer el apoyo y diálogo con los inversionistas, ya que la mayoría de los proyectos son realizados con financiamiento internacional.

6.7 Análisis comparativo modelo teórico vs. modelo ajustado

Las entrevistas a expertos confirmaron los factores y variables de medición identificados inicialmente durante el proceso de revisión de literatura. Al mismo tiempo que complementaron los resultados, ya que mencionaron otros factores y variables que no se identificaron en el paso previo, como es la *situación económica del país*, la

aplicación de tarifas energéticas competitivas, el potencial de la *Generación Distribuida* sobre los sistemas eléctricos, el *desarrollo humano*, la *institucionalidad* que es pieza clave en el desarrollo del sector, la *vigencia y actualización del marco regulatorio* y la importancia de la *claridad normativa*.

Adicionalmente las entrevistas permitieron replantear los códigos y los grupos de afinidad que se utilizaron para ajustar el modelo de investigación. La *confiabilidad del suministro* se incluyó como variable, dentro del *FCE Sustentabilidad*, ya que esta contribuye al desarrollo sustentable del país. Es un desafío para los países lograr el desarrollo de sistemas de energía que sean estables, accesibles y ambientalmente aceptables.

Se consideró que la *Eficiencia Energética* era parte del *FCE Matriz energética*. En el caso de Centroamérica, la *eficiencia energética* es clave, debido a que los países tienen una alta dependencia a los derivados del petróleo para la generación de energía y estos recursos son muy limitados. La *eficiencia energética* se ve influenciada por la tecnología y por la cultura en pro del ahorro y el uso sostenible de los recursos energéticos.

Los expertos entrevistados coincidieron en que el precio (*tarifa energética*) al consumidor final determinaba el éxito de la industria, aunque este no depende 100% del precio de la generación de la energía eléctrica. A su vez compartieron la situación actual de sus países y las dificultades que enfrentan, así como lo positivo que ha permitido el desarrollo de sus industrias. Uno de los casos mencionados, fue el de Costa Rica, que presenta un gran avance en el uso de tecnología renovables en su matriz energética, sin embargo, actualmente no ofrecen tarifas energéticas competitivas, producto de ineficiencias en el sistema y aspectos regulatorios.

6.8 Validación del modelo

Se procedió a validar el modelo de investigación los FCE, variables e indicadores con dos expertos, uno de Nicaragua y otro de Perú. Sus comentarios nos permitieron validar y confirmar lo que habíamos identificado en el proceso de análisis. A continuación, compartimos lo expuesto por cada experto:

La primera validación fue realizada por el **Ing. Rafael Bermúdez, Gerente de Planta de la Empresa Eolo de Nicaragua**. Indicó que el modelo presentado responde

verdaderamente a factores que promueven la competitividad en el sector de generación de energía.

Asegura que la variable de *Tarifas energéticas* es una consecuencia directa de la competitividad del sector, aunque esta no se defina únicamente por el costo de generación. En el caso de Nicaragua, la *Tarifa energética*, asigna un % adicional a todos sus abonados por pérdidas técnicas y no técnicas que tiene el sistema eléctrico del país. Las pérdidas técnicas obedecen a la eficiencia de los equipos y sus mantenimientos. Las pérdidas no técnicas consideran las conexiones ilegales en asentamientos, el robo y fraude de la energía eléctrica. Indica que, en Nicaragua, el valor por pérdidas está cerca del 22%, muy por encima del valor establecido.

Sugiere que las *tarifas energéticas sean justas, accesibles, razonables y competitivas*. Recomienda limitar los subsidios aplicados al sector, y otorgarlo únicamente a aquellos sectores que realmente lo necesitan. Al aplicar subsidio masivo, se pierde el valor del bien y no hay una utilización consciente del recurso de parte de los usuarios.

El *crecimiento de la generación de energía* debe estar muy alineado con el *crecimiento de las redes de subestaciones y transmisión*, ya que, de no considerarse, la expansión de la generación se ve limitada y puede causar fallas e interrupciones en el sistema.

Considera que la *solvencia del sector* depende en gran medida de la Distribuidora de energía, y que en Nicaragua una gran parte de la población está dejando de pagar, por la misma situación socio-política que enfrenta el país actualmente. Si se afecta la colecta, se afecta también la liquidez del sector.

Sugirió incluir como indicador de *eficiencia energética*, el *rendimiento de las plantas de generación de energía*. Este a su vez dependerá del tipo de tecnología y tipo de fuente de generación.

El riesgo país está asociado con la seguridad jurídica que existe en el país y la disponibilidad de financiamiento. En países como Nicaragua dónde hay inseguridad jurídica, crea que los proyectos de generación sean encarezcan y, por lo tanto, también se encarece el costo de la energía. Ya que los inversores tienen que incluir seguros adicionales, como el seguro contra confiscación y buscan un menor tiempo para el retorno de su inversión. Si los proyectos de generación usualmente se consideran para 20 años, en este tipo de escenarios, los valoran en 10 años.

Recomendó incluir en el modelo *indicadores macroeconómicos* del país, por ejemplo, *balanza comercial, inflación, devaluación y nivel de endeudamiento del gobierno*.

La segunda validación fue realizada por el **Ing. Riquel Mitma, Coordinador técnico de Osinergmin – Perú**, quién nos manifestó conformidad con el modelo propuesto y sugirió incluir como variable de los mercados eléctricos (mercado mayorista) la *evolución de los costos marginales*. Asegura que estos son el reflejo del nivel de fluidez del mercado de corto plazo y como tal representan un indicador que se considera para desarrollar inversiones en el sector. Si el costo marginal es bajo, no se estimulan las inversiones. Si el costo es alto, resulta atractivo para el mercado y estimula nuevas inversiones. Por ejemplo, ahora que los costos están en 8\$/MWh ningún inversionista quiere invertir por ese valor. Un valor razonable podría ser \$35/MWh; quizás con ese precio si existan proyectos que se pueden desarrollar.

6.9 Modelo de investigación después de la validación

A continuación, se refleja el modelo de investigación que surge después de validar el modelo ajustado con expertos de la industria. Se incluyen los indicadores que describen las variables de medición y su unidad de medida.

Tabla 28 Tabla de FCE, variables e indicadores

FCE	Variables de medición	Indicadores	Unidad
1. Estructura del sector	1. Proceso de contratación de energía	Proceso de contratación	Existencia de licitaciones públicas (Si/No)
	2. Liberalización del sector/Privatización de las empresas	% de participación de empresas privadas y públicas	%
	3. Regulación	Control y vigilancia	Existencia de institución reguladora (Si/No)
	4. Mercado Mayorista	% de participación del mercado de contratos y del mercado de ocasión	%
	5. Sistema de Interconexión con otros países	Inyecciones y retiros en el SIEPAC	GWh
		Agentes habilitados para realizar transacciones en el MER	Cantidad
		Cobertura de transmisión para plantas de generación	Km y mva

	6. Vínculo con los eslabones de la cadena (comercialización, distribución y transmisión)	Plan de expansión de redes de transmisión	Si/No
		Pérdidas de energía eléctrica	%
	7. Concentración de mercado	Índice de Herfindahl e Hirschman en Capacidad Instalada	Nivel de concentración
		Índice de Herfindahl e Hirschman en Generación bruta	
	8. Rentabilidad	Costos de generación (variables y marginales) y Precios de generación	MWh
Margen de rentabilidad		%	
2. Matriz energética	1. Eficiencia energética	Rendimiento de plantas por tipo de generación	kWh
	2. Participación de fuentes renovables	% de participación de fuentes renovables y no renovables en la matriz	MW
	3. Diversificación de recursos energéticos		
	4. Participación de la Generación Distribuida	% de GD en el suministro energético	MW
	5. Disponibilidad de fuentes energéticas	Cuantificación de recursos disponibles	MW
	6. Capacidad instalada y generación neta	Capacidad Instalada	MW
		Generación Bruta	GWh
Tasa de reserva		%	
7. Ubicación de las plantas	Distancia de la demanda	Km	
3. Gestión de la demanda	1. Tarifas energéticas competitivas	Tarifas por categoría de clientes y subsidios aplicados	C\$ kWh
	2. Consumo energético de la población	Consumo de energía per cápita	kWh
		% de Electrificación	%
	3. Satisfacción de la demanda	Demanda máxima de potencia	GWh
	4. Demanda esperada a futuro	Demanda media esperada (15 años)	%
5. Vínculo con la industria del país	Porcentaje de aporte al PIB	%	
4. Marco Regulatorio	1. Claridad y estabilidad normativa	Existencia de leyes para el sector	(Si/No)
	2. Promoción de incentivos	Tipos de incentivos (fiscales, ambientales, etc.)	Descriptiva
	3. Vigente y actualizado	Actualizaciones al marco regulatorio	Descriptiva
	4. Institucionalidad	Mecanismos de cumplimiento de las leyes	Descriptiva
		Índice de Calidad Institucional	Ranking
5. Planificación	1. Inversión en el sector	Existencia de plan nacional de expansión	Si/No (monto de inversiones planificadas)
	2. Visión de largo plazo		
	3. Públicos, colaborativos y consideran estudios previos		
	4. Institucional		

	5. Desarrollo, monitoreo y evaluación del plan		
6. Sustentabilidad	1. Confiabilidad del suministro	Energy Security Sostenibilidad Ambiental Equidad energética (World Energy Council)	A-B-C-D Ranking (1-125)
	2. Uso y desarrollo de tecnología		
	3. Desarrollo humano		
	4. Metas ambientales de reducción de CO ₂	Emisiones de gases de efecto invernadero.	%
	5. Concienciación a los actores del sector		
	6. Condiciones climáticas	Fenómenos climáticos presente en el país	Descriptiva
7. Gestión Gubernamental	1. Política energética	Índice de competitividad global – Pilar Instituciones	Ranking (1-137) Calificación (1-7)
	2. Estabilidad política		
	3. Voluntad política		
8. Situación económica del país	1. Situación macroeconómica	Tasa de crecimiento del PIB	%
		Balanza comercial	Positivo/negativo
		Estabilidad de la moneda (inflación/devaluación)	%
		Nivel de endeudamiento del gobierno	%
	2. Riesgo País	Clasificación riesgo país	AAA o Aaa
	3. Disponibilidad de fuentes de financiamiento	Ranking ease of doing business	50-70

Elaboración: Autoras de esta tesis

6.10 Conclusiones del capítulo

El análisis de la información recopilada mediante fuentes secundarias, así como la opinión de expertos y el análisis de los resultados obtenidos ha permitido llegar a las siguientes conclusiones:

- El cruce de la información recopilada y la opinión de expertos ha permitido identificar 8 FCE y 41 variables de medición que influyen en el desarrollo de la generación eléctrica en los países.
- El análisis de fiabilidad de los FCE oscila entre 0.75 y 1.00; en el caso de las variables de medición, los valores están entre 0.73 y 1.00, lo cual permite dar validez a los resultados obtenidos.
- En base al análisis de contenido ha sido posible jerarquizar los FCE de la siguiente manera:

1. Estructura del sector (25%)
 2. Matriz energética (19%)
 3. Gestión de la demanda (14%)
 4. Marco regulatorio (12%)
 5. Planificación (11%)
 6. Sustentabilidad (8%)
 7. Gestión gubernamental (6%)
 8. Situación económica del país (5%).
- De acuerdo con la opinión de expertos, se observa una preferencia por los mercados abiertos, en donde exista competencia en el mercado y en donde la participación de la empresa privada es mayor que la estatal.
 - Dentro de los temas a considerar para el futuro del sector, de acuerdo con los expertos, se encuentran los temas de transición a las energías renovables, el desarrollo de la generación distribuida en los países y la forma de solucionar o disminuir la variabilidad de la energía renovable.

CAPÍTULO VII: ANÁLISIS DE LA INDUSTRIA, VARIABLES DE MEDICIÓN E INDICADORES PARA NICARAGUA

En este capítulo se incluye el análisis de la industria de generación de energía eléctrica de Nicaragua, desde las cinco fuerzas competitivas de Porter. Seguido se realiza una comparación de las características del sector eléctrico de Nicaragua y un país referente de la región, Panamá. La comparación se basa en las variables de medición e indicadores que explican los FCE del modelo propuesto en el capítulo anterior. Asimismo, se ha definido un valor óptimo para los indicadores según lo encontrado en literatura, la consulta con expertos y/o comparando con otros países de la región. El propósito de la comparación es establecer las brechas que deben ser cerradas por Nicaragua para impulsar el desarrollo y crecimiento del sector.

7.1 Análisis de la industria

Para este análisis, se entenderá por “industria” al grupo de empresas que participan en el sector de generación en Nicaragua; a través de la venta de energía y potencia. Algunas de las características de la industria, ya sean económicas y/o técnicas, regirán la solidez de las fuerzas competitivas. A continuación, se describe cada una de ellas:

7.1.1 Barreras de entradas

El ingreso de nuevos participantes en una industria dependerá de las barreras actuales de entrada y de las acciones que realicen el resto de las empresas establecidas (Porter, 2017).

La construcción e instalación de plantas de generación requiere de importantes *montos de inversión*, esto crea una barrera de entrada, sobre todo porque en este tipo de inversiones se presentan costos hundidos (por estudios de impacto a la red, estudios de impacto ambiental, etc.) o implican riesgos (por ejemplo, estudios de potenciales campos geotérmicos, en el caso de la generación geotérmica). El costo de la inversión varía en función de la capacidad a instalar y el tipo de tecnología a utilizar.

Los mercados eléctricos se ubican en *escenarios de respuesta instantánea*, ya que no es posible almacenar energía. Esto se convierte en una barrera de entrada, en dónde

los agentes participantes requieren de *demanda insatisfecha* o *crecimiento de la demanda*, para poder ofertar la energía producida; de lo contrario no sería rentable establecer una planta de generación. Actualmente la empresa Distribuidora en Nicaragua (DISNORTE-DISSUR) enfrenta una sobrecontratación de capacidad instalada, tiene contratado el 100% de la potencia requerida.

De acuerdo a lo mencionado por el Ing. César Zamora, presidente de la Cámara de Energía de Nicaragua, “se ha propuesto que todo contrato de generación que se venza, sea sustituido por un contrato de menor precio. Cada vez que el Gobierno de Nicaragua renegocia un contrato solicita una reducción en tarifa. Esta política ha sido así desde hace 10 años, prueba de esto son los contratos térmicos, que se negociaron con reducción en los precios” (El Nuevo Diario, 2018). La *expectativa de disminución de precios* en los generadores de energía crea una barrera de entrada, es decir que el nuevo generador o contrato que se firme deberá ofrecer una *mejora importante de costos o desempeños* si quieren que el Gobierno los prefiera en comparación con el generador o contrato anterior.

En diciembre del año 2017 fue publicada la aprobación de la ley de *generación distribuida*, que permite que cualquier negocio o residencia pueda instalar su propio equipo de generación de fuentes renovables, hasta un máximo de 5MW para su autoconsumo (MEM, 2017). Sin embargo, el agente deberá garantizar la confiabilidad y continuidad del suministro según los requisitos actuales del sistema y una banda de precios menores a los precios establecidos en los contratos actuales (El Nuevo Diario, 2018).

Otra barrera es que los proyectos de generación de fuentes renovables gozan de mayores beneficios e incentivos que los proyectos de generación térmica. La ley No. 532 aprobada en abril del año 2005, para la promoción de generación eléctrica con fuentes renovables, establece incentivos fiscales, económicos y financieros.

Estos proyectos están exonerados del pago de los Derechos Arancelarios de Importación (DAI) y del pago del Impuesto al Valor Agregado (IVA), las maquinarias, equipos, materiales e insumos destinados a labores de preinversión y construcción de plantas, incluyendo las líneas de subtransmisión necesarias. Adicionalmente están exonerados del pago del Impuesto sobre la Renta (IR) por un período máximo de 7 años a partir de la entrada de operación del proyecto. También están exonerados de todos los impuestos municipales vigentes sobre bienes inmuebles, ventas, matrículas durante la

construcción del proyecto, por un período de 10 años, aplicándose de esta manera: la exoneración del 75% en los primeros 3 años, el 50% en los siguientes 5 años y el 25% en los dos últimos años. A esta ley se concedió una extensión del término de los beneficios por un período de cinco años más que se incluyen en la Ley No. 901, publicada en La Gaceta en junio de 2015 (Asamblea Nacional de Nicaragua, 2015). Estos tipos de subsidios preferenciales sobre las fuentes de generación de energía renovables otorgan ventajas que aplican a los competidores ya establecidos y a futuros participantes que introduzcan tecnología de fuentes renovables.

Surge una barrera de ingreso cuando se instala una nueva planta de generación y esta no *dispone de las redes necesarias de transmisión y subestaciones*, para sacar la energía que se genera. ENATREL, empresa estatal encargada de la transmisión, es quién define en su plan donde se realizarán la instalación de nuevas redes y subestaciones, así mismo incluye el mantenimiento y la operación del Sistema Interconectado Nacional. Si ENATREL no lo tiene previsto en su plan de expansión, entonces el inversionista deberá considerar en su plan de inversión, la construcción del sistema de transmisión. Debido a que es responsabilidad del inversor realizar un estudio de impacto a la red, previo a la implementación del proyecto. Si dentro del proyecto se incluyen los costos de construcción de redes de transmisión, se encarecerá el mismo y el costo final de la energía ofertada será más alto.

La política gubernamental es otra de las barreras de entrada. El gobierno a través de la Ley No. 612, Ley de reforma y adición a la Ley No. 290, instituye al MEM como órgano rector del sector energético. Ahí mismo establece que al MEM le corresponde formular y ejecutar el plan estratégico y políticas públicas del sector; así como la elaboración de normas, reglamentos y regulaciones técnicas relacionadas a la actividad de exploración, explotación, aprovechamiento, producción, transporte, transformación, distribución, manejo y uso de los recursos energéticos (Jiménez Pichardo, 2016). El MEM es quién está autorizado para otorgar licencias de generación que utilice recursos naturales y/o térmicos con una capacidad instalada mayor de 1MW, por un plazo máximo de 30 años (MEM, 2019).

Con las reformas realizadas por el presidente Daniel Ortega a través del Decreto No. 18 publicado en el 2008, se suspendieron los procesos de licitaciones para proyectos de generación de energía y pasaron a celebrarse a través de contratos directos entre el MEM y los inversionistas (La Prensa, 2017). Si en este momento hubiese un

inversionista interesado en invertir en plantas de generación de energía eléctrica, tendría que presentarse directamente al MEM, para conocer los proyectos que tienen interés de implementar.

De acuerdo con el Plan Indicativo Regional de Expansión de la Generación Eléctrica 2018-2035, para el año 2021 Nicaragua tiene previsto el retiro de 100 MW de la Planta Nicaragua y para el año 2022 retirar 69 MW de la Planta Corinto, 57 MW de Pamfels, y 51 MW de la Planta Tipitapa. El sector requiere sustituir estas plantas de generación antiguas por plantas más rentables (CEAC, 2017).

En el nuevo plan de expansión de generación de energía eléctrica presentado por el MEM, para el año 2019 al año 2033, se revela que a partir del año 2022 Nicaragua sufrirá apagones constantes por falta de inversión en plantas generadoras de reserva. Indican que entre el año 2019 y 2025 no habrá ningún incremento en la generación por fuentes renovables. La institución estima que la situación se estabilizaría hasta el año 2026, con la entrada en operación de una planta generadora con gas natural y plantas hidroeléctricas. Se desconoce la fuente de financiamiento de los proyectos de generación incluidos en el plan de expansión elaborado por el MEM. La agencia de promoción de inversiones y exportaciones de Nicaragua PRONICARAGUA, indica que al menos 13 de los proyectos de generación no disponen de financiamiento, por esta razón, ellos están promoviendo las inversiones, para ver si hay algún inversionista interesado (La Prensa, 2019).

Las barreras de entradas hacen que no puedan entrar nuevos competidores al mercado. La existencia de las barreras antes descritas reduce los incentivos de los agentes del sector ya establecidos a comportarse de forma competitiva.

De acuerdo al Ing. Enrique Kuan, *otra de las barreras de entrada podría ser la obtención del permiso ambiental para construir una planta*. Si uno quiere instalar una planta hidráulica, primero tiene que pedir permiso y hay toda una ley que la respalda. Lo mismo sucede si uno quiere instalar un parque eólico. Obtener el permiso requiere tiempo, recursos y movilización. Una vez que se hace el estudio ambiental se consulta y se valida con las instituciones del estado y las alcaldías municipales. Es un proceso que requiere tiempo. Pareciera fácil, pero al final de cuenta es la protección del país, y así lo establece la ley. El inversionista tiene que saber cómo hacerlos, conocer el proceso y adónde dirigirse.

La situación socio-política actual que enfrenta el país es otra de las barreras de entradas. Según el banco mundial, Nicaragua mantuvo un ritmo de crecimiento de 4.7% y 4.5% en el 2016 y 2017. Pero debido a los disturbios sociales y políticos que el país experimenta desde el mes de abril 2018, la economía se contrajo un 3.8% para el año 2018 y se estima que para el año 2019 se contraiga a -5%. El país experimenta un alto grado de incertidumbre producto de la crisis, la violencia, y las pérdidas de empleos. Los inversionistas han perdido la confianza en el sistema actual (Banco Mundial, 2019).

7.1.2 Intensidad de la rivalidad entre los competidores actuales

La rivalidad se presenta cuando uno o más competidores actúan de tal manera que manipulan para alcanzar una posición (Porter, 2017).

A partir del año 1998, se sentaron las bases para una mayor participación del sector privado en Nicaragua con la promulgación de la Ley de Industria eléctrica. Esto se observó en el sector de generación y en el de distribución. Dicha ley prohíbe la integración vertical de los agentes del mercado, con la excepción de las empresas que participan en los sistemas aislados. Desde entonces la capacidad instalada del Sistema Eléctrico Nacional aumentó, permitiendo incrementar el nivel de cobertura eléctrica que pasó de un 48% en el año 1998 a un 63% para el año 2008. (Banco Centroamericano de Integración Económica, 2009).

El aumento en capacidad instalada que se dio en este período fue por plantas no renovables. Se adicionó a la capacidad instalada las centrales de cogeneración de los ingenios azucareros.

Durante los años 2007 y 2008 el país enfrentó una crisis energética, y para responder a ella el Gobierno instaló con carácter de urgencia 60 MW en motores de combustión a base de diésel en Managua (Plantas Hugo Chávez 1 y 2). Posteriormente otros 60 MW en unidades a base de búnker que se ubicaron en Masaya, Managua y Tipitapa (Plantas Che Guevara) (La Primerísima, 2010). Esta inversión fue realizada con la cooperación de Venezuela a través de ALBANISA (Alba de Nicaragua S.A.); esta responde a un conjunto de empresas con actividad e intereses en múltiples sectores de la actividad económica nicaragüense. ALBANISA está vinculada a la familia presidencial, es una empresa privada mixta, donde el 49% de las acciones le pertenecen a la empresa pública Petronic y el 51% restante le corresponde a la estatal venezolana Petróleos de Venezuela (PDVSA). (El Nuevo Diario, 2009).

En el año 2009 entró en operación la primera central eólica, AMAYO, ubicada en Rivas y de capital privado con 40MW. En ese mismo año ALBANISA dispuso la instalación de nuevas plantas con base a búnker en Masaya (Planta Monimbó) con 40MW, en Nagarote con 53MW y León 27W. Estas últimas fueron financiadas con fondos de Taiwán y construida por ALBANISA (La Primerísima, 2010). Los contratos por plantas de generación que se han realizado con ALBANISA han sido resultado de contrataciones directas, obviando cualquier proceso de licitación (Confidencial, 2015).

En marzo del año 2010 entró en operación con 23 MW de capacidad nominal, la segunda fase de la planta eólica con capital privado, AMAYO II. Paralelamente la capacidad instalada siguió en expansión con proyectos hidroeléctricos, eólicos y geotérmicos como se puede apreciar en la Tabla No 29.

Tabla 29 Capacidad Instalada 2005 – 2017 (en MW)

	2000	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017
Hidro	103.4	104.4	105.3	105.3	105.3	119.7	137.2	142.5
Geo	70	87.5	87.5	87.5	87.5	154.5	154.5	154.5
Eólica	0.00	0.00	0.00	40.0	63	146.6	186.2	186.2
Cogeneración	29.6	126.8	126.8	121.8	121.8	133.8	133.8	176.6
Solar	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.38	14.0
Térmica	430.2	438.9	498.9	614.5	716.1	717.5	717.5	793.6
Total	633.2	757.6	818.5	969.1	1,093.7	1,272.1	1,330.6	1,467.30
Pública	342.06	226.9	294.66	233.2	233.2	233.2	252.1	252.1
Privada	291.20	530.5	523.84	735.9	860.5	1,038.9	1,078.5	1,215.2
Participación porcentual con respecto al total anual								
Pública %	54	30	36	24.1	21.3	18.3	18.9	17.2
Privada %	46	70	64	75.9	78.7	81.7	81.1	82.8

Fuente: (CEPAL, 2001) (2006) (2008) (2010) (2018).

Elaboración: Autoras de esta tesis

De la Tabla No. 29 se puede observar que el sector privado ha aumentado significativamente su participación respecto a la capacidad instalada, pasando de un 46% en el año 2000 hasta llegar a un valor de 82.8% para el año 2017. En ese último año, las empresas públicas, ENEL (Empresa Nicaragüense de Electricidad), GESARSA

(Generadora San Rafael S.A) y Generadora Fotovoltaica La Trinidad representaron el 17.2% de la capacidad instalada del Sistema Interconectado Nacional.

La participación de ALBANISA en el año 2017 representó el 18% de la capacidad instalada de todo el Sistema Interconectado Nacional (SIN). Recientemente esta empresa fue sancionada por el Gobierno de Estados por su vínculo con la compañía estatal Petróleos de Venezuela (PDVSA); adicional a la crisis sociopolítico que enfrenta el país desde abril del año 2018 (La Prensa, 2019). Esto pone en riesgo el sector eléctrico de Nicaragua, ya que las sanciones podrían afectar en algún momento la operación de las plantas generadores de ALBANISA en el país. Las sanciones limitan las transacciones financieras que esta pueda realizar a nivel local e internacional. Si desaparecieran estas plantas en este momento, el país entraría en una crisis de desabastecimiento energético.

Mercado Regional

A nivel de región centroamericana existe una iniciativa de integración eléctrica, cuyos lineamientos se establecieron en el año 1996 por todos los presidentes de los países centroamericanos en el Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central (TMMEAC). En este tratado se establece las bases para la formación y desarrollo de un Mercado Eléctrico Regional (MER) competitivo con el objetivo de contribuir al desarrollo sostenible de la región. Propone la conformación de un “séptimo mercado”, considerando los seis mercados nacionales ya existentes, con reglas independientes y conectados a través de los puntos de la red de transmisión regional, definidos como fronteras entre mercados nacionales y el mercado regional (CEPAL, 2013).

No obstante, la vigencia de esta iniciativa, la mayoría de los países continúan impulsando planes de expansión de sus sistemas eléctricos a nivel nacional, aunque existan iniciativas de estudios de planificación de expansión a nivel regional (de la capacidad de generación). *Existen agentes generadores, como los de Guatemala, que están empezando a planificar sus expansiones considerando las posibilidades de exportación de energía en la región* (CEPAL, 2013).

Para Nicaragua la existencia de este mercado ha sido altamente beneficioso, ya que le permite tener acceso a energía más barata de la que se produce en el país. Para el año 2017, las compras de energía realizadas en el MER sustituyeron energía cara. Según lo expone el Ing. César Zamora, la compra de energía en el mercado eléctrico regional está

sustituyendo energía térmica de las plantas Tipitapa, Corinto, Censa, Che Guevara e incluso MAN (140 MW de Alba Generación) (La Prensa, 2017).

Nicaragua no participa activamente en la inyección de energía, una de las razones es que no ofrece precios competitivos en comparación con los que ofrecen los países vecinos. Para el año 2017, los precios promedio del predespacho nacional por país ubica a Nicaragua con la oferta más alta, según se observa en la Tabla No. 30.

Tabla 30 Precios promedios del Predespacho Nacional-2017

País	Precio más bajo	Precio más alto
Guatemala	\$38.58/MWh (septiembre 2017)	\$63.45/MWh (abril 2017)
El Salvador	\$65.46/MWh (octubre 2017)	\$97.53/MWh (febrero 2017)
Nicaragua	\$86.39/MWh (julio 2017)	\$104.33/MWh (noviembre 2017)
Costa Rica	\$6.15/MWh (junio 2017)	\$74.75/MWh (abril 2017)
Panamá	\$14.13/MWh (septiembre 2017)	\$86.11/MWh (febrero 2017)

Fuente: (CRIE, 2018).

Elaboración: Autoras de esta tesis.

Para el año 2017, el precio promedio registrado en el MER fue de \$59.59 MWh. Para este mismo año, el precio promedio en horas punta (16:59 horas hasta las 21:59 horas) ofertado en el sistema fue de \$70.80/MWh. En las horas valle (22:00 horas hasta las 06:00), el precio promedio fue de \$43.99/MWh; mientras que, en horas de demanda media, el precio promedio fue de \$64.85/MWh (CRIE, 2018).

El sistema eléctrico regional fue diseñado para transferir entre países 300 MW a través de la línea SIEPAC (Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central), sin embargo, existen límites de transferencias entre países, que varían entre 60 MW y 300 MW. Las restricciones más críticas que tiene la red de transmisión regional se han identificado en Honduras, Nicaragua y Panamá. Esta situación ha ocasionado que la transmisión en la región se vea limitada (CRIE, 2018).

En el caso de Nicaragua, el sistema de 230kv produce sobrecargas, cuando la transferencia de potencia es alrededor de 300 MW y en situaciones de contingencia de algunas de las líneas de transmisión Cañas-Ticuantepé (SIEPAC) o Amayo-Masaya. En algún momento esto podría llevar a un colapso del sistema eléctrico nacional (CRIE, 2018).

Con la visión estratégica de un mercado eléctrico único a largo plazo, Centroamérica podría traer beneficios económicos para todos los consumidores de la región. Para esto sería necesario encontrar solución a las limitantes actuales de la interconexión regional y que todos los países compartan la visión conjunta como región en todos los proyectos de generación, precios, regulaciones, etc. Actualmente cada país busca como obtener el mínimo costo en su generación, sería buscar siempre el mínimo costo, pero esta vez como una sola región.

7.1.3 Presión proveniente de los productos sustitutos

Todas las compañías de una industria compiten con las empresas que generan productos sustitutos, limitando los rendimientos potenciales. Los productos sustitutos no sólo limitan las utilidades en condiciones normales, sino que además reducen las utilidades que le fuese posible adquirir a la industria en tiempos de prosperidad (Porter, 2017).

Aunque la electricidad no presenta productos sustitutos; en el sector eléctrico a nivel mundial se observa la tendencia de que la generación de energía eléctrica proceda de los consumidores, en lugar de las plantas generadoras de energía eléctrica. Históricamente ha prevalecido la idea de que un sistema eficiente es aquel que se basa en grandes plantas de generación y largas líneas de transportes. Sin embargo, hoy podemos observar como la potencia instalada de las plantas de generación de energía en varios países han descendido. Surge entonces el concepto de Generación Distribuida, que consiste en disponer de pequeñas unidades de generación, pero localizadas, muy cerca de la demanda. La generación distribuida representa un cambio en el paradigma de la generación eléctrica centralizada, las concepciones de transmisión y distribución de electricidad. Esta acerca la generación al usuario final reduce la inversión inicial, los permisos y la infraestructura necesaria para la entrega de la energía (Valencia Quintero, 2008)

En diciembre del año 2017 el MEM publicó la Normativa de Generación Distribuida Renovable para Autoconsumo de energía en Nicaragua, donde establece las características de este tipo de generación, las directrices para vender el exceso de energía de los clientes y el precio de remuneración que se pagará por el excedente (será de un 80% del precio más bajo de la banda de precios establecida por el MEM). La tecnología de fuentes renovables autorizada para los proyectos de generación

distribuida, según la normativa, incluye biomasa, eólica, geotérmica, hidráulica, mareomotriz, residuos sólidos y solar. Clasifica la potencia instalada en 4 grupos: (1) para clientes con baja tensión e instalaciones de hasta 2 KW, (2) clientes con baja tensión de más de 2 KW, (3) clientes con media tensión e instalaciones menor o igual a 1 MW, y (4) clientes con media tensión e instalaciones menores o iguales a 1 MW. La normativa es aplicable a cualquier persona natural o jurídica y no se podrá considerar como un agente económico, ya que no requieren de licencia de generación para instalar y operar el sistema de generación distribuida renovable (MEM, 2017).

De acuerdo a una entrevista realizada al Ing. César Zamora para El Nuevo Diario, la normativa impulsada por el MEM apunta a ser más competitivos, sobre todo para aquellos segmentos que hoy pagan en promedio \$0.34 Kwh o \$0.22 Kwh, ellos van a poder invertir en su planta para poder tener precios más competitivos, sin tener que extraer energía de la red de distribución, de alguna manera van a poder ser más competitivos” (El Nuevo Diario, 2017)

La Generación Distribuida surge como una alternativa importante para la prestación del servicio de energía eléctrica y aumentar la competitividad en el sector, la confiabilidad y seguridad en el suministro en el corto, mediano y largo plazo. En el caso de Nicaragua, aún está pendiente que el MEM publique anexo técnico que complementa la normativa de la Generación Distribuida Renovable publicada en diciembre del año 2017. Por esta razón, actualmente DISNORTE-DISSUR aún no está atendiendo solicitudes de conexión de instalaciones de Generación Distribuida Renovable (DISNORTE-DISSUR, s.f.).

7.1.4 Poder de negociación de los compradores

En el caso de los generadores de energía sus compradores son las empresas distribuidoras existentes en Nicaragua. Según datos del INE, el 96% de la actividad de distribución en Nicaragua está cubierta por la empresa privada TSK-Melfosur Internacional a través de su empresa filial Disnorte-Dissur. Es decir que esta empresa ejerce un gran poder de negociación sobre los generadores, ya que es el único Distribuidor. *El grupo está concentrado y representan una parte considerable de las compras y ventas de energía que se realizan.* El resto de los distribuidores están ubicados en la zona Atlántica del país cubriendo el 4% restante de las ventas de energía. En su mayoría estos pertenecen al Sistema Aislado Nacional (SAN) y cubren zonas alejadas, por lo tanto, les es permitido a las empresas generadoras integrarse

verticalmente en la cadena. Uno de los distribuidores de la zona Atlántica es ENEL, quién es generador en la zona y a la vez distribuye y comercializa la energía.

La Distribuidora recibe actualmente subsidios de parte del gobierno. Según expone el Ing. Fernando Bárcenas, se han creado mecanismos de subsidios indirectos para ayudar a la Distribuidora, como es el Fondo de Combate a la Pobreza para ENACAL (Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados), a los cuáles se les ha destinado 44.8 millones de dólares. Este fondo es para subsidiar la tarifa de servicio de agua potable, pero en sí es para la Distribuidora, porque muchas de las cuentas por cobrar de la Distribuidora son de ENACAL (La Prensa, 2016).

De acuerdo al Ing. César Zamora, “hay una política de parte del estado de protección a la actual distribuidora, ya que los beneficios que hoy tiene TSK-Melfosur fueron negados hace siete años a Unión Fenosa, quién era la dueña en ese entonces. La distribuidora siempre ha tenido números rojos, es una empresa que ha perdido mucha plata. Ahora ellos tienen el desafío de invertir, porque si han invertido, no se ve reflejado” (La Prensa, 2016).

La Ley No. 272 de la Industria Eléctrica de Nicaragua establece que para la Distribución deben darse concesiones. El sector de Distribución se privatizó en el año 2000 y la primera concesión fue otorgada a la empresa transnacional española Unión Fenosa, quién tomó las riendas de la distribución de casi el 80% del país. Se retiró del país por pérdidas anuales de 50 millones de dólares, producto de conexiones eléctricas ilegales y fallas técnicas a la red de distribución. Unión Fenosa vendió el 84% de sus acciones a la empresa Gas Natural Fenosa y el estado conservó el 16% de las acciones de la entidad (La Primerísima, 2007). Posteriormente en el año 2013 Gas Natural Fenosa vendió sus acciones a TSK-Melfosur; también registró pérdidas de unos \$50 millones anuales, producto de un 20% de energía no facturada. Investigaciones y reportes de medios nacionales indican que la empresa TSK-Melfosur tiene vínculos directos con ALBANISA y allegados directos del presidente Ortega. *Ubicando de esta manera a la Distribuidora en una posición dominante* y generando conflicto de intereses. Se vuelve juez y parte, ya que ALBANISA también está presente en la generación de energía (Confidencial, 2013).

7.1.5 Poder de negociación de los proveedores

En el caso de las plantas térmicas, su principal insumo lo representa el combustible que utilizan para generar energía. Según la ley No. 277, Ley de Suministro de Hidrocarburos los contratos de suministro de derivados de petróleo que tengan los generadores de energía en el país serán asumidos por proveedores localmente establecidos. Los proveedores locales son la empresa privada Puma Energy y la empresa estatal PETRONIC. A partir de la reforma realizada por la asamblea nacional, en el mes de mayo del año 2019, se establece que los generadores de energía se podrán abastecer por proveedores locales e internacionales, permitiendo de esta manera la opción de suministro a todos los generadores registrados en el sector, no sólo a la empresa Puma Energy y la estatal Petronic (La Prensa, 2019).

Los proveedores de combustibles tienen absoluto poder de negociación. El precio de combustible es lo más fluctuante a nivel mundial. Lo que hace el generador, es que compra el combustible e inmediatamente traspasa ese costo adicional y quién paga al final es el usuario, es el que está consumiendo la energía.

En el caso de las plantas renovables, sus proveedores son los que les abastecen de lubricantes, repuestos, los que proporcionan mantenimiento y las unidades de generación. Depende directamente del tipo de fuente, tecnología y la procedencia del fabricante. Estos pueden ser de origen europeos o asiáticos en su gran mayoría. Los proveedores tienen un buen poder de negociación en este sentido.

7.2 Identificación de brechas en el sector eléctrico de Nicaragua

Considerando los FCE identificados en el capítulo anterior se han seleccionado las variables e indicadores más representativos que permiten ilustrar la situación del sector de energía en Nicaragua. Mediante estos indicadores se realizará una comparación entre Nicaragua y Panamá, país seleccionado como referente; ya que su mercado eléctrico presenta similitudes con el de Nicaragua. En la tabla 31 se presentan los indicadores seleccionados para Nicaragua y Panamá, así como el valor o situación óptima de estos indicadores.

Tabla 31 Características y valores óptimos

FCE 1: Estructura del Sector				
Indicador	Unidad	Situación Óptima	Situación Nicaragua 2017	Situación Panamá 2017
Proceso de contratación de energía	Tipo de contratación	Existencia de licitaciones públicas	Contrataciones directas	Licitaciones públicas
% de participación de empresas privadas y públicas de generación en capacidad instalada	%	Mayor participación privada	82.8% empresa privada y 17.2% empresa pública	93.2% empresa privada y 6.8% empresa estatal
Control y vigilancia	Descriptiva	Existencia de regulador	Instituto Nicaragüense de Energía Eléctrica (INE)	Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP)
% de participación del Mercado de contratos y del Mercado de ocasión (en Energía)	%	Mercado de contratos: 80% Mercado de ocasión: 20%	Mercado de contratos: 76.6 % (3,233,939 MWh) Mercado de ocasión: 23.4% (989,699 MWh)	Mercado de contratos: 95.80% (9,580,167 MWh) Mercado de Ocasión: 4.20% (402,588 MWh)
Transacciones por inyección y retiro en el MER⁶	GWh	Que la inyección sea mayor al retiro	Inyecciones 1.03 GWh Retiros 326.64 GWh	Inyecciones 318.24 GWh Retiros 6.60 GWh
Agentes habilitados para realizar transacciones en el MER	Cantidad	Todos los agentes del mercado	14 generadores 2 distribuidores 0 comercializadores 17 grandes usuarios	40 generadores 0 distribuidores 0 comercializadores 0 grandes usuarios
Concentración de mercado (Índice de Herfindahlf-Hirschman) en Capacidad Instalada	Baja concentración < 1,000 Concentración moderada entre 1,000 y 1,800 Alta concentración > 1,800	Baja concentración < 1,000	1,043 “Concentración moderada”	677 “Baja concentración”
Concentración de mercado (Índice de Herfindahlf-Hirschman) en Generación Neta	Baja concentración < 1,000 Concentración moderada entre 1,000 y 1,800 Alta concentración > 1,800	Baja concentración < 1,000	765 “Baja concentración”	1216.1 - (2016) ⁷ “Concentración moderada”

⁶ (Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE), 2018)

⁷ (MEF, 2017, págs. 36-37)

Cobertura de transmisión para plantas de generación	Longitud en líneas de transmisión (km) y capacidad de transformación (vma)	Que exista un plan de expansión de redes de transmisión para proyectos de generación	A nivel nacional ⁸ 230 kV – 773.04 km 138 kV – 1,339.70 km Capacidad de transformación ⁹ 230/138 kv – 1,110 mva	230 kV – 2,560.44 km 115 kV – 306.92 km Capacidad de transformación -enfriamiento por aceite y aire: 1,355.5 mva - enfriamiento por aire forzado: 1,807.4 mva - enfriamiento por aceite y aire forzado: 2,253.1 mva
Plan de expansión de redes de transmisión¹⁰	Descriptiva		Si	Si
Pérdidas de energía eléctrica	%	17%	21.6%	13.6%
Costo marginal a corto plazo	\$/MWh (promedio anual)	18.11 \$Mwh	60.70\$ / Mwh	123.22 \$/Mwh
Precios de venta de los generadores	\$/ MWh	Mercado de ocasión: 51.48 \$/MWh	<p>Mercado de contratos: Generación térmica: \$136.63/MWh Geotérmica: \$115.75/MWh Biomasa: \$116.48/MWh Solares: \$113.45/MWh Eólicas: \$109.94/MWh Hidroeléctricas: \$108.38/MWh</p> <p>Mercado de ocasión Precio promedio anual: \$93.40</p>	<p>Mercado de contratos: Centrales de gas: \$148/MWh Térmicas: \$122.27/MWh Eólica: \$104.82/MWh Hidráulicas: \$77.08/MWh Hidroenergía: \$72.23/MWh</p> <p>Mercado de ocasión Precio promedio anual: \$58.51</p>

⁸ (MEM, 2017)

⁹ (INE, 2017)

¹⁰ (ENATREL, 2017)

FCE 2: Matriz energética				
Indicador	Unidad	Situación Óptima	Situación Nicaragua 2017	Situación Panamá 2017
Rendimiento de plantas térmicas	%	40%	14.98%	23.8%
Participación de los recursos renovables en la oferta energética	%	80% ¹¹	53.77%	70.56%
Participación de las fuentes térmicas en la oferta energética	%	20%	46.23%	29.44%
Porcentaje de Generación Distribuida en el suministro energético	%	5% ¹²	La Distribuidora aún no está atendiendo solicitudes de instalaciones de generación distribuida renovable ¹³	Proyección para el 2050: 5.49%
Potencial de recursos renovables disponibles	MW	Existencia de fuentes renovables	Hidroeléctrica: 2,000 MW Geotérmica: 1,500 MW Eólica: 800 MW Biomasa: 200 MW	Eólica: 1,900 MW ¹⁴ Solar: 900 MW Residuos sólidos: 147 MW
Capacidad Instalada	MW	2,826.9	SIN: 1,467.31 MW SAN: 15.06 MW Total: 1,482.37 MW	SIN: 3,391.61 MW SAN: 31.73 MW Total: 3,423.33
Generación Bruta	GWh	8.689 Gwh	SIN: 4,481.86 GWh SAN: 45.61 GWh Total: 4,527.47	SIN: 10,937.84 GWh SAN: 80.98 GWh Total: 11,018.83

¹¹ Valor obtenido para Nicaragua durante entrevista con experto.

¹² Objetivo estimado por WEC es del 5% en el 2017, para el 2025 se estima sea mayor al 25%.

¹³ (DISNORTE-DISSUR, 2019)

¹⁴ (MEF, 2017, págs. 38-39)

FCE 3: Gestión de la demanda				
Indicador	Unidad	Situación Óptima	Situación Nicaragua 2017	Situación Panamá 2017
Tarifas energéticas¹⁵	kWh	0-60 kWh: \$0.0681 61-88 kWh:\$0.1022 89-100 kWh:\$0.1132 101-300 kWh: \$0.1200 301-500 kWh: \$0.1485 >501 kWh: \$0.1485	0-60 kWh: \$0.1423 61-88 kWh: \$0.1574 89-100 kWh: \$0.1611 101-300 kWh: \$0.2026 301-500 kWh: \$0.2231 >501 kWh: \$0.2995	0-60 kWh: \$0.1050 61-88 kWh: \$0.1116 89-100 kWh: \$0.1132 101-300 kWh: \$0.1200 301-500 kWh: \$0.1803 >501 kWh: \$0.1961
Consumo de energía¹⁶	GWh	8,051.53	4,269 GWh	9,885.47 GWh
Consumo per cápita de electricidad	(kWh/hab)	1,178 ¹⁷	702 kWh/hab	2,539 kWh/hab
Cobertura eléctrica porcentual¹⁸	%	100%	92.3%	92.9%
Habitantes sin electrificar¹⁹	(en miles)	715	480	292
Demanda máxima de potencia	MW	1,403.4 MW	679.97 MW (24 abril 2017 – 15:00:00) ²⁰	1,657 (2017) MW
Demanda media esperada (15 años)	%	6.7%	Demanda Promedio ²¹ Potencia 4.40% Energía 4.71%	5.5% - 6.1%
Porcentaje de aporte al PIB	%	2-3%	0.13%	3.6% (Electricidad y Agua)

¹⁵ (Ministerio de Energía y Minas República de Guatemala, 2018, pág. 5)

¹⁶ (Ministerio de Energía y Minas República de Guatemala, 2018, pág. 4)

¹⁷ Consumo promedio a nivel de Centroamérica. (CEPAL, 2018, pág. 30)

¹⁸ (CEPAL, 2018, pág. 35)

¹⁹ (CEPAL, 2018, pág. 35)

²⁰ (INE, 2017)

²¹ (ENATREL, 2017, pág. 25)

FCE 4: Marco regulatorio				
Indicador	Unidad	Situación Óptima	Situación Nicaragua 2017	Situación Panamá 2017
Existencia de leyes para el sector	Si/No	Existencia de leyes que regulen el sector	-Ley No. 272, Ley de la Industria Eléctrica (1998) - Ley No. 532, Ley para la promoción de generación eléctrica con fuentes renovables (2005)	Sí
Tipos de incentivos para el sector	Descriptiva	Existencia de incentivos para el sector	Exoneración de impuestos relacionados a la importación de maquinaria, equipo y combustibles usados en la generación para uso público.	Exoneración de impuestos de importación para equipo o combustible usado, Descuento de ISRL por reducción de CO2, para plantas eólicas, posibilidad de efectuar depreciación acelerada, solicitud de concesiones sin participar en licitaciones públicas.
Actualizaciones al marco regulatorio	Descriptiva	Existencia de un marco regulatorio vigente y actualizado	1998 reforma a la Ley INE, 2010 Reforma a las leyes 272 y 254, 2011 reforma ley 277, 2012 reforma ley 788, 2016 Ley 695	1998, Normativa Mercado Mayorista, Ley No. 6, 2009 Ley No. 45
Mecanismos de cumplimiento de las leyes	Descriptiva	Sanciones por incumplimiento	Sanciones y multas por parte del INE	Multas a infracciones
Índice de Calidad Institucional	Ranking	Ranking 25-90	Ranking 124	Ranking 56

FCE 5: Planificación energética				
Indicador	Unidad	Situación Óptima	Situación Nicaragua 2017	Situación Panamá 2017
Plan nacional de expansión y desarrollo del sector	Si/No	Existencia de planes de expansión	Si	Si
Monto de inversiones planificadas	\$	US\$1.518,37 millones (promedio de la región)	Estimación de Proyectos \$ 26,921,969,683.94 por 3,171.6 MW de capacidad instalada (en 12 años)	5,438.2 millones de Balboas (en 17 años)
FCE 6: Sustentabilidad				
Indicador	Unidad	Situación Óptima	Situación Nicaragua 2017	Situación Panamá 2017
Seguridad energética (WEC)²²	A-B-C-D (Ranking 1-125)	A (Ranking 1-27)	C (Ranking 78)	C (Ranking 92)
Sostenibilidad ambiental (WEC)	A-B-C-D (Ranking 1-125)	A (Ranking 1-36)	D (Ranking 107)	B (Ranking 69)
Equidad Energética (WEC)	A-B-C-D (Ranking 1-125)	A (Ranking 1-31)	B (Ranking 69)	A (Ranking 28)
Índice de consumo contaminante²³	%	0.01%	0.02%	0.03%
FCE 7: Gestión Gubernamental				
Indicador	Unidad	Situación Óptima	Situación Nicaragua 2017	Situación Panamá 2017

²² (World Energy Council, 2019)

²³ (Wikipedia, 2019)

Índice de competitividad global – Pilar Instituciones (WEF)	Ranking (1-137) Calificación (1-7)	Calificación 7	Ranking 115 Calificación 3.2	Ranking 74 Calificación 3.8
FCE 8: Situación económica del país				
Indicador	Unidad	Situación Óptima	Situación Nicaragua 2017	Situación Panamá 2017
Balanza comercial	Positivo/Negativo (miles de millones)	Positiva	Negativo de \$ 2,52 miles de millones ²⁴	Negativo de \$ 21,7 miles de millones ²⁵
Inflación	%	0-2%	4%	0.8%
Nivel de endeudamiento del gobierno	% del PIB	40%-77%	52.5%	36.80%
Calificación Riesgo país		AAA-Aaa	B-Negativa	BBB Estable
Clima para hacer negocios	Ranking Ease of doing business	50-70	132	79

Elaboración: Autoras de esta tesis.

²⁴ (OEC, 2017)

²⁵ (OEC, 2017)

FCE 1: Estructura del sector eléctrico

Aunque en Nicaragua se haya adoptado un modelo de competencia en el sector de generación de energía, dentro de este conviven mecanismos de mercados con estructura regulatoria. Un mercado eléctrico competitivo se funda sobre la existencia de un “mercado mayorista” organizado, dónde los participantes coordinan entre sí (Romero, 2017).

El mercado eléctrico mayorista de Nicaragua está dividido en dos submercados: *mercado de contratos* y el *mercado de ocasión*. En el mercado de contratos se identifican dos tipos de contratos: (1) *Contratos de Suministro*, que acuerdan la compra/venta de energía y/o potencia entre un agente generador y uno o más agentes consumidores y los (2) *Contratos de Generación*, que acuerdan la compra/venta de energía generada y potencia disponible entre un agente generador y otro agente generador, o entre un agente consumidor (comprador) y un agente generador (vendedor) (MEM, 2015).

A su vez, estos se diferencian según la localización de las partes, pueden ser Contratos Internos, Contratos de Importación, Contratos de Exportación y/o Contratos de Modalidad PPA (Power Purchase Agreement). Los PPA se caracterizan por ser contratos de largo plazo, con obligaciones “take or pay” de la potencia contratada y sin obligaciones de compra de energía generada, comprando únicamente la energía que se despacha. Los productores están obligados a garantizar un suministro de potencia. (Banco Centroamericano de Integración Económica, 2009).

En el caso del mercado de ocasión los generadores entran a ofertar su energía y son despachados según lo establece la normativa de operación del Centro Nacional de despacho de carga (CNDC). El generador se pone a disposición del CNDC y el centro es el que indica a cada generador cuánto va a generar. Las transacciones de energía se realizan a precio horario establecido de forma automática por el CNDC. El Instituto Nicaragüense de Energía (INE) es quién establece el régimen de precio que rige las transacciones del mercado de ocasión nacional, así como las importaciones y exportaciones de energía. (Banco Centroamericano de Integración Económica, 2009).

Para el año 2017, las transacciones del mercado de contratos representaron un 76.6% y el mercado de ocasión el 23.4% (incluye las compras realizadas en el MER). Según el INE, para el 2017 existían contratos con 23 agentes, lo que representa compromisos de compra mensuales aproximados por 556,040 MW (INE, 2017).

De acuerdo al experto nicaragüense, Ing. Rafael Bermúdez: “el mercado mayorista de Nicaragua es un mercado regulado. Los inversionistas en Nicaragua se inclinan por el mercado de contratos, ya que las inversiones para plantas de generación de energía son altas y nadie quiere arriesgarse a vender en el mercado de ocasión, sobre todo por la inestabilidad política y jurídica que enfrenta el país. Esto no hace eficiente el mercado, porque lo que se prioriza son los contratos con los generadores. Lo ideal sería que cada planta pudiese producir energía y si en Nicaragua no lo necesitan que lo pudiesen mandar a otro país, pero en Nicaragua no es así”.

Las primeras plantas que ingresan a abastecer el sistema son las provenientes de fuentes renovables, el orden que establece el CNDC está en función del tipo de mercado y el costo de generación. Se prioriza el ingreso de las unidades de menor costo y contratadas a través de PPA.

Proceso de contratación: en Nicaragua los contratos de generación de energía eléctrica se ofertaban mediante licitaciones públicas del estado hasta el año 2008. Luego pasaron a realizarse mediante contrataciones directas entre inversionistas y el gobierno, por decreto del presidente Daniel Ortega. El proceso inicial de negociación del contrato se realiza entre el MEM y el inversionista, donde establecen el tipo de generación y el precio a ofertar. Posteriormente el contrato se traslada a la empresa Distribuidora para concluir los términos de la negociación.

Los procesos de licitaciones dan transparencia a la adjudicación de los proyectos, dónde el interés principal es garantizarle al usuario energía limpia, de calidad y a un buen precio. En las contrataciones directas, la transparencia es cuestionable, se da puerta a la corrupción y el mayor beneficiado no es la población, sino particulares asociados al gobierno de turno (La Prensa, 2017).

Por otro lado, se observa que el sector de generación de energía se encuentra mayormente privatizado, ya que el 80% de capacidad instalada corresponde a empresas privadas y el 20% restante a empresas del estado (NU. CEPAL, 2015). Este porcentaje va de acuerdo a lo que se observa en la región, ya que la mayoría de los países de Centroamérica tienen mayor participación de la empresa privada en el sector eléctrico.

Sistema de interconexión: en cuanto a las inyecciones y retiros realizados en el MER, se observa que Nicaragua realiza más retiros de energía que inyecciones. Los

datos analizados muestran que Nicaragua es el segundo país que realiza más retiros de energía y el que aporta menos (Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE), 2018).

En el año 2017 el total de inyecciones realizadas al MER fue por 2,446.85 GWh, de estas inyecciones el 71.2% corresponden a ventas de Guatemala, 13% a Panamá y 9.4% a Costa Rica, 5.9% a El Salvador, y 0.5% a Honduras y el 0% a Nicaragua. Del total de inyecciones, un 74.5% se realizaron a través del Mercado de Contrato Regional (MCR) y un 25.5% corresponden a transacciones en el Mercado de Oportunidad Regional (MOR) (CRIE, 2018).

En relación a los retiros de energía que ascendieron a un valor de 2,444.42 GWh, El Salvador retiró el 70.7%, seguido por Honduras y Nicaragua, con retiros del 13.5% y 13.4% respectivamente, Costa Rica con 1.3%, Guatemala con 0.8% y Panamá con 0.3% (CRIE, 2018). La ley La ley No. 272 de la Industria Eléctrica, es la que autoriza a los agentes del mercado a realizar las importaciones y exportaciones de energía. En su artículo 21, establece que dichos agentes dedicados a la generación pueden exportar energía, así como los Distribuidores que también pueden importar. En el artículo 51 señala que otros países podrán participar en el mercado de ocasión con la venta y compra de energía a través del sistema de interconexión. (CEPAL, 2013). Hasta el 2017, Nicaragua contaba con 14 generadores, 2 distribuidores y 17 grandes usuarios autorizados para realizar transacciones en el MER.

Con el tiempo, han surgido reformas a la ley No. 272 y No. 532 ley para la promoción de la Generación Eléctrica con fuentes renovables, que inciden en la participación de los generadores nacionales en el MER. Una de las reformas, obliga a los Distribuidores a mantener suficiente energía y potencia mediante contratos con los generadores con una previsión de 24 meses.

Por otro lado, los generadores de fuentes renovables con contratos deberán vender sus excedentes al Distribuidor en el mercado de ocasión. El ente regulador, Instituto Nicaragüense de Energía (INE), estableció una banda de precios para la venta de energía en el mercado de ocasión (INE, 2012). La última actualización corresponde al mes de octubre del año 2018, en el caso de los generadores con fuentes renovables, el precio de venta autorizado está entre \$0.09 y \$0.10 por kWh (INE, 2008)

De acuerdo al Ing. Rafael Bermúdez, los agentes autorizados en Nicaragua no tienen ningún incentivo para participar en el MER, ya que la operación se realiza a través del CNDC y es el INE quién regula el precio que percibe el generador nacional.

Otro de los expertos nicaragüenses entrevistados indicó que, el gobierno carece de un enfoque de mercado, persigue un enfoque proteccionista; no hay apertura de mercado. En el caso de la importación, esta puede ser realizada únicamente por el Distribuidor y los Grandes Consumidores. Mencionó que hay muy pocos agentes clasificados como Grandes Consumidores, estos pueden importar energía, pero hasta su demanda máxima requerida. Esto afecta la capacidad inclusive de los mismos generadores de ofertar una mejor tarifa de energía.

Concentración de mercado: para medir la concentración del mercado mayorista de Nicaragua se ha calculado el Índice de Herfindahl e Hirschman (IHH). Se calcula como la sumatoria de los cuadrados de las cuotas de mercado, el IHH da valores entre cero y diez mil puntos (indica el caso de monopolio). Los parámetros establecidos como referencia de este índice definen que los mercados con valor menor a 1,500 se consideran mercados con un bajo nivel de concentración (Romero, 2017).

En la tabla No. 32 se determina la concentración en términos de capacidad instalada para Nicaragua. Se obtuvo un valor de 1,043 para el año 2017, lo que indica una “concentración moderada” de mercado. A modo de comparación, el IHH de Panamá para el mismo año fue de 677, mostrando un “bajo nivel de concentración”. Actualmente existen 24 generadores de energía en Nicaragua y 62 generadores en Panamá.

Tabla 32 Participación de mercado e IHH de Capacidad Instalada 2017

No .	Agente	Capacidad Instalada (MW)	Participación de mercado (%)	Cuadrado de la Participación
1	Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL)	248.96	16.79%	2.82%
2	Generadora San Rafael S.A. (GESARSA)	6.4	0.43%	0.00%
3	Generadora Fotovoltaica La Trinidad	1.38	0.09%	0.00%
4	Hidroeléctrica ATDER - El Bote	0.9	0.06 %	0.00%
5	Hidro Pantasma (HPA)	14.4	0.97%	0.01%
6	Inversiones Hidroeléctricas S.A. (IHSA). El Diamante	4.85	0.33%	0.00%
7	Tichana Power (TP)	0.4	0.03%	0.00%
8	Fotovoltaica Solaris, S.A.	12.58	0.85%	0.01%
9	Empresa Generadora Ometepe, S.A. (EGOMSA)	2.5	0.17%	0.00%
10	Alba de Nicaragua S.A. (ALBANISA)	330.8	22.32%	4.98%
11	Alba Generación S.A. (AGSA). Plantas MAN	73.6	4.97%	0.25%
12	Corporación Eléctrica Nicaragüense S.A. (CENSA)	65.3	4.41%	0.19%
13	Empresa Energética Corinto (EEC)	74	4.99%	0.25%
14	Tipitapa Power Company (TPC)	52.2	3.52%	0.12%
15	Generadora Eléctrica de Occidente S.A. (GEOSA)	106	7.15%	0.51%
16	Momotombo Power Company (MPC)	77.5	5.23%	0.27%
17	Polaris Energy Nicaragua S.A. (PENSA)	77	5.19%	0.27%
18	Nicaragua Sugar Estates Limited (NSEL)	79.3	5.35%	0.29%
19	Monte Rosa S.A. (IMR)	54.5	3.68%	0.14%
20	Green Power S.A. Ingenio Montelimar	42.8	2.89%	0.08%
21	Consorcio Eólico S.A. (AMAYO I Y II)	63	4.25%	0.18%
22	Blue Power & Energy S.A.	39.6	2.67%	0.07%
23	Eolo de Nicaragua, S.A.	44	2.97%	0.09%
24	Puerto Cabezas Power (PCP)	10.4	0.70 %	0.00%
Total Nacional		1,482.37	100%	
<i>Sistema Interconectado Nacional</i>		<i>1,467.31 MW</i>		
<i>Sistema Aislado Nacional</i>		<i>15.06 MW</i>		
			IHH	1,043

Elaboración: Autoras de esta tesis.

En la tabla No.33 se determina la concentración en términos de generación neta para Nicaragua. Se obtuvo un valor de 765 para el año 2017, lo que indica una “baja concentración” de mercado. A modo de comparación, el IHH de Panamá para el año 2016 fue de 1,216.1, mostrando una “concentración moderada”. En el caso de Panamá, el 50% de la generación queda distribuida en 3 empresas generadoras (AES, CELSIA y ENEL-FORTUNA).

Tabla 33 Participación de mercado e IHH de Generación Neta 2017

N o.	Agente	Generación Neta GWh	Participación de mercado (%)	Cuadrado de la Participación
1	Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL)	390.38	9.47%	0.90%
2	Generadora San Rafael S.A. (GESARSA)	0.00	0.00%	0.00%
3	Generadora Fotovoltaica La Trinidad	1.87	0.05%	0.00%
4	Hidroeléctrica ATDER - El Bote	4.96	0.12%	0.00%
5	Hidro Pantasma (HPA)	67.92	1.65%	0.03%
6	Inversiones Hidroeléctricas S.A. (IHSA). El Diamante	24.56	0.60%	0.00%
7	Tichana Power (TP)	1.72	0.04%	0.00%
8	Fotovoltaica Solaris, S.A.	11.77	0.29%	0.00%
9	Empresa Generadora Ometepe, S.A. (EGOMSA)	0.03	0.00%	0.00%
10	Alba de Nicaragua S.A. (ALBANISA)	544.06	13.20%	1.74%
11	Alba Generación S.A. (AGSA). Plantas MAN	252.48	6.13%	0.38%
12	Corporación Eléctrica Nicaragüense S.A. (CENSA)	265.24	6.44%	0.41%
13	Empresa Energética Corinto (EEC)	362.33	8.79%	0.77%
14	Tipitapa Power Company (TPC)	331.42	8.04%	0.65%
15	Generadora Eléctrica de Occidente S.A. (GEOSA)	220.78	5.36%	0.29%
16	Momotombo Power Company (MPC)	184.22	4.47%	0.20%
17	Polaris Energy Nicaragua S.A. (PENSA)	490.77	11.91%	1.42%
18	Nicaragua Sugar Estates Limited (NSEL)	113.51	2.75%	0.08%
19	Monte Rosa S.A. (IMR)	177.77	4.31%	0.19%
20	Green Power S.A. Ingenio Montelimar	127.56	3.10%	0.10%
21	Consortio Eólico S.A. (AMAYO I Y II)	212.66	5.16%	0.27%
22	Blue Power & Energy S.A.	128.7	3.12%	0.10%
23	Eolo de Nicaragua, S.A.	171.64	4.17%	0.17%
24	Puerto Cabezas Power (PCP)	33.99	0.82%	0.01%
Total Nacional		4,120.34 GWh	100%	
		<i>Sistema Interconectado Nacional</i> 4,077.01 GWh		
		<i>Sistema Aislado Nacional</i> 43.33 GWh		
			IHH	765

Elaboración: Autoras de esta tesis.

Si bien no existe concentración de mercado en los generadores de energía, que ejerza poder de mercado en los precios ofertados, se observa que hay un interés de parte

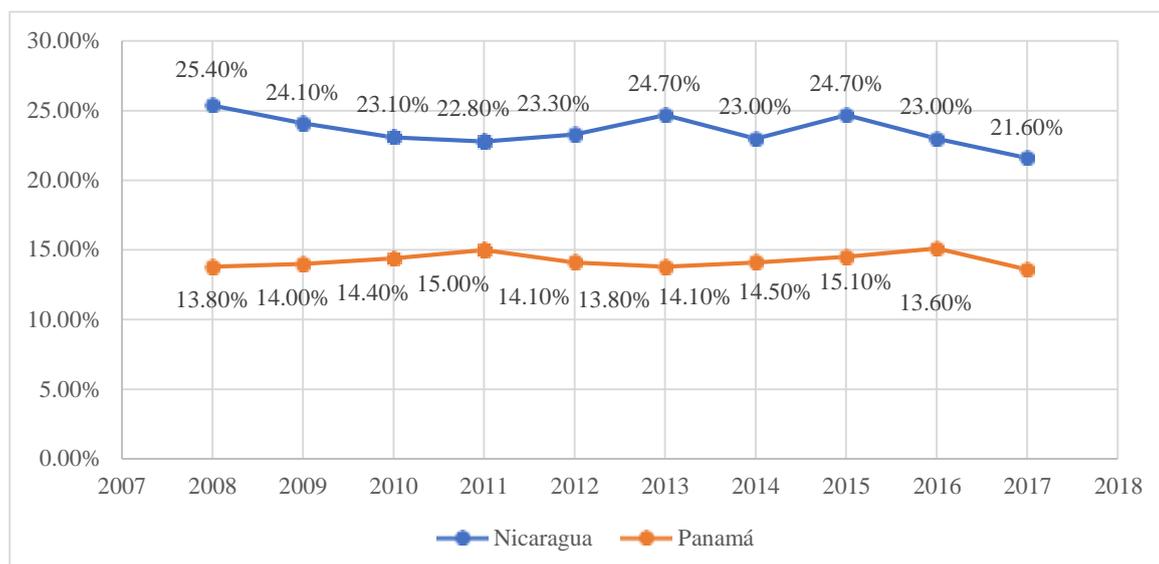
del gobierno actual de lograr una mayor integración en la cadena. Esto incluye a las empresas del grupo de ALBANISA y la compañía Distribuidora, TSK-Melfosur. Por otro lado, en la actividad de distribución las empresas DISNORTE y DISSUR controlan el mercado, ya que el 95.69% de las ventas totales de energía en el 2018 fueron por ambas empresas (INE, 2018).

Pérdidas de energía eléctrica: se consideró este indicador debido a que las pérdidas de energía eléctrica afectan la capacidad de recaudación de las distribuidoras (CEPAL, 2018). En Nicaragua las pérdidas de energía eléctrica han afectado la liquidez de la compañía distribuidora, desde su privatización en el año 2000. Si las Distribuidoras tiene problemas de liquidez, todo el sector enfrentará problemas de liquidez; ya que los generadores son los proveedores directos de las Distribuidoras y estas tienen la responsabilidad de cubrir sus obligaciones de pago con ellos.

Las pérdidas se calculan a partir de la generación neta y las ventas al consumidor final. Reflejan las pérdidas percibidas en los segmentos de transmisión, distribución, y las pérdidas en alta tensión, media y baja tensión y distribución secundaria (CEPAL, 2018).

Históricamente Nicaragua ha reportado niveles altos de pérdidas de energía eléctrica, por encima del promedio de pérdidas en América Latina y el Caribe, que está en 17% (BID, 2014). La Ilustración No. 8 muestra las pérdidas de Nicaragua y Panamá entre el año 2008 y 2017, se observa que Nicaragua presente un porcentaje significativo de pérdidas de energía en comparación con Panamá, sin embargo, de acuerdo con datos de la CEPAL indican que Costa Rica es el país de la región que presenta menos pérdidas con un 11.9% (Rojas Navarrete, 2018).

Ilustración 8 Pérdidas de energía eléctrica 2008- 2017



Fuente: (CEPAL, 2018)

Elaboración: Autoras de esta tesis

Costos marginales: los costos marginales de la energía reflejan el costo de suministrar 1 kWh adicional. Debido a que el despacho que realiza el CNDC es en orden creciente de costos, el costo marginal se define como el costo variable de la unidad generadora más cara que se encuentra operando para abastecer la demanda en un instante determinado. El análisis de los costos marginales y su proyección futura permite identificar las oportunidades de negocio de generación. Esta proyección es compleja, ya que supone una visión de largo plazo de la evolución de la demanda y la expansión de la oferta (Systep, 2011).

El costo marginal a corto plazo para Nicaragua presenta un promedio anual de 60.70\$/ Mwh, el cual se encuentra muy por debajo del de Panamá, el cual tiene un costo marginal promedio de 123.22\$/Mwh. La comparación muestra que Nicaragua tiene un menor costo que el de algunos países de la región, sin embargo, todavía se deben realizar esfuerzos para alcanzar un costo promedio de 18.11\$/Mwh, el cual sería el costo más competitivo de la región.

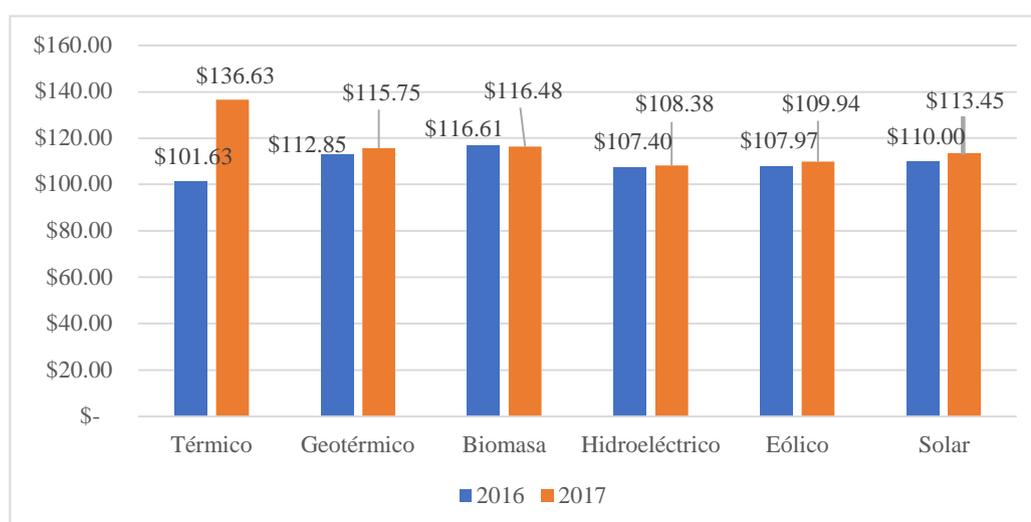
Precios: los contratos por generación térmica se han negociado bajo la modalidad de PPA, donde se establece que el comprador debe adquirir una cantidad mínima de energía y que este deberá pagarle aún en los casos que no se utilice. Los cargos y precios establecidos parten de una formulación binómica que considera cargos por capacidad o

potencia (cargos fijos) y los cargos por energía (cargos variables). El cargo por capacidad asegura los flujos financieros a lo largo de la vida del proyecto que permitirán recuperar la inversión, es decir recuperar el capital invertido, más utilidades y pagar el principal y los intereses del monto de inversión que fue financiado con deuda (CEPAL, 2001).

Para los generadores renovables, se establece un precio monómico que considera los costos de construcción, instalación, producción de la planta, las utilidades esperadas, el pago del principal y los intereses de la deuda (en caso de que se haya utilizado financiamiento); todo eso se divide entre la cantidad de energía que se estima producir para establecer un precio. Se establece un esquema de precio diferente para estos, ya que las energías renovables son no despachable y estas se producen según la disponibilidad de las fuentes (sol, viento, etc.). Esto implica que la empresa Distribuidora debe de comprar toda la energía que las plantas generadoras produzcan, de esta manera el generador se preocupa únicamente por lo que debe de producir. Cualquier excedente que se genere de las plantas renovables se vende por el mercado de ocasión.

Para el año 2017, los precios monómicos registrados en el mercado mayorista de acuerdo al tipo de fuente, fue el siguiente: centrales de generación térmica \$136.63/MWh, centrales geotérmicas \$115.75/MWh, centrales de biomasa \$116.48/MWh, centrales hidroeléctricas \$108.38/MWh, centrales eólicas \$109.94/MWh y en centrales solares fotovoltaicas \$113.45/MWh (MEM, 2017).

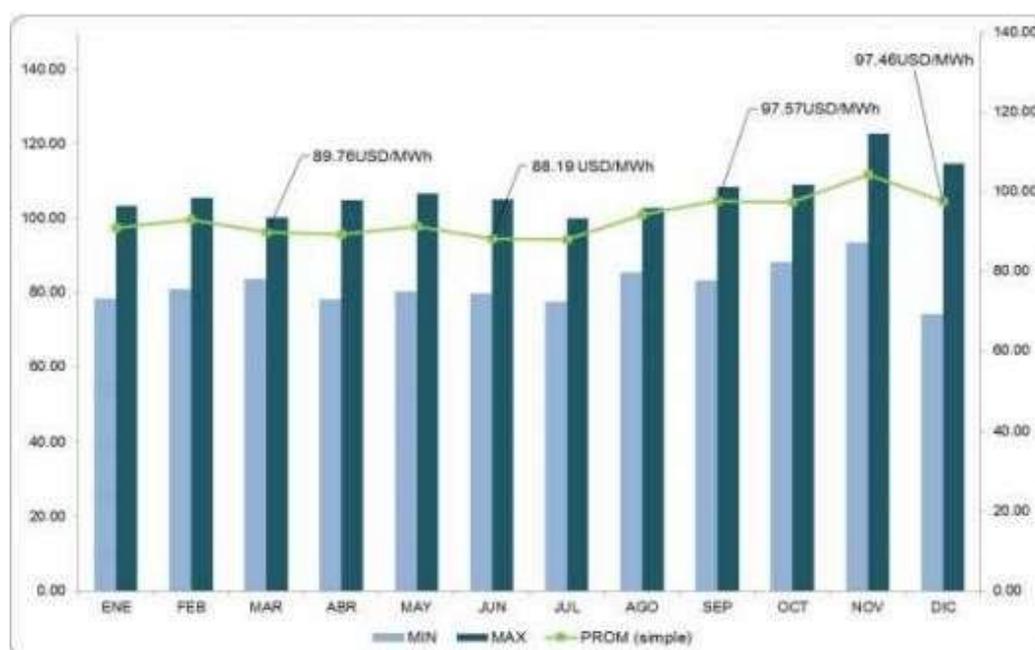
Ilustración 9 Precio Monómico – Mercado de Contratos 2016-2017



Fuente: (MEM, 2017).
Elaboración: Autoras de esta tesis.

De acuerdo a lo publicado por el MEM, el precio promedio en el mercado de ocasión fue de \$93.40/MWh para el año 2017. En el gráfico No. 28 se puede apreciar el rango de precio mínimo, máximo y promedio por mes para todo el año 2017.

Ilustración 10 Precios en el mercado de ocasión (\$/MWh) 2017



Fuente: (MEM, 2017).

Elaboración: Autoras de esta tesis.

El análisis realizado permite concluir que el mercado eléctrico de Nicaragua se ha liberalizado, tiene una fuerte presencia del sector privado en la industria, sin embargo, se observa que es un mercado regulado. La transparencia en el sector es fuertemente cuestionada, debido a los acuerdos bilaterales que se han realizado para la compra de energía en el país desde que entró el gobierno de Daniel Ortega. Asimismo, se observa que en comparación con Panamá la cantidad de generadores en Nicaragua es bastante baja y los aportes de Nicaragua al MER son mínimos, ya que realiza más retiros que inyecciones.

FCE 2: Matriz energética

En cuanto a la producción de energía, se observa que Nicaragua ha avanzado significativamente en materia de energías renovables, ya que el 53.77% de su matriz energética es por fuentes renovables (CEPAL, 2018). El análisis comparativo demuestra que Nicaragua ha realizado grandes avances en las energías renovables. Sin embargo, países como Panamá y Costa Rica alcanzaron una participación de 70.56% y

98% respectivamente para el mismo año. (Secretaría Nacional de Energía (SNE), 2018). Actualmente la generación de energía en Nicaragua se realiza mediante recursos eólicos, solares, biomasa, geotérmicos, hidroeléctricos y térmicos. De las 29 plantas eléctricas que se encuentran en el país, 6 son plantas hidroeléctricas, 2 solares, 2 geotérmicas, 3 de biomasa, 3 eólicas y 13 térmicas. Mientras que, en Panamá, las únicas fuentes renovables utilizadas en la generación son las eólicas, hidroeléctricas y solares (Secretaría Nacional de Energía (SNE), 2018). Por otro lado, se observa que todavía existen oportunidades de potenciar aún más los recursos renovables de Nicaragua, principalmente los recursos hidroeléctricos y geotérmicos (Consorcio Multiconsult, 2011). A pesar de estos esfuerzos, el análisis muestra que todavía existe una participación relevante de las fuentes térmicas en la oferta energética, la cual fue de 46.23% en el 2017. Igualmente, se observa que el rendimiento de las plantas térmicas en Nicaragua para ese mismo año fue bajo, con un rendimiento aproximado de 14.98% mientras que en Panamá alcanzo el 23.8%.

En base al análisis realizado, se observa que Nicaragua ha realizado esfuerzos por impulsar la generación de energía renovable, alcanzo una matriz energética con mayor participación de recursos renovables, no obstante, la aportación de los recursos renovables es baja en comparación con otros mercados y todavía se observa una fuerte participación de fuentes térmicas en la oferta energética.

FCE 3: Gestión de la demanda

El análisis comparativo ha permitido identificar que las tarifas eléctricas en Nicaragua son de las más caras de la región centroamericana. Como se puede observar en la tabla 23, para los 6 rangos definidos las tasas en Nicaragua son significativamente más altas que las de Panamá y que las del valor optimo definido para esta variable. Dicho valor optimo se ha definido como la tarifa más competitiva en la región (Dirección General de Energía , 2018).

El consumo final de energía en Nicaragua en el año 2017 fue de 4,269.026 Gwh y se espera una tasa de crecimiento anual de 4.71% en los próximos 15 años. En contraste, en Panamá en el mismo año el consumo fue de 9,885.469 Gwh y la tasa de crecimiento esperada se encuentra entre el 5.5% al 6.1%. la demanda máxima de potencia para el año 2017 en Nicaragua fue de 679.97 MW. Se observa también que el país ha realizado grandes avances en cuanto a la cobertura eléctrica en el territorio nacional, pasando de

una cobertura de 80% en el 2014 a una cobertura del 95.6% en el 2018. En el año 2017, cerca de 480 mil habitantes todavía no tenían acceso a energía eléctrica en el país.

El análisis realizado permite determinar que, de acuerdo con las proyecciones, la tasa de crecimiento esperada de la demanda es bastante significativa para el sector, al igual que el consumo registrado. No obstante, Panamá presenta casi el doble del consumo de Nicaragua y presenta una mayor tasa de crecimiento esperada a pesar de contar con una población menor que la de Nicaragua. Igualmente se ha identificado que el sector de la electricidad tiene un aporte bastante bajo a la economía del país, aportando únicamente un 0.13% al PIB (Banco Central de Nicaragua, 2018) mientras que en Panamá este sector, junto con el sector de agua, aportan un 3.6%.

FCE 4: Marco Regulatorio

En términos de aspectos normativos y regulatorios, Nicaragua posee una Ley que regula el sector y subsector eléctrico, las cuales han sido reformadas en años recientes. Las principales leyes del sector son la Ley N° 271 y N° 272 que constituyen el marco legal para el organismo regulador y para la Industria Eléctrica, la Ley N° 277 y N° 286, las cuales constituyen el marco para el sector de hidrocarburos, las Leyes N° 443, N° 467 y N° 532 que abordan los temas relacionados con las fuentes renovables de energía, y la Ley N° 554 que habla sobre Estabilidad Energética (Espinasa, Balza, Hinestrosa, Sucre, & Anaya, 2013). Asimismo, recientemente fue aprobado un decreto que permite la venta de los excedentes de energía generados mediante Generación Distribuida. Estas reformas recientes inducen de que se trata de mantener un marco regulatorio vigente y actualizado, ya que algunas de estas reformas abordan temas energéticos que se encuentran en auge a nivel mundial.

En relación a los incentivos fiscales, se observa que tanto en Nicaragua como en Panamá la mayor parte de incentivos se encuentran relacionados a la exoneración de impuestos de importación de la maquinaria, equipo y combustibles usados en la generación de energía. En la parte de vigilancia y supervisión del marco regulatorio, el mismo establece que el Instituto Nicaragüense de Energía (INE) es el encargado del control y vigilancia en el sector y para ejercer dicha función establece sanciones y multas en los casos de infracciones a las normativas. Asimismo, se ha analizado el Índice de Calidad Institucional del 2017, el cual compara la calidad de las instituciones de cada país tomando en cuenta otros indicadores como la seguridad jurídica, rendición

de cuentas, percepción de corrupción, etc. en este ranking Nicaragua obtuvo la posición número 124, mientras que Panamá obtuvo un ranking de 56 (RELIAL, 2018). En base a este índice, Nicaragua ocupa el segundo puesto más bajo de la región y se encuentra dentro de los más bajos de Latinoamérica, lo que influye negativamente en la percepción de los inversionistas.

En base al análisis realizado, se observa que Nicaragua posee un amplio marco legal del sector y ha favorecido la transformación de la matriz energética, no obstante, los objetivos fiscales del presente marco todavía son escasos en comparación con otros países. Por ejemplo, países vecinos como Panamá ofrecen descuentos en el impuesto sobre la renta por reducción en la emisión de CO₂, algunos proyectos de fuentes renovables pueden utilizar depreciación acelerada en su contabilidad y tienen la oportunidad de solicitar concesiones sin necesidad de participar en licitaciones públicas (Espinasa, Hinestrosa, Sucre, & Anaya, 2017).

FCE 5: Planificación Energética

Actualmente, Nicaragua cuenta con un plan de expansión de la Generación Eléctrica que comprende el periodo entre el año 2016 al 2030. La actividad de la planificación del sector corresponde al Ministerio de Energía y Minas (MEM). Dicho Plan incluye el aumento de generación eléctrica en el país mediante proyectos de energía térmica, hidroeléctrica, geotérmica, eólica, fotovoltaica y biomasa. A la fecha de su publicación, el Plan consideraba 66 nuevos proyectos de generación. En cuanto a las inversiones del sector, se estima que durante los próximos años estas ascenderán a 26,921.00 miles de millones de dólares. Estas inversiones estarían aumentando la capacidad del país en 3,171.6 MW (ver anexo 6).

Mediante el análisis comparativo se puede establecer de que Nicaragua cuenta con un plan para la expansión en la generación de energía eléctrica del país, el cual considera proyecciones de la demanda esperada, así como los proyectos de construcción de nuevas centrales. No obstante expertos de Nicaragua aseguran que hay incumplimiento a los planes de expansión que define el gobierno desde hace mucho tiempo y esto pone en riesgo la seguridad energética del país (La Prensa, 2017).

Por otro lado, se observa que en comparación con Panamá las inversiones a realizar en Nicaragua son mucho más grandes, esto debido a la meta del gobierno nicaragüense por promover el uso de fuentes renovables en la generación eléctrica.

FCE 6: Sustentabilidad

En términos de sustentabilidad, el análisis realizado permite concluir que Nicaragua ha realizado avances significativos para el futuro sustentable de su industria eléctrica. El nivel de confiabilidad del suministro eléctrico en Nicaragua es el segundo más alto de la región centroamericana seguido por Panamá, con un ranking de 78 y 92 respectivamente. El ranking se basa en el análisis de 125 países y de acuerdo con él (World Energy Council, 2018), este ranking se refiere a al manejo efectivo de las fuentes primarias de energía, a la fiabilidad de la energía, infraestructura y capacidad de los proveedores de cumplir con la demanda actual y futura. En ese mismo reporte, Nicaragua obtuvo un ranking de 107 en cuanto a la sostenibilidad ambiental la cual abarca el logro de eficiencias en el lado de la oferta y la demanda, y el desarrollo de fuentes de energía mediante recursos renovables y bajos en carbono. En el ranking de equidad energética, que comprende la accesibilidad y asequibilidad de energía en la población, el ranking obtenido fue de 69.

Para el 2017, la participación mundial de Nicaragua en la emisión de CO₂ a nivel mundial representaba un 0.02% (Muntean, et al., 2018), no obstante, es importante mencionar que en ese mismo año el país firmo el acuerdo de Paris para la reducción de emisiones de gases invernadero, después de haber sido uno de los únicos 3 países en no firmar dicho acuerdo en el 2015 (BBC Mundo, 2017). El análisis realizado permite concluir que a pesar de que se ha logrado incrementar de manera significativa las inversiones y proyectos en nuevas tecnologías, todavía es necesario realizar mayores esfuerzos que garanticen la sostenibilidad del sector a largo plazo, ya que a nivel regional el ranking del país es de los más bajos y todavía no se han introducido tecnologías como las Smart grids en el sector nacional. Asimismo, se identifican pocos esfuerzos en temas de innovación y desarrollo de energías renovables.

FCE 7: Gestión Gubernamental

La gestión gubernamental se puede evaluar con uno de los pilares del índice de competitividad global presentado por el World Economic Forum. El pilar se conoce como “Instituciones”, que evalúa aspectos relacionados al desvío de fondos públicos, la confianza pública en los políticos, pagos irregulares y sobornos, favoritismo en decisiones gubernamentales, eficiencia del gasto gubernamental, peso de la regulación gubernamental, eficiencia del marco legal en la resolución de conflictos, eficiencia del

marco legal en regulaciones desafiantes y la transparencia de las políticas gubernamentales.

Todo esto ubica a Nicaragua en la posición 115 de 137 países y otorga una calificación de 3.2 respectivamente. Destacan 16 problemáticas que afectan la competitividad de Nicaragua. Las problemáticas más relevantes son ineficiente burocracia gubernamental, el nivel de corrupción, fuerza de trabajo no capacitada, inestabilidad política y el acceso a financiamiento (World Economic Forum, 2017).

En el caso de Panamá, se ubica en la posición 74 de 137 países y con una calificación de 3.8. Las problemáticas más relevantes que enfrenta son la ineficiente burocracia gubernamental, el nivel de corrupción, fuerza de trabajo no capacitada, regulaciones laborales restrictivas y baja ética laboral en el sector público (World Economic Forum, 2017).

El análisis realizado permite concluir que la gestión gubernamental en Nicaragua es problemática y su situación tiene un impacto significativo en la competitividad del sector, afectado principalmente a la atracción de inversionistas en el sector y al crecimiento y establecimiento de nuevas empresas en la industria eléctrica.

FCE 8: Situación económica del país

Los conflictos políticos en Nicaragua perjudicaron el desempeño económico del país en el 2018, principalmente en cuanto al crecimiento del PIB. Durante el 2017 el crecimiento fue positivo y cercano al 5% (Banco Mundial, s.f), sin embargo, la tasa de crecimiento para el año 2018 fue de -3.8% (Expansion, 2018). De igual manera, la balanza comercial del país sigue siendo negativa por un monto de 2,52 miles de millones. Igualmente se observa una fuerte tasa de inflación en el país, cerrando el 2018 con una tasa de 4% (El Nuevo Diario, 2019), el doble de lo que es usualmente considerado como una inflación saludable para un país. En términos de deuda pública, para el 2018 la deuda pública de Nicaragua representaba el 52.50% del PIB. Aunque no existe un indicador único para este indicador, algunos autores afirman que para economías en desarrollo, la deuda pública no debería de exceder del 40% del PIB (IMF, 2010), no obstante, un estudio del banco mundial concluye que arriba de un 77% es considerado como un nivel alto de deuda y el nivel al que la economía se desacelera (Shipman, 2010).

Calificación riesgo país y el clima para hacer negocios. En cuanto a la calificación riesgo país, los recientes conflictos políticos del país han afectado la calificación del país, la cual en el 2018 fue rebajada a B a B- con perspectiva negativa, lo que vuelve al país menos atractivo para las inversiones debido al riesgo y la inestabilidad (Martínez Rocha, 2018). De igual manera, de acuerdo con el ranking “Doing Business” del Banco Mundial, para el mismo año Nicaragua se encontraba en el puesto 132, obteniendo el ranking más bajo entre los países de la región (World Bank, 2018).

En base a lo antes mencionado, se percibe que la situación económica del país presenta una barrera para la atracción de nuevas empresas e inversionistas que contribuyan al desarrollo del sector eléctrico, ya que, en base a estos indicadores, la situación actual de Nicaragua es de las más desfavorables de la región.

7.3 Conclusiones del Capítulo

- El sector de generación de Nicaragua presenta altas barreras de entrada, en su mayoría estas son de carácter regulatorios. La falta de procesos de licitación para la compra/venta de energía afectan gravemente la posibilidad de nuevas inversiones en el país. No garantizan un ambiente de transparencia en la industria.
- En las negociaciones se ha garantizado la rentabilidad para los inversionistas, a través de los contratos PPA, pero no se ha fomentado una sana competencia en el sector. Se percibe una falta de visión y estrategia en los objetivos que persigue actualmente la industria, no es posible identificar qué estrategia sigue la industria actualmente.
- Se observa que el competidor ALBANISA ha manipulado para alcanzar una posición importante dentro de la generación. Las plantas no cumplen con las necesidades técnicas que tiene la industria, y su generación resulta costosa para el país.
- La liberalización de la industria ha llevado a tener una alta participación de empresas privadas. Es posible aumentar la competitividad en la generación y distribución a través de la Generación Distribuida Renovable. Esta iniciativa traerá beneficios económicos para los clientes y fomentará el uso de recursos renovables.

- Tanto los proveedores como los compradores tienen alto poder de negociación. Sobre todo, esto afecta a los generadores térmicos, que dependen del combustible para generar y el precio de los derivados del petróleo se definen a nivel internacional.
- El sector eléctrico de Nicaragua posee características de mercados de competencia, como es el alto nivel de empresas privadas en el mercado de generación y el bajo nivel de concentración de mercado, sin embargo, la regulación a la industria ha limitado la competencia.
- Nicaragua ha logrado diversificar su matriz energética y ha logrado alcanzar una generación de energía mediante fuentes renovables mayor al 50%. Sin embargo, este porcentaje todavía es bajo en comparación con algunos países de la región y según el análisis realizado, todavía existe un potencial de recursos renovables que no ha sido explotado y que puede permitirle al país aumentar el porcentaje de fuentes renovables en su matriz.
- Nicaragua posee actualmente una de las tarifas eléctricas más caras de la región, lo que le resta competitividad al sector. Asimismo, se observa que el país realiza principalmente transacciones de retiro en el MER, aportando poco a las transacciones de inyecciones en el MER.

CAPÍTULO VIII. PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL SECTOR ELÉCTRICO DE NICARAGUA

En este capítulo se presentan las propuestas de mejora que ayudarían a cerrar las brechas identificadas en el sector eléctrico de Nicaragua y que podrían impulsar el desarrollo y la competitividad de este. Las propuestas toman en consideración los FCE identificados, los aportes de los expertos entrevistados, el análisis de la industria en Nicaragua y los resultados de las métricas.

8.1 Propuesta para la estructura del sector eléctrico en Nicaragua

Para cerrar las brechas existentes en la estructura del sector, se recomienda realizar licitaciones públicas para el proceso de contratación de compra y venta de energía eléctrica. Las licitaciones públicas son implementadas por países como Guatemala y Brasil, y de acuerdo con expertos, contribuyen al éxito del sector ya que brindan *visibilidad* a los inversionistas. Las licitaciones pueden realizarse en el corto y en el largo plazo. Cuando estas son de largo plazo, permite que los inversionistas planifiquen mejor sus proyectos y gestionen adecuadamente sus recursos. Adicionalmente las licitaciones fomentan la competencia, ofrecen transparencia y certeza para los involucrados, ya que los términos contractuales se encuentran previamente establecidos.

Como segunda propuesta se plantea el desarrollo del sistema de interconexión con los países vecinos de la región. Tanto para la venta de excedentes energéticos como para la compra de energía de otros países. Nicaragua cuenta con una ubicación geográfica que representa una ventaja estratégica para la distribución de energía a otros países, sin embargo, la exportación actual de energía a otros países es prácticamente nula y las tarifas eléctricas ofertadas son altas. La mejora de la red de interconexión permitiría incrementar los retiros e inyecciones de energía al MER y disminuir la tarifa energética. Como lo ha hecho Guatemala, con su conexión a México, les ha permitido abaratar las tarifas energéticas en un 30%. En el caso de Nicaragua, se podrían vender excedentes energéticos de plantas eólicas o geotérmicas, ya que estos dos tipos de recursos son de gran potencial en Nicaragua.

La tercera propuesta consiste en desregular el mercado de ocasión, ya que la banda de precios actual establecida por el ente regulador restringe el mercado de ocasión nacional y la importación de energía. Esto permitiría una mayor apertura de mercado y una mayor competencia entre los agentes de mercado. Sumado a esto, se podría asignar la función de Comercialización a un agente del mercado distinto del Distribuidor, que se encargue de comprar la energía eléctrica a otros operadores de la región con el objeto de revenderla. Ejemplo de esto es El Salvador, quien compró la mayor parte de energía del MER en el 2017 y tiene habilitado 31 comercializadores y 8 generadores. Esta figura ha dinamizado la actividad de importación de energía en el país.

8.2 Propuesta para la *Matriz Energética* de Nicaragua

Como fue mencionado en capítulos anteriores, la tendencia a nivel mundial y por parte del gobierno nicaragüense es hacia un mayor uso de energías renovables debido a la sustentabilidad de estas y que producen menos efectos adversos para el medioambiente. No obstante, este tipo de tecnología es relativamente nueva en la región, por lo tanto, requieren de mayores inversiones y de un capital humano más capacitado. En base a esto, se propone fomentar la investigación, innovación y desarrollo de las fuentes renovables en el país, a modo de incrementar el conocimiento de estas tecnologías y focalizar los esfuerzos y nuevos proyectos en las tecnologías que realmente aporten una ventaja competitiva al sector y en las que Nicaragua pueda lograr una mayor eficiencia.

Se propone seguir una estrategia de liderazgo en costos y aprovechamiento de los recursos naturales disponible en el país, para el desarrollo futuro de la matriz energética. Se requiere mejorar la tarifa energética a los consumidores finales; es posible lograr esta mejora en costos si se incorporan a la matriz, energías renovables más competitivas, como es la energía hidroeléctrica y la energía solar. Adicionalmente, expertos indican que la incorporación del gas natural en la matriz energética les permitiría disminuir los costos marginales de la industria; aunque esta es una fuente de energía no renovable que tiene menor impacto ambiental que el resto de combustibles fósiles.

Asimismo, se propone la inversión en sistemas o tecnologías de predicción a corto y largo plazo, con el objetivo de mejorar la operación y variabilidad de centrales que operan con recursos renovables. En otras palabras, lograr la conjunción de diferentes fuentes renovables, para mitigar la variabilidad que presentan cada una de ellas y que

afecta la confiabilidad del suministro energético. De igual manera debe encontrarse el porcentaje óptimo de generación no renovable que debe tener el país, ya que la generación térmica da estabilidad al sistema energético; pero incrementa los costos de generación (dependen de los precios de los derivados del petróleo).

Por otro lado, se propone en el corto plazo la conclusión del anexo técnico para el desarrollo de la Generación Distribuida Renovable en el país, para aumentar la competitividad en la cadena del sector (generación, distribución y transmisión).

8.3 Propuesta para la *Gestión de la Demanda* de energía eléctrica en Nicaragua

De acuerdo con el análisis realizado, se ha determinado que la principal brecha que debe cerrar Nicaragua es el tema de las elevadas tarifas eléctricas. A partir de los 101 kWh, la tarifa eléctrica de Nicaragua es la más alta de la región, esto no solamente afecta la calidad de vida, sino que impide el desarrollo del sector industrial del país. La energía debe ser proactiva, debe crear las condiciones para el desarrollo industrial a futuro del país. En el caso de Perú, la industria minera ha crecido gracias a la eficiencia del sector energético. Este vínculo estrecho, entre industria y energía, les ha permitido a ambos sectores crecer.

Por lo tanto, se propone incentivar el uso de tecnologías más eficientes en las centrales de generación, de manera que los costos de generación sean más bajos y esta reducción se traslade al precio final de los consumidores. Se recomienda establecer tarifas energéticas competitivas, justas y accesibles para los consumidores nicaragüenses. La complejidad del pliego tarifario actual reduce la rentabilidad de la Distribuidora y no responde a las necesidades actuales del país, considerando que se requiere incrementar la inversión privada en el país.

Igualmente, se propone disminuir significativamente los subsidios a los consumidores del sector residencial. De acuerdo con los expertos, los subsidios disminuyen la rentabilidad de los proyectos de generación, resultan en una fuerte carga para el estado y los consumidores tienen menos consciencia del uso energético.

8.4 Propuesta para la *planificación energética* de Nicaragua

Como propuesta para la planificación futura del sector eléctrico se sugiere que, al momento de realizar informes o reportes, esta sea de carácter público, basada en estudios realizados por la academia y expertos del sector. De igual manera, las planificaciones deben realizarse con visión a futuro y a nivel institucional, que esta se

realice independientemente del gobierno de turno. A su vez es necesario lograr un mayor cumplimiento en la ejecución de los planes de expansión. Debería abordar temas relacionados a la proyección de la demanda, las oportunidades de generación con otras fuentes, los demás eslabones de la electricidad, el retiro de plantas. Se recomienda que la planificación persiga una estrategia de liderazgo en costos y aprovechamiento de los recursos energéticos disponibles en el país. Debe incluir las proyecciones de costos marginales, según la incorporación de nuevos proyectos de generación.

8.5 Propuesta para el *marco regulatorio* del sector eléctrico de Nicaragua

Nicaragua cuenta con un amplio marco regulatorio para el sector energético y para el subsector eléctrico, se han realizado reformas recientes para abarcar temas como el de las energías renovables y la generación distribuida renovable para autoconsumo. Otras reformas han sido de carácter regulatorio y restringen de cierta manera el mercado mayorista de Nicaragua.

Se propone fortalecer el marco regulatorio para establecer de manera clara y sin contradicciones los requisitos, procedimientos y regulaciones que deben seguir las empresas para la implementación y operación de nuevos proyectos de generación. De igual manera, se debe fortalecer el marco jurídico relacionado a las nuevas tecnologías, como son las tecnologías renovables, generación distribuida, 122mart grids. Adicionalmente fomentar a través de este, el desarrollo de nuevos modelos de negocios como es la movilidad eléctrica y el concepto de 122mart cities.

Por otra parte, debe mantenerse un marco regulatorio estable en el tiempo, es decir que eviten realizar ajustes o reformas frecuentes que benefician a un grupo específico de personas y no benefician al sector en conjunto. Esto con el objetivo de mantener una estabilidad institucional y regulatoria que de confianza a los inversionistas.

Se propone establecer otro tipo de incentivos, que no se base únicamente en la exoneración de impuestos, dirigidos a fomentar la eficiencia y competencia en el sector de generación de energía. Otros países de la región han implementado incentivos tales como, la exoneración del pago de costos de transmisión y distribución para las centrales renovables menores a 10 MW, reducción de impuesto sobre la renta basado en la reducción de emisiones de CO₂, uso de depreciación acelerada en las inversiones a realizar y licitaciones exclusivas para energías renovables.

8.6 Propuesta para la *sustentabilidad* del sector eléctrico de Nicaragua

En cuanto a la sustentabilidad, se ha identificado que una de las principales brechas es la falta de actualización en las tecnologías utilizadas en el sector. El parque de generación actual de Nicaragua, en su mayoría es antiguo y las nuevas tecnologías tardan años en implementarse debido a los altos costos de estas. Por lo tanto, para realizar un avance tecnológico en el sector se propone realizar “leapfrogging” en el sector eléctrico.

Leapfrogging es una teoría que establece que el desarrollo se puede alcanzar al omitir ciertas tecnologías y pasar directamente a tecnologías más avanzadas. Por ejemplo, en las zonas rurales de Nicaragua donde se presentan problemas con la calidad del suministro o incluso en las zonas en las que todavía no hay electricidad, se pueden establecer mini-redes localizadas, alimentadas por energía eólica o solar. Esta puede convertirse en una alternativa atractiva para incrementar la cobertura eléctrica, ya que los tiempos y costos de implementación son mucho menores en comparación con la implementación de una central de generación.

Estos métodos se han implementado en zonas rurales de África, en donde se han instalado mini-redes solares, que cuentan con un sistema de almacenamiento de baterías y con un software de administración remota. El pago se realiza mediante sistemas de pago por teléfonos celulares; este tipo de sistemas han logrado aumentar la cobertura eléctrica de los países.

8.7 Propuesta para la *gestión gubernamental* de Nicaragua

Del análisis realizado se intuye que la transparencia de la gestión gubernamental actual es cuestionable, considerando las reformas realizadas al marco regulatorio, las recientes inversiones que se han incorporado a la capacidad instalada, y las regulaciones ordenadas por el ente regulador.

Se identificó que la gestión gubernamental es uno de los principales FCE para el desarrollo del sector, del cual dependen otros factores. El país carece de institucionalidad en sus estructuras gubernamentales, las decisiones se inclinan a intereses políticos y personales del presidente Ortega.

Urge que el país recupere su institucionalidad y tenga procesos públicos que gocen de transparencia y que sean de beneficio para la población nicaragüense. Con el

gobierno actual, es muy difícil que la situación del país y percepción de los inversionistas cambien, si este no actúa con transparencia y democracia.

8.8 Propuesta para la *situación económica* de Nicaragua

La situación económica del país se ha visto fuertemente golpeada por los recientes conflictos políticos, los cuales han creado un escenario de incertidumbre para el país, afectando negativamente el clima de inversiones; resultando en una contracción económica en el 2018. Para estimular nuevamente la economía, se propone diversificar los productos de exportación, ya que actualmente la matriz de exportación es bastante pequeña y al introducir nuevos productos se podrían generar más empleos e incrementar las exportaciones.

Nicaragua es considerado como uno de los países más difíciles para hacer negocios en la región, de acuerdo con el Ranking Doing Business. Ambas situaciones desmotivan la entrada y creación de empresas en el país, por lo tanto, se propone controlar los actuales desequilibrios fiscales y estabilizar la situación local, de manera que se recuperen las industrias y las condiciones financieras del país. Se recomienda que el gobierno tenga mayor control del gasto público y disminuya la deuda pública, ya que actualmente representa más del 50% del PIB.

Por otra parte, se sugiere realizar reformas o actualizaciones en los procesos para empezar un negocio, principalmente los relacionados a la consecución de permisos de construcción, registro de propiedad y protección de los inversionistas minoritarios, aspectos que han sido identificados como los más débiles al momento de empezar un negocio.

El objetivo de estas propuestas es mejorar el ranking de Nicaragua en los índices antes mencionado, de manera que se vuelve a incentivar la inversión en el país y se establezca la gobernabilidad.

CAPÍTULO IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se incluyen las conclusiones que surgen de esta investigación y las recomendaciones a considerar en futuras investigaciones.

9.1 Conclusiones

A continuación, se exponen las conclusiones correspondientes a los objetivos planteados para la investigación:

Objetivo general: identificar los factores críticos de éxito (FCE) para el desarrollo de la generación de energía eléctrica en Nicaragua a fin de proponer una mejora en el servicio.

Mediante el análisis de literatura y el análisis de contenido de las entrevistas realizados a expertos en el tema, se han identificado 8 FCE para el desarrollo del sector de generación de energía eléctrica en Nicaragua, que son: (1) *Estructura del sector eléctrico*, (2) *Matriz energética*, (3) *Gestión de la demanda*, (4) *Marco regulatorio*, (5) *Planificación*, (6) *Sustentabilidad*, (7) *Gestión gubernamental* y (8) *Situación económica del país*.

Objetivo específico: analizar la evolución del sector energético en Nicaragua.

Se analizó la evolución del sector energético de Nicaragua desde sus inicios, cuando el sector era totalmente estatal y más tarde se dio la separación de funciones, se abrió el mercado eléctrico y se constituyó formalmente el segmento de generación de energía con una reglamentación específica. De igual manera, se analizaron las fuerzas competitivas que rigen al mercado mayorista, se identificaron causas y consecuencias de la situación actual y su regulación. Paralelamente, se observa que los combustibles fósiles han predominado en el parque de generación de energía del país, sin embargo, en los últimos años se han realizado avances significativos con la participación de energías renovables en la matriz energética.

Objetivo específico: establecer un modelo que explique las relaciones entre los FCE y el desarrollo del sector de generación de energía.

El modelo descrito en el capítulo 6 explica los FCE identificados que influyen en el desarrollo del sector de generación eléctrica. El modelo considera 41 variables de medición que explican el desempeño del sector y a su vez determinan el éxito.

Aunque el modelo está dirigido para la industria de generación de energía, se incluyeron variables e indicadores que están relacionados con otros eslabones de la cadena, como es la distribución y transmisión. Ejemplo de esto, es la variable de “tarifas energéticas competitivas”, no es posible ignorar dichas variables, ya que la generación es parte del sistema energético y es la base de la industria.

El modelo presenta los FCE que deben ser considerados al momento de implementar medidas que busquen impulsar el sector en Nicaragua.

Objetivo específico: validar el modelo teórico propuesto con expertos en la industria eléctrica.

El modelo teórico fue validado por expertos en el tema, los cuales expresaron su conformidad con el mismo y señalaron que los factores identificados responden a la competitividad del sector.

Objetivo específico: realizar un diagnóstico del sector energético de Nicaragua en base al modelo teórico validado con los expertos.

En base al análisis comparativo de los FCE entre Nicaragua y países de la región, se observa que el sector de generación presenta algunas debilidades, como es la falta de licitaciones públicas para la contratación de compra y venta de energía, poca institucionalidad en el sector, la regulación del sector, las altas tarifas eléctricas y un bajo nivel de tecnología y eficiencia del parque de generación. Al mismo tiempo se identificaron buenas prácticas en países de la región en relación a los FCE y se comparó con la situación de Nicaragua.

Objetivo específico: elaborar una propuesta para impulsar el desarrollo de la generación de energía en Nicaragua.

A partir de las brechas identificadas, los FCE y las recomendaciones de expertos, se han elaborado una serie de propuestas que buscan impulsar el crecimiento de la generación de energía eléctrica en Nicaragua y contribuir con la competitividad del mismo en la región. Varias de estas propuestas son claves para evitar que el sector energético se enfrente a una crisis en el mediano plazo.

9.2 Recomendaciones

Se recomienda para futuras investigaciones los siguientes aspectos:

- Evaluar este modelo en otros países de la región de Centroamérica a través de un análisis cualitativo y cuantitativo que ayude a determinar la robustez del modelo.
- Realizar un análisis costo-beneficio de la instalación de redes conocidas como “leapfrogging” para zonas aisladas del país, para determinar la viabilidad de esta propuesta.
- Realizar un estudio para medir el alcance de la generación distribuida renovable y su impacto en el aporte a la generación de energía a la red.

ANEXO 1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ENERGÍAS RENOVABLES

1. **Energía Hidroeléctrica:** Se trata de aprovechar, mediante un desnivel, la energía potencial contenida en la masa de agua que transportan los ríos, para transformarla en energía eléctrica (Dirección General de Industria, Energía y Minas, 2002). La energía potencial del agua se transforma en energía cinética en una tubería, posteriormente pasa por una turbina y esta energía cinética del agua se transforma en energía cinética de rotación del eje de la turbina que en el alternador se convierte en energía eléctrica (Cooperativa Energética, 2018).

Tabla 34 Ventajas y desventajas de la generación hidroeléctrica

Tipo de Generación	Ventajas	Desventajas
Generación Hidroeléctrica	No requieren combustible. Es una forma sustentable de generación	Los costos de capital por kilovatio instalado son altos.
	No causa contaminación en el medio ambiente	La construcción por lo general es más larga que el de una central termoeléctrica
	bajos costos de mantenimiento y de operación ya que no requieren muchos trabajadores.	La disponibilidad de energía puede fluctuar por temporada y por año. (Se ven afectadas por sequías)
	Proporciona grandes cantidades de energía de una forma confiable y estable en el tiempo, a diferencia del viento y la energía solar.	Aunque las consecuencias ambientales son menores, las consecuencias están relacionadas con las intervenciones en la naturaleza debidas a la represa del agua, al cambio del flujo de agua y a la construcción de carreteras y líneas eléctricas.
	Eficiencia. Una estación de tamaño moderado puede producir una gran cantidad de energía eléctrica.	
	Las turbinas se pueden apagar y encender en tiempos relativamente pequeños, alcanzando plena potencia en pocos minutos.	

Fuente: (Castillo Wagemann, 2013)

Elaboración: Autoras de esta tesis

2. **Energía solar:** se trata de aprovechar la energía solar mediante dispositivos que capturen la luz solar y la transformen en energía eléctrica. Existen dos formas de

realizar esta transformación: conversión fototérmica y conversión fotovoltaica (Secretaría de Energía, s.f).

- i) *Energía solar térmica*: utiliza la radiación solar para calentar un fluido, el cual dependiendo de su temperatura se utiliza para producir agua caliente o vapor (Madrid Solar, 2006).
- i) *Energía solar Fotovoltaica*: la transformación es directa, transformando la energía solar en energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico. Esta transformación se logra gracias a “células solares que son fabricadas con materiales semiconductores que generan electricidad cuando reciben la radiación solar (Madrid Solar, 2006).

Tabla 35 Ventajas y desventajas de la Energía solar fotovoltaica

Tipo de Generación	Ventajas	Desventajas
Energía solar térmica	Es una forma de generación sustentable y no daña el medio ambiente.	La tecnología todavía se encuentra en etapa de desarrollo por lo que es más cara que otros tipos de generación.
	Tiene bajo costo de operación	La energía solar térmica es apropiada solo en regiones que reciben abundante luz solar.
	Los sistemas híbridos (solar/combustible) operan sin verse afectados por el clima.	Algunas formas de energía solar requieren cantidades sustanciales de agua de refrigeración.
	El calor se puede almacenar y utilizar para generar electricidad cuando el sol no brilla.	La posición del sol en el cielo cambia constantemente, por lo que la mayoría de los generadores solares térmicos tienen que incluir maquinaria costosa para mantenerlos orientados en la dirección correcta.

Fuente: (Clarke, 2019)

Elaboración: Autoras de esta tesis

Tabla 36 Ventajas y desventajas de la Energía Solar

Tipo de Generación	Ventajas	Desventajas
Energía solar fotovoltaica	Es una forma sustentable de generación	Produce poca energía cuando el sol no brilla, y no produce energía en la noche.
	Muy adecuado para proporcionar energía en el hogar o en edificios individuales.	Para que un generador fotovoltaico produzca mucha electricidad (es decir, varios megavatios), tiene que cubrir un área grande.

	Tamaño. Los techos grandes pueden soportar instalaciones de hasta 1 MW o más, las instalaciones más grandes se pueden construir sobre marcos en el suelo.	Los niveles de eficiencia de los paneles solares son relativamente bajos (entre 14% y 25%) en comparación con los niveles de eficiencia de otros sistemas de energía renovable.
	La generación pico coincide con el consumo pico.	Los paneles solares son frágiles y pueden dañarse fácilmente.
	El costo de la energía solar fotovoltaica es costoso, pero está disminuyendo más rápidamente que cualquier otra tecnología.	

Fuente: (Clarke, 2019)

Elaboración: Autoras de esta tesis

ólica: En esta situación, se aprovecha la fuerza del viento para generar energía eléctrica. Esta generación se realiza a través de aerogeneradores. En éstos, la energía eólica mueve una hélice y con la ayuda de un sistema mecánico, se gira el rotor del alternador, que produce energía eléctrica (Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC), S.F). La cantidad de energía que se transfiere al rotor depende de la densidad del aire, del área de barrido del rotor y de la velocidad del viento. A un conjunto de aerogeneradores se les conoce como “parques eólicos” y estos pueden ubicarse tanto en el maro como en la tierra (Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC), S.F).

Tabla 37 Ventajas y desventajas de la Energía Eólica

Tipo de Generación	Ventajas	Desventajas
Energía eólica	La energía eólica es una fuente de energía verde y no causa contaminación.	Es una fuente de energía fluctuante, por lo que no es adecuada para satisfacer la demanda de energía de carga base a menos que se utilice algún tipo de almacenamiento de energía (por ejemplo, baterías, energía hidráulica bombeada).
	Son eficientes con en el espacio. La turbina eólica más grande genera suficiente electricidad para alimentar 600 hogares de los EE. UU.	Requiere de grandes inversiones iniciales, tanto en aplicaciones comerciales como residenciales.
	Los precios han disminuido en más del 80% desde 1980 y se espera que sigan disminuyendo.	El ruido es un problema para personas que viven cerca de los aerogeneradores. Por lo que puede causar complicaciones al momento de querer instalar cerca de entornos urbanos.
	Los costos operativos asociados a la energía eólica son bajos.	

Fuente: (Energy Informative, s.f)

Elaboración: Autoras de esta tesis

4. **Generación a partir de Biomasa:** el proceso de generación es similar al de una central térmica, la combustión de la biomasa genera calor, el cual calienta el agua hasta convertirse en vapor y se genera la electricidad a través de los alternadores (Cooperativa Energética, 2018). La Especificación Técnica Europea CEN/TS 14588, define biomasa como “todo material de origen biológico excluyendo aquellos que han sido englobados en formaciones geológicas sufriendo un proceso de mineralización (Swedish Standars Institute (SIS), 2004).

Tabla 38 Ventajas y desventajas de la Biomasa

Tipo de Generación	Ventajas	Desventajas
Generación a partir de Biomasa	La energía de biomasa es una fuente de energía amigable y renovable.	Es una fuente de energía costosa.
	Puede ser utilizada para generar electricidad con el mismo equipo o en las mismas centrales eléctricas de combustibles fósiles.	A pequeña escala es muy probable que haya una pérdida neta de energía y la biomasa es difícil de almacenar en forma cruda.
	La biomasa se puede encontrar fácilmente y puede cultivarse con facilidad en todas partes del mundo.	La biomasa tiene menos energía que un volumen similar de combustibles fósiles
	Los alcoholes y otros combustibles producidos por la biomasa son de quema eficiente, son viables y relativamente limpios.	

Fuente: (Sriram & Shahidehpour, 2005)

Elaboración: Autoras de esta tesis

5. **Generación geotérmica:** Se entiende por energía geotérmica a “aquella que, aprovechando el calor que se puede extraer de la corteza terrestre, se transforma en energía eléctrica o en calor para uso humano o procesos industriales o agrícolas” (Secretaría de Energía, s.f). Para aprovechar el calor, se realizan perforaciones en la tierra para acceder a las capas calientes. Luego, el agua pasa por las tuberías instaladas en el subsuelo, al calentarse el agua se convierte vapor y este vapor es el que genera la energía eléctrica al pasar por las turbinas (Gutiérrez Álvarez, Fidalgo Sánchez, Fernández Pérez, & Fernández Fernández, 2003)

Tabla 39 Ventajas y desventajas de la Energía Geotérmica

Tipo de Generación	Ventajas	Desventajas
Generación geotérmica	Menores costos de operación y mantenimiento.	Aunque los sitios geotérmicos son capaces de proporcionar calor durante muchas décadas, eventualmente los lugares específicos pueden enfriarse.
	Disminuye la dependencia de combustibles fósiles al ser una fuente renovable y limpia de energía.	Altos costos de instalación
	A diferencia de la energía solar y eólica, la energía geotérmica está siempre disponible, los 365 días del año.	Solo es adecuado para regiones donde las temperaturas debajo de la tierra son bastante bajas y pueden producir vapor durante un largo período de tiempo. Para esto se requiere investigación de las zonas.
	Ahorros por uso directo pueden llegar hasta un 80 por ciento con respecto a los combustibles fósiles.	Los sitios geotérmicos pueden contener algunos gases venenosos y pueden escapar a la superficie, a través de los agujeros perforados por los constructores.

Fuente: (Bagher, 2014)

Elaboración: Autoras de esta tesis

ANEXO 2 FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

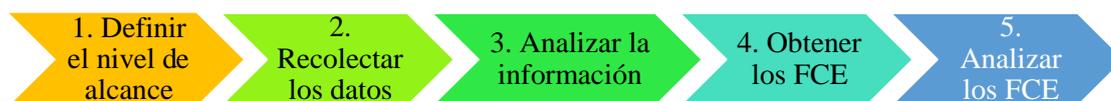
Según Bullen y Rockart (1981), los factores críticos de éxito (FCE) se refieren a aquellas áreas claves de la organización que requieren de resultados satisfactorios, para garantizar la competitividad en el desempeño y desarrollo de un individuo, departamento u organización. Dichas áreas claves deben funcionar correctamente, para que el gerente y organización alcancen los objetivos deseados.

Los FCE permiten identificar más fácilmente la información que es más crítica para las decisiones gerenciales.

Los FCE se encuentran dentro de las organizaciones, estos se pueden heredar por la industria o dentro de la misma organización, más que crearlos. Es posible identificarlos si hablamos con personas claves dentro de la organización y/o la industria.

Esta metodología también es aplicable para identificar los FCE a nivel de país, sector o industria; ya que el método busca extraer los factores existentes que son claves para el desarrollo de una industria, en este caso del sector de generación de energía eléctrica en Nicaragua.

Para obtener los FCE, Caralli (2004) ha identificado cinco actividades básicas:



Fuente: (Caralli, Stevens, Willke, & Wilson, 2004)

Elaboración: Autoras de esta tesis

1. Definir el nivel de alcance

El alcance de los FCE se puede definir a dos niveles, a nivel macro, es decir a nivel empresarial o a nivel operativo; por áreas de operación dentro de la organización. Todas las unidades de operación podrían influenciar los FCE de la organización en su conjunto, y en algunos casos, estos pueden ser idénticos.



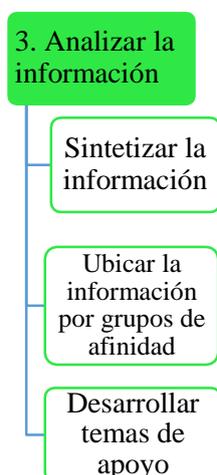
2. Recolectar los datos

Este paso consiste en obtener la data necesaria para identificar los FCE, a través de (i) la revisión de documentos críticos y (ii) la realización de entrevistas a expertos.



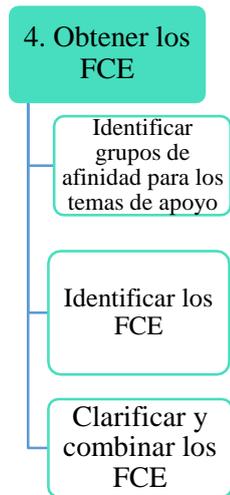
3. Analizar la información

El propósito de este paso es organizar y analizar la data que se usará para determinar los FCE del sector de generación de energía eléctrica en Nicaragua. La data se transformará en información a través de una técnica llamada análisis de afinidad. Posteriormente se agruparán por temas de apoyo.



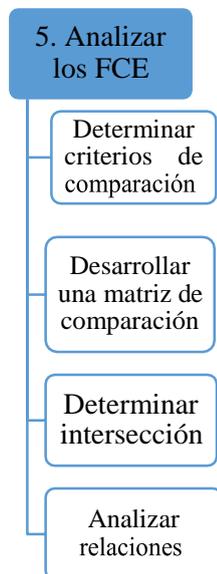
4. Obtener los FCE

Los FCE se extraen en lugar de crearlos. Estos FCE se obtienen de la data recolectada durante todo el proceso, considerando el argumento de los expertos, las agrupaciones por afinidad y los temas de apoyo identificados. Se sugiere que los FCE tengan al menos de 10 palabras, con el fin de comunicarlos efectivamente.



5. Analizar los FCE

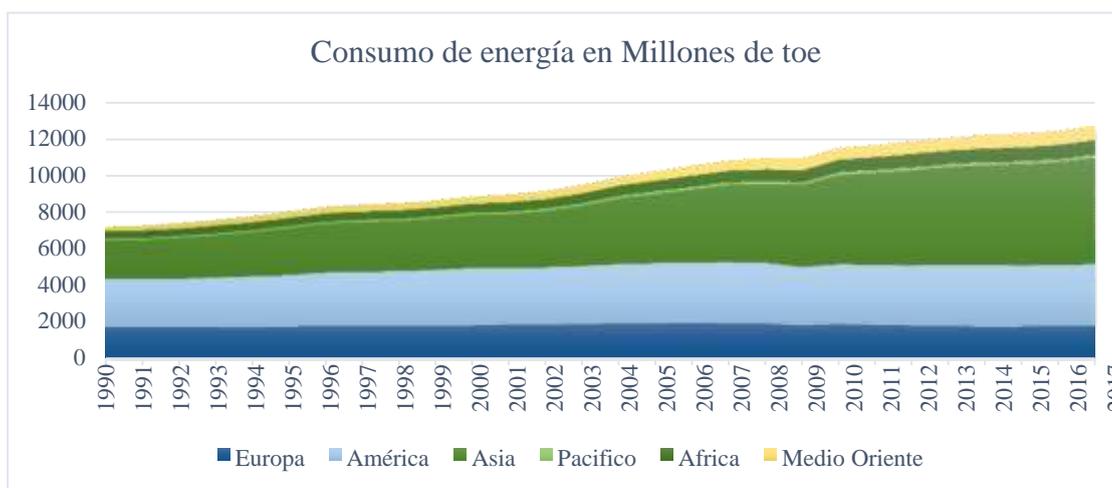
Consiste en realizar un análisis de afinidad, que busca identificar y analizar las relaciones y convergencias entre los diferentes criterios de comparación. Así como obtener conclusiones acerca del efecto de un tema sobre otro.



ANEXO 3 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A NIVEL MUNDIAL

A lo largo de los años el consumo de energía ha presentado un crecimiento, mayor en algunos países. En la ilustración 11 puede observarse que países de Asia, África y el Medio Oriente han presentado un mayor incremento en el consumo de energía desde 1990.

Ilustración 11 Consumo de energía en el mundo (miles de millones de tep)

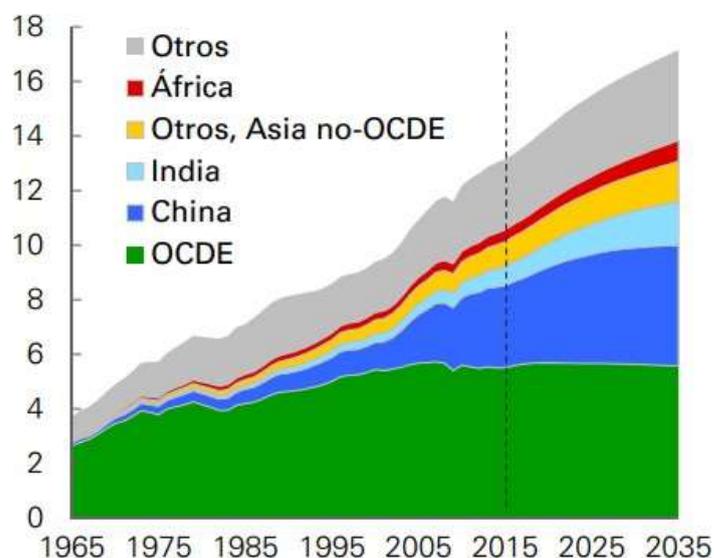


Fuente: Enerdata 2018.

Elaboración: Autoras de esta tesis.

Parte del crecimiento en el consumo global de energía se atribuye al desarrollo socioeconómico de los países, así como al crecimiento poblacional a nivel mundial (Pasquevich, 2016). Se espera que la demanda de energía crezca aún más en los próximos años, principalmente en países en desarrollo, ya que se espera que estos países realicen una transición de una economía de subsistencia a una economía basada en la industria o en el sector de servicios (FAO, 2008). Las proyecciones de la compañía de energía British Petroleum Company (BP), también reflejan un crecimiento en la demanda de energía en los próximos años, impulsado principalmente por China e India (BP, 2017). La ilustración 12 muestra las proyecciones realizadas por BP sobre el consumo de energía en toneladas equivalentes de petróleo (tep).

Ilustración 12 Consumo de energía por región (miles de millones de tep)



Fuente: BP 2017 Energy Outlook

En años recientes el crecimiento en el consumo de energía ha sido constante, con un promedio de 1.7% en los 10 últimos años. Para el año 2015 el incremento en el consumo fue de 0.5% y en el año 2016 fue de 1.1%, el bajo crecimiento en estos dos años se debe a varios factores mundiales incluyendo el bajo crecimiento económico que tuvo China, así como al cambio de su economía a una menos industrial y la decisión de disminuir el consumo de carbón (Enerdata, 2017). Otro factor que afectó el consumo fue la caída del uso del carbón en los Estados Unidos y la disminución en el uso de energía en países de América Latina (Enerdata, 2017).

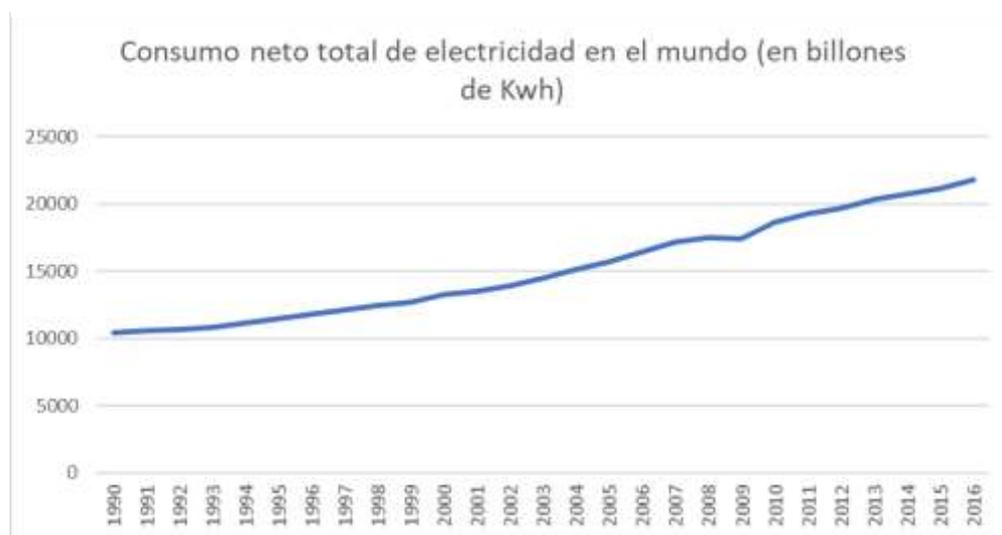
No obstante, en el año 2017 se observó un incremento de 2.2%, el crecimiento más rápido desde el 2013 (British Petroleum Company, 2018). De acuerdo con la International Energy Agency (IEA) (2017) India fue el mayor contribuidor al crecimiento de la demanda global de energía, con un 30% en el año 2017 y se espera que para el 2040, la cuota de uso de energía de India se eleve al 11%. De acuerdo con el informe de la IEA, la demanda de energía del sudeste asiático crece al doble del ritmo de China y los países en desarrollo de Asia son los responsables de dos tercios del crecimiento de la demanda global de energía, seguidos por el Medio Oriente, África y América Latina.

Con respecto a China en el 2017 el consumo de energía incrementó en 3.1% y en los últimos 17 años, ha sido el mercado de energía con mayor crecimiento. El

incremento de 3.1% en el consumo se atribuye a la producción en algunos sectores intensivos en el uso de energía como ser el hierro, acero y otros metales no ferrosos (BP, 2017).

El consumo a nivel mundial de energía eléctrica ha incrementado significativamente a lo largo de los años. Datos de la Energy International Agency (EIA) (s.f) muestran que el consumo neto de energía en el mundo ha incrementado en más del 100% desde el año 1990, pasando de 10,391 billones de Kwh a 21,801 billones de Kwh en el año 2016. Esta evolución puede observarse en la siguiente ilustración:

Ilustración 13 consumo de electricidad en el mundo Kwh



Fuente: EIA
Elaboración: Autoras de esta tesis

En el año 2015 el consumo de energía eléctrica sufrió un estancamiento, en donde el crecimiento en el consumo fue el menor desde el año 1997 (sin tomar en cuenta el año 2009 debido a la crisis económica mundial) (Enerdata, 2016). El bajo crecimiento en el consumo del 2015 se atribuye a una estabilización en el consumo de China derivado de la disminución en la actividad industrial y a una estabilización en la participación de la electricidad en el consumo de energía de países no miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (Enerdata, 2016).

Para el año 2016, el consumo mundial se recuperó, pero el crecimiento se mantuvo por debajo del crecimiento en años anteriores. China, cuyo sector industrial se encontraba en recuperación, contribuyó a que más de la mitad del consumo mundial de

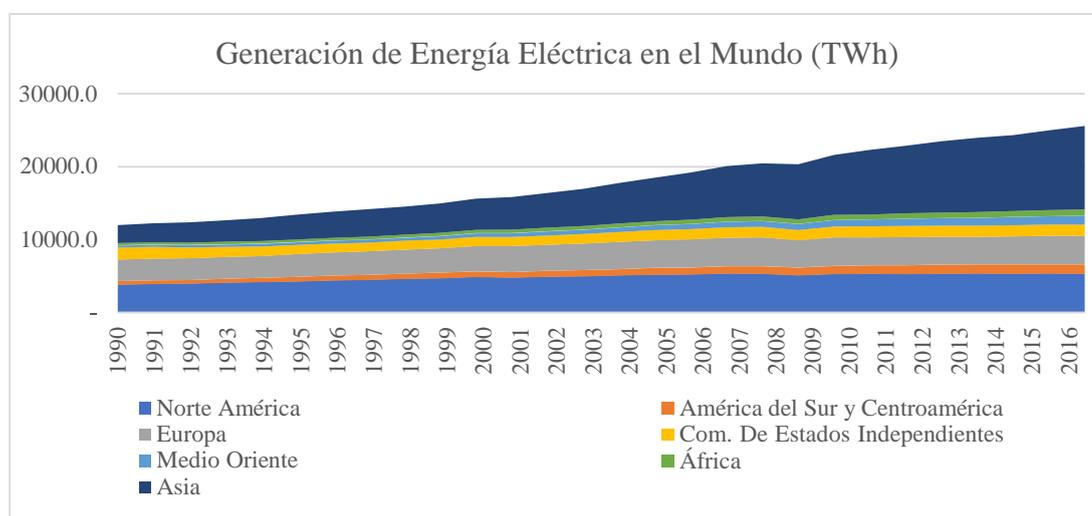
electricidad se recuperara. De igual manera, la recuperación en el consumo se vio ayudada por el desarrollo económico y la electrificación de países asiáticos no miembros de la OCDE, como India, Indonesia, Malasia, entre otros (Enerdata, 2017). A pesar de la leve mejora en el consumo en algunos países, las nuevas tendencias en la producción de energía eléctrica y las mejoras en la eficiencia energética han provocado una disminución en el consumo en Estados Unidos, Japón y la Unión Europea.

En el año 2017 el panorama de la energía eléctrica se vio más favorable ya que el consumo a nivel mundial reflejó un incremento debido a la electrificación de los usos de la energía. En el caso de Estados Unidos la demanda de energía eléctrica volvió a disminuir, sin embargo, aumento en Japón, India, Indonesia, Corea del Sur, Canadá, Irán y Egipto (Enerdata, 2018).

Generación de energía eléctrica en el mundo

De acuerdo con estadísticas de BP (2018), la generación de energía eléctrica a nivel mundial ha incrementado en un 113.6% desde el año 1990. En la gráfica 4.3 se observa que, en cuanto a la cantidad de TWh producidos Asia se ha mantenido en primer lugar a lo largo de este periodo. No obstante, en cuanto al nivel de crecimiento el Medio Oriente lidera entre las regiones con una tasa de crecimiento de 377.4%, seguido por Asia con 364.3% y África con una tasa de 160.5% (British Petroleum Company, 2018).

Ilustración 14 Generación de electricidad en el mundo 1990 – 2017



Fuente: BP Statistical Review, 2018

Elaboración: Autoras de esta tesis

Durante los años de 1990 y 2010 Estados Unidos era el principal generador de energía eléctrica en el mundo. Sin embargo, desde el año 2011 China es el mayor generador de energía eléctrica a nivel mundial. (Enerdata, 2018). En las siguientes ilustraciones se muestran los principales países generadores de energía eléctrica para los años de 1990, 2000, 2010 y 2017.

El crecimiento en la generación de energía en el año 2017 fue de 3.1%, equivalente a 780 TWh (International Energy Agency, 2018). La mayor parte de este incremento en generación se debe a la región asiática, siendo China el generador de la mitad de este crecimiento gracias a una alta demanda y rápido desarrollo de las capacidades de generación (Enerdata, 2018).

Ilustración 15 Principales países generadores de electricidad en 1990



Año 1990	
Países	TWh
Estados Unidos	3,219
Rusia	1,082
Japón	882
China	621
Alemania	550
Canadá	482
Francia	421
Reino Unido	320
Ucrania	299
India	293
Brasil	223
Italia	217

Fuente: Enerdata

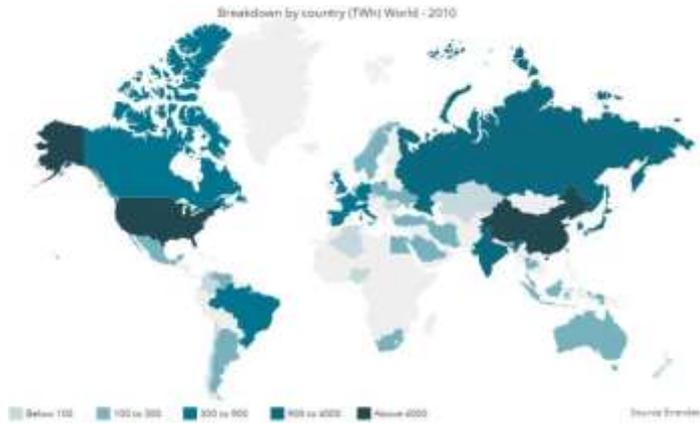
Ilustración 16 Principales países generadores de electricidad en el 2000



Fuente: Enerdata

Año 2000	
País	TWh
Estados Unidos	4,053
China	1,356
Japón	1,100
Rusia	878
Canadá	606
Alemania	577
India	570
Francia	540
Reino Unido	377
Brasil	349
Corea del Sur	290
Italia	277

Ilustración 17 Principales países generadores de electricidad en 2010



Fuente: Enerdata

Año 2010	
País	TWh
Estados Unidos	4,378
China	4,208
Japón	1,149
Rusia	1,038
India	979
Alemania	633
Canadá	604
Francia	569
Brasil	516
Corea del Sur	500
Reino Unido	382
Italia	302

Ilustración 18 Principales países generadores de electricidad en 2017

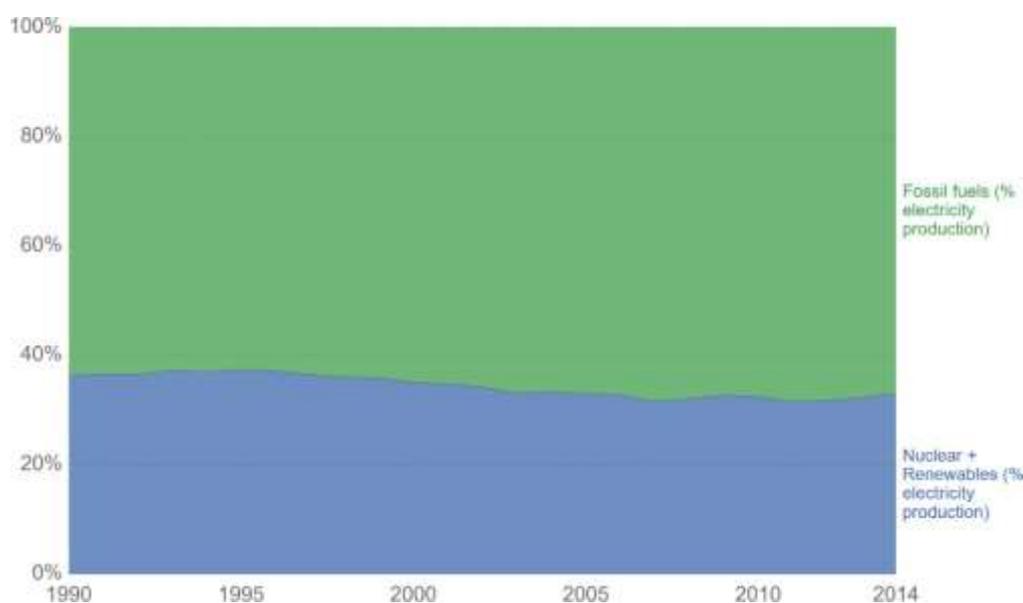


Año 2017	
País	TWh
China	6,529
Estados Unidos	4,251
India	1,541
Japón	1,101
Rusia	1090
Canadá	712
Alemania	653
Brasil	585
Corea del Sur	579
Francia	551
Arabia Saudita	345
Reino Unido	336

Fuente: Enerdata

Durante los últimos años los combustibles fósiles han sido la principal fuente de generación de electricidad. En la ilustración 19 se puede observar que entre los años de 1990 al 2014 los combustibles fósiles han tenido una participación de más del 60% en la generación mundial de electricidad (Ritchie & Max, 2019) .

Ilustración 19 Contribución porcentual por fuente de energía en la producción mundial



Fuente: Extraído de <https://ourworldindata.org/energy-production-and-changing-energy-sources>

En el año 2015, la tendencia era similar ya que dos terceras partes de la capacidad instalada mundial se encontraba conformada por centrales que operan con combustibles fósiles (66.6%). El resto de la capacidad instalada provenía principalmente de centrales hidroeléctricas (19.4%), nucleares (6.4%), eólicas (5.2%) y solares (2.3%) (Oficina de Estudios Económicos / Osinergmin, 2015).

A pesar de que los combustibles fósiles siguen siendo la principal fuente de generación de energía, actualmente existe una tendencia por “descarbonizar” la matriz energética de los países. En el año 2017, las energías renovables reflejaron la tasa de crecimiento más alta de todas las fuentes de energía para ese mismo año y la generación de electricidad a partir de fuentes renovables incrementó en 6.3% (equivalente a 380 TWh) (International Energy Agency, 2018). Las energías renovables ahora representan un 25% de la generación eléctrica mundial y aunque siguen siendo superadas por el carbón, en el año 2017 superaron por tercer año consecutivo al gas (International Energy Agency, 2018).

Esta tendencia también se ve reflejada en las perspectivas de la Energy Information Administration de los Estados Unidos (2017) quien espera que para el 2040 las energías renovables junto, con el gas natural, representen el 57% del crecimiento en la generación de electricidad. El panorama elaborado por la EIA también señala que las fuentes renovables presentarán el más rápido crecimiento durante el periodo 2015-2040 debido a mejoras tecnológicas e incentivos gubernamentales que apoyan el uso de estas fuentes (U.S. Energy Information Administration, 2017).

El análisis del marco contextual global nos ha permitido llegar a las siguientes conclusiones:

- El mayor crecimiento en el consumo de energía a nivel mundial es impulsado por factores socioeconómicos y demográficos principalmente en China e India.
- Las nuevas tendencias en la producción de energía eléctrica y las mejoras en eficiencia energética han dado como consecuencia una disminución en el consumo en Estados Unidos, Japón y la Unión Europea.
- Los combustibles fósiles han sido históricamente la principal fuente de generación a nivel mundial, llegando a tener una participación mayor al 60%. Sin embargo, existe una fuerte tendencia por transformar la matriz energética de

los países e incluir fuentes de generación de energía renovables. Para el año 2017, estas representaron el 25% de la generación eléctrica a nivel mundial.

ANEXO 4 CUESTIONARIO PARA EXPERTOS

1. ¿Cuáles considera usted son los principales factores que caracterizan a un sector eléctrico?
2. ¿Cuál es su país de origen? ¿Cuál es la situación de su país en la industria del sector eléctrico?
3. ¿Cuáles considera son actualmente los Factores Críticos de Éxito (FCE) para el sector de generación de energía eléctrica? ¿Cuáles considera usted que son las características de los FCE que acaba de mencionar?
4. ¿Qué barreras se encuentran en el sector de generación de energía eléctrica de su país? ¿Cómo se pueden superar estas barreras? ¿Qué rol desempeña la empresa privada y el estado para mejorar esta situación?
5. ¿Cómo podría medir el éxito de la industria de generación para un país? ¿Cuáles considera usted son las métricas para medir el éxito de un sector eléctrico, situación del país y hacia dónde debería llegar?
6. ¿Cuáles considera son los países de la región más exitosos en la industria de generación de energía eléctrica?
7. ¿De los países mencionados en la pregunta anterior, qué medidas gubernamentales cree usted que contribuyeron al éxito de la industria?
9. ¿Cuál es la mejor manera de posicionar la industria de generación de energía eléctrica de un país para que compita a largo plazo con otros países de la región?
10. ¿Qué cambios deberían de hacerse en el marco legal de la industria de generación de energía eléctrica, para contribuir con el desarrollo del país?
11. ¿Qué iniciativas/acciones faltan implementar y desarrollar en el sector de generación de energía eléctrica en su país? De parte del estado o de la empresa privada.
12. ¿Cuáles serían los beneficios en el país de lograr el desarrollo exitoso del sector de generación de energía eléctrica?
13. ¿Cuáles son los organismos e instituciones principales donde podemos obtener información estadística referente a la industria de generación de energía eléctrica de su país?
14. ¿Podría usted referirnos a otros expertos que podamos entrevistar?

ANEXO 5 LISTADO DE EXPERTOS INVITADOS A PARTICIPAR

No	País	Nombre del Experto	Organización a la que pertenece	Cargo que desempeña
1	Nicaragua	Ing. Enrique Kuan	INE	Director General de Electricidad
2	Nicaragua	*	DISNORTE-DISSUR	Director Empresa Distribuidora
3	Nicaragua	Ing. César Zamora	Cámara de Energía de Nicaragua	Presidente
4	Nicaragua	Ing. René Arce	IC Power Nicaragua, S.A	Analista de Mercado
5	Honduras	Ing. Leonardo Deras	ENEE Honduras	Gerente de Generación
6	Honduras	Ing. Ronal Alberto Osorto	ENEE Honduras	Director de ciclo comercial
7	Honduras	Gerardo Salgado	Comisión reguladora de energía eléctrica (CREE) Honduras	Comisionado presidente
8	Honduras	Elsia Paz	Asociación Hondureña de Energía Renovable (AHER)	Presidente
9	Perú	Ing. Edwin Quintanilla Acosta	ESAN	Director Maestría en Gestión de la Energía
10	Perú	Ing. Riquel Mitma Ramírez	Osinermin	Coordinador Técnico
11	Perú	Nicky Vanlommel	ENGIE Perú	CEO Engie Services Perú
12	Perú	Renzo Javier Salazar Vallejo	Peruvian Committee World Energy Council	Board Member
13	Perú	Dr. Arturo Vásquez Cordano	GERENS EPG	Director de Investigación y Profesor asociado de Economía y Negocios
14	Perú	Raúl Pérez Reyes Espejo		Consultor en regulación de SSPP y Defensa de la competencia
15	Perú	Jaime Mendoza	Osinermin	Gerente de Regulación de Tarifas
16	Perú	Anthony Laub Benavides	Laub y Quijandría	Socio fundador
17	Estados Unidos	Ramón Espinasa	Inter-american Development Bank	Professor Georgetown University
18	Estados Unidos	Lenín Balza	Inter-american Development Bank	Economic Consultant
19	Estados Unidos	Paula Sims	Pinnacle West Capital	Board Member
20	Panamá	Carlos Hinestroza	LNG	Business Development Manager
21	Estados Unidos	Carlos G. Sucre	Inter-american Development Bank	
22	Chile	Fernando Garrido	Comisión Nacional de Energía	Jefe de Regulación y Mercados
23	Chile	Williams Rebolledo	Comisión Nacional de Energía	Profesional Área Eléctrica
24	Chile	Rodrigo Solis	Asociación Gremial de Generadoras de Chile	Director de Estudios y Contenidos

25	Chile	César Sáez Navarrete	Pontificia Universidad Católica de Chile	Profesor Asociado Ingeniería Química y Bioprocesos UC
26	Chile	Juan Eduardo Oda	Renovables Chile	Investment Patner
27	Uruguay	Virginia Echinope	Dirección Nacional de Energía	Jefe de Departamento
28	Uruguay	Jorge Dosil	Asociación Uruguaya de Energías Renovables	Presidente
29	Costa Rica	Ing. Andrés Molina Rodríguez	Grupo ICE	Dirección Corporativa de Electricidad
30	Costa Rica	Roberto Quirós Balma	Grupo ICE	Dirección Corporativa de Electricidad
31	Costa Rica	Marco Acuña	Grupo ICE	Director Corporativo de Electricidad en ICE
32	Costa Rica	Sean Porter	CMI	Director de Desarrollo y nuevos negocios
33	Argentina	Sra. Alejandra Cáu Cattán	Instituto Jujeño de Energías Renovables y Eficiencia Energética	Presidente
34	Argentina	Sonia de Sales-Lisboa	Evergreen Investment Partners & Advisers AG	Country Manager Argentina
35	Argentina	Regina Ranieri	UL Renovables de Argentina	South America Business Development
36	España	Santiago Blanco	DNV GL (Det Norske Veritas)	Director de Energía España, Portugal, and Latin America
37	México	Dr. Román Miguel Moreno	Tecnológico de Monterrey – México	Proyectos de Administración de la Energía y Fuentes Alternativas
38	México	Dr. Alejandro Ibarra-Yunez	Tecnológico de Monterrey – México	Department of Economics
39	Holanda	Dr. Yashar Ghiassi-Farrokhfal	Erasmus University	Assistant Professor Department of Technology and Operations Management

Elaboración: Autoras de esta tesis

ANEXO 6 PLAN DE INVERSION NICARAGUA 2019-2033

En la Tabla No. 27 se detalla el costo de inversión estimado para futuros proyectos de generación, según el plan de expansión del MEM del año 2019 al año 2033.

Tabla 40 Inversiones Nicaragua 2019-2033

Nombre del Proyecto	Capacidad (MW)	Costo U\$	Fecha estimada de inicio de operación
Eólico 1	64.6	90,000,000.00	Enero 2020
Eólico 2	63	111,516,382.91	Enero 2022
Eólico 3	40	84,000,000.00	Enero 2027
Eólico 4	40	84,000,000.00	Enero 2030
Solar 1 – El Velero	12	18,000,000.00	Abril 2019
Solar 2	30	36,000,000.00	Enero 2020
Solar 3	30	36,000,000.00	Enero 2021
Solar 4	30	36,000,000.00	Enero 2022
Solar 5	30	36,000,000.00	Enero 2024
Solar 6	30	36,000,000.00	Enero 2026
Biomasa	30	68,400,000.00	Enero 2020
Egersa	24	70,300,020.00	Enero 2019
Hidroeléctrico – Tumarín	253	1,200,000,000.00	Enero 2030
Hidroeléctrico - Piedra Fina	44	206,194,017.09	Enero 2028
Hidroeléctrico – Valentín	24.5	126,578,996.47	Enero 2030
Hidroeléctrico – Salto Y -Y	26	56,962,762.00	Enero 2028
Hidroeléctrico – Piedra Cajón	21.7	76,411,909.54	Enero 2029
Hidroeléctrico – Boboké	44	153,200,000.00	Enero 2028
Hidroeléctrico – Mojolka	113	257,301,000.00	Enero 2025
Hidroeléctrico – Copalar Bajo	130	330,460,000.00	Enero 2026
Hidroeléctrico – El Carmen	91	225,000,000.00	Enero 2027
Hidroeléctrico – La Sirena	32.5	122,647,009.00	Enero 2030
Hidroeléctrico – El Consuelo	21	93,173,943.93	Enero 2030
Hidroeléctrico – Los Cangiles	27.2	106,367,030.38	Enero 2028
Hidroeléctrico – El Barro	36.5	150,885,897.00	Enero 2030
Hidroeléctrico – Piedra Puntuda	15	36,950,951.00	Enero 2030
Hidroeléctrico – Paso Real	34	177,000,000.00	Enero 2028
Hidroeléctrico – San Pedro del Norte	94	347,000,000.00	Enero 2027
Hidroeléctrico – Paraska	51	219,000,000.00	Enero 2029
Hidroeléctrico – Masapa	36	190,000,000.00	Enero 2029
Hidroeléctrico – La Mora	1.9	5,452,765.00	Enero 2019
Hidroeléctrico – San Martín	5.7	19,367,000.00	Enero 2019
Geotérmico – Geo 1	35	164,500,000.00	Enero 2028
Geotérmico – Geo 2	35	164,500,000.00	Enero 2030
Geotérmico – Geo 3	35	164,500,000.00	Enero 2028
Geotérmico – Geo 4	35	164,500,000.00	Enero 2030
Geotérmico – Geo 5	35	164,500,000.00	Enero 2028
Geotérmico – Geo 6	35	164,500,000.00	Enero 2030

Geotérmico – Geo 7	35	164,500,000.00	Enero 2032
Geotérmico – Geo 8	25	117,500,000.00	Enero 2027
Geotérmico – Geo 9	25	117,500,000.00	Enero 2029
Geotérmico – Geo 10	25	117,500,000.00	Enero 2028
Geotérmico – Geo 11	25	117,500,000.00	Enero 2030
Geotérmico – Geo 12	25	117,500,000.00	Enero 2029
Geotérmico – Geo 13	25	117,500,000.00	Enero 2031
Geotérmico – Geo 14	25	117,500,000.00	Enero 2027
Geotérmico – Geo 15	25	117,500,000.00	Enero 2029
Geotérmico – Geo 16	35	164,500,000.00	Enero 2030
Geotérmico – Geo 17	35	164,500,000.00	Enero 2029
Geotérmico – Geo 18	35	164,500,000.00	Enero 2032
Térmicos – Motores de combustión interna a base de Fuel Oil	37	35,150,000.00	Enero 2022
Térmicos – Motores de combustión interna a base de Fuel Oil	37	35,150,000.00	Enero 2022
Térmicos – Motores de combustión interna a base de Fuel Oil	37	35,150,000.00	Enero 2022
Térmicos – Motores de combustión interna a base de Fuel Oil	37	35,150,000.00	Enero 2022
Térmicos – Motores de combustión interna a base de Fuel Oil	37	35,150,000.00	Enero 2024
Térmicos – Motores de combustión interna a base de Fuel Oil	37	35,150,000.00	Enero 2024
Térmicos – Motores de combustión interna a base de Fuel Oil	37	35,150,000.00	Enero 2024
Térmicos – Motores de combustión interna a base de Fuel Oil	37	35,150,000.00	Enero 2024
Térmicos – Motores de combustión interna a base de Fuel Oil	37	35,150,000.00	Enero 2024
Térmicos – Turbinas a gas a base de Diesel Oil	100	92,000,000.00	Enero 2022
Térmicos – Turbinas a gas a base de Diesel Oil	100	92,000,000.00	Enero 2022
Proyectos térmicos – Ciclos combinados de Gas Natural	300	541,800,000.00	Enero 2026
Proyectos térmicos – Ciclos combinados de Gas Natural	300	541,800,000.00	Enero 2031

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas, 2018)

Elaboración: Autoras de esta tesis

BIBLIOGRAFÍA

- A.Trotter, P., Maconachie, R., & McManus, M. C. (Junio de 2018). Solar energy's potential to mitigate political risks: The case of an optimised Africa-wide network. *Energy Policy Vol. 117*, págs. 108-126.
- Agosti, L. &. (2007). El mercado de generación eléctrica en España: estructura, funcionamiento y resultados. *Economía industrial N° 364*, 21-37.
- Altomonte, H., Márquez, M., & Acquatella, J. (s.f). *SITUACIÓN ENEGÉTICA de AMÉRICA LATINA y el CARIBE*.
- Álvarez Pelegrý, E., Larrea Basterra, M., Díaz Mendoza, A. C., & Mosácula Atienza, C. (Septiembre de 2013). La transformación del sector energético del País Vasco. *Cuadernos Orkestra*.
- Amorocho Cortés, E. (2000). *Apuntes sobre energía y recursos energéticos*. UNAB.
- Andréu Abela, J. (2002). *Las Técnicas de análisis de contenido: una revisión actualizada*.
- Aranzadi, C. (2014). La política energética en el sector eléctrico. *Economía industrial, N 394*, págs. 79-89.
- Asamblea Nacional de la República de Nicaragua. (1998). *Ley No. 272: "Ley de la Industria Eléctrica"*. Managua.
- Asamblea Nacional de la República de Nicaragua. (2005). *Ley 554: "Ley de Estabilidad Energética"*. Managua.
- Asamblea Nacional de Nicaragua. (2013). *Ley No. 839: Reformas a la Ley 272, 554, 641 y 661*. Managua.
- Asamblea Nacional de Nicaragua. (2015). *Iniciativa No. 20158621*. Managua.
- Asamblea Nacional de Nicaragua. (9 de Junio de 2015). Ley No. 901. Ley de reforma a la ley No. 532, Ley para la promoción de generación eléctrica con Fuentes Renovables. *La Gaceta*, pág. 4501.
- Asociacion Internacional de Fomento. (2009). *Servicios de energía para reducir la pobreza y promover el crecimiento*. Banco Mundial .
- Ávila, L. (14 de Febrero de 2018). *La Nación*. Obtenido de <https://www.nacion.com/economia/negocios/uccaep-alto-costos-de-energia-impacta/445YRM2QRFGQBMWCCVN2Z5GSQ4/story/>

- Bagher, A. M. (2014). Geothermal Energy. *Journal of Engineering and Technology Research* Vol.6(8), 146-150.
- Balza, L. H., Espinasa, R., & Serebrisky, T. (2016). *¿Luces encendidas? Necesidades de Energía para América Latina y el Caribe al 2040*. BID.
- Banco Central de Nicaragua. (2017). *Informe Anual*. Managua, Nicaragua.
- Banco Central de Nicaragua. (2017). *Nicaragua en Cifras 2017*. Managua.
- Banco Central de Nicaragua. (2018). *Informe Anual 2018*. Banco Central de Nicaragua.
- Banco Centroamericano de Integración Económica. (2009). *Análisis del mercado Nicaragüense de energía renovable*. Tegucigalpa.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2013). *Dossier Energético Nicaragua*. Washington.
- Banco Mundial. (4 de abril de 2019). *Banco Mundial*. Obtenido de Nicaragua: Panorama General: <https://www.bancomundial.org/es/country/nicaragua/overview>
- Banco Mundial. (s.f). *datos*. Obtenido de Banco mundial: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=NI>
- Banerjee, S. G., Moreno, F. A., Sinton, J. E., Primiani, T., & Seong, J. (2017). *Regulatory indicators for sustainable energy : a global scorecard for policy makers*. World Bank.
- BBC Mundo. (23 de Octubre de 2017). *Mundo*. Obtenido de BBC: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-41729830>
- Béjar, R. C. (2002). Energía y desarrollo económico en América Latina. *Boletín económico de ICE No.2750*.
- Benzaquen, J. (2010 de Diciembre de 2010). Un Índice Regional de Competitividad para un país. *REVISTA CEPAL 102*, págs. 69-85.
- BID. (2013). *Sustainable Energy for all. Evaluación rápida y análisis de Brecha, Nicaragua*.
- BID. (2014). *Dimensionando las pérdidas de electricidad en los sistemas de transmisión y distribución en América Latina y El Caribe*. Banco Interamericano del Desarrollo.
- BP. (2017). *BP Energy Outlook: Edición 2017*.
- British Petroleum Company. (2018). *BP statistical review of world energy*. Londres: British Petroleum Co.
- British Petroleum Company. (2018). *Statistical Review 2018 Archivo Excel*.
- Broom, L. &. (1955). *Sociology: A text with adaptive readings*. New York.

- Bullen, C. V. (1981). A primer on critical success factors. *Center for Information Systems Research. Sloan School of Management. MIT.*
- CAF. (2013). *Energía: una visión sobre los retos y oportunidades en América Latina y el Caribe.*
- Calvarro, F. (18 de Febrero de 2016). *¿Cuáles son los principales indicadores económicos?* Obtenido de Rankia: <https://www.rankia.mx/blog/indicadores-economicos-mexico/3131889-cuales-son-principales-indicadores-economicos>
- Caralli, R. A. (2004). *The Critical Success Factor Method.*
- Caralli, R. A., Stevens, J. F., Willke, B. J., & Wilson, W. R. (2004). *The Critical Success Factor Method: Establishing a Foundation for Enterprise Security Management.*
- Carballo, R. F. (2013). La entrevista en la investigación cualitativa. *Revista Pensamiento Actual, Universidad de Costa Rica*, 14-21.
- Cardozo, C. M. (25 de Julio de 2011). Centrales hidroeléctricas: Componentes Básicos de un Proyecto Hidroeléctrico.
- Carvajal Quintero, S., & Marin, J. D. (2013). Impacto de la generación distribuida en el sistema eléctrico de potencia colombiano: un enfoque dinámico. *Tecnura vol. 17*, págs. 77-89.
- Casilda Béjar, R. (Diciembre de 2002). Energía y desarrollo económico en América Latina. *Boletín Económico ICE N° 2750*, págs. 31-35.
- Castilla Sierra, A. (2017). *Competitividad de zonas economicas especiales caso Peru.* Lima: Pearson.
- Castillo Wagemann, C. I. (2013). *Estudio y análisis sobre almacenamiento de energía en la región de los ríos (Tesis).* Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Castillo, I. (2013). *Análisis del mercado eléctrico regional de Centroamérica y acciones para impulsar proyectos de generación nacional.* México, D. F. : CEPAL.
- CEAC. (2017). *Plan Indicativo Regional de Expansión de la Generación Eléctrica. Período 2018-2035.* Consejo de Electrificación de América Central.
- Central, I. o. (s.f.). Obtenido de <http://www.proyectomesoamerica.org/index.php/noticias/20-noticiaspm/articulos-noticias/468-inicia-operaciones-el-mercado-electrico-regional-mer-de-america-central>
- Centro Nacional de Despacho de Carga. (2019). *Centro Nacional de Despacho de Carga (CNDC).* Obtenido de <http://www.cndc.org.ni/paginas/quienesSomos/index.php>

- Centro Nacional de Despacho de Carga. (2019). *Graficos*. Obtenido de cndc: http://www.cndc.org.ni/graficos/graficaGeneracion_Tipo_TReal.php
- CEPAL. (2001). *El Mercado Eléctrico Regional: Contratos PPA en El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua*. México: Comisión Económica para América Latina y El Caribe.
- CEPAL. (2001). *ISTMO CENTROAMERICANO: ESTADÍSTICAS DEL SUBSECTOR ELÉCTRICO*. México: Comisión Económica para América Latina y El Caribe.
- CEPAL. (2006). *Istmo Centroamericano: estadísticas del subsector eléctrico (datos actualizados al 2005)*. México: Comisión Económica para América Latina y El Caribe.
- CEPAL. (2008). *Istmo Centroamericano: estadísticas del subsector eléctrico*. México: Comisión Económica para América Latina y El Caribe.
- CEPAL. (2010). *ISTMO CENTROAMERICANO: ESTADÍSTICAS DEL SUBSECTOR ELÉCTRICO*. México: Comisión Económica para América Latina y El Caribe.
- CEPAL. (2013). *Análisis del mercado eléctrico regional de Centroamérica y acciones para impulsar proyectos de generación nacional*. México, D.F: Naciones Unidas.
- CEPAL. (2015). *Informe Nacional de Monitoreo de la eficiencia energética en Nicaragua*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- CEPAL. (2018). *Estadísticas del subsector eléctrico de los países del Sistema de Integración Centroamericana (SICA) 2017*. México: Naciones Unidas.
- CEPAL, C. E. (2016). *Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2016*. Santiago: Naciones Unidas.
- Christopher, D. (7 de Agosto de 2017). *What's the Difference between Installed Capacity and Electricity Generation?* Obtenido de Energy: <https://www.energy.gov/eere/articles/whats-difference-between-installed-capacity-and-electricity-generation>
- Clarke, D. (01 de Febrero de 2019). *The Pros and Cons of Various Methods of Generating Electricity*. Obtenido de https://ramblingsdc.net/ElecGenProsCons.html#Table_1
- Comision Regional de Interconexion Electrica (CRIE). (2016). *Informe Anual del Mercado Eléctrico Regional*. Comision Regional de Interconexion Electrica (CRIE).
- Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE). (2018). *Informe del Mercado Electrico Regional del año 2017*. Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE).

- Confidencial. (11 de febrero de 2013). TSK firma compra de Disnorte-Dissur. *Confidencial*, págs. <https://confidencial.com.ni/archivos/articulo/10224/tsk-firma-compra-de-disnorte-dissur>.
- Confidencial. (9 de junio de 2015). *CONFIDENCIAL*. Obtenido de Albanisa: el nuevo emporio: <https://confidencial.com.ni/archivos/articulo/21956/albanisa-el-nuevo-emporio>
- Consortio Multiconsult. (2011). *Nicaragua Informe Final, Producto 1: Línea Base de las Tecnologías Energéticas*. OLADE.
- Cooperativa Energética. (04 de Enero de 2018). *Energías de producción eléctrica renovables*. Obtenido de Energetica: <https://energeticacoop.es/energias-de-produccion-electrica-renovables/>
- Coviello, M. F., Gollán, J., & Pérez, M. (2012). *Las alianzas público-privadas en energías renovables en América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas.
- CRIE. (2018). *Informe del mercado eléctrico regional del año 2017*. Comisión Regional de Interconexión Eléctrica.
- Cruz, J. D. (14 de Enero de 2017). *Economía*. Obtenido de El Nuevo Diario Nicaragua: <https://www.elnuevodiario.com.ni/economia/415623-nicaragua-aumenta-6-produccion-energia-renovable/>
- Cuadros Cordero, A., & López Gonzales, G. A. (2015). *Análisis de condiciones de competencia en el mercado de generación eléctrica en el Perú*.
- Dammert, A., Carpio, R. G., & Molinelli Aristondo, F. (2013). *Regulación y supervisión del sector eléctrico*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Dammert, A., Molinelli, F., & Carbajal, M. (2011). *Fundamentos Técnicos y Económicos del sector eléctrico Peruano*. Lima: Osinergmin.
- Day, A. (s.f). *Geography*. Obtenido de Tutor: <https://www.tutor2u.net/geography/reference/energy-mix>
- Departamento de Desarrollo Sostenible . (2007). *Cooperación e Integración Eléctrica Regional en*. Organización de los Estados Americanos.
- Diario La Prensa. (23 de mayo de 2018). *Subsidio energético en Nicaragua llegó a su fin cuando incrementó el número de beneficiados*.
- Dirección General de Energía . (2018). *Generación eléctrica de Centroamérica y Panamá*. Guatemala: Ministerio de Energía y Minas Guatemala.

- Dirección General de Industria, Energía y Minas. (2002). *La Electricidad: El recorrido de la energía*. E.i.S.E. Domènech, S.A.
- Dirección General de Industria, Energía y Minas. (2002). *La Energía: El Recorrido de la Energía*.
- DISNORTE-DISSUR. (2019). *DISNORTE-DISSUR*. Obtenido de Generación Distribuida Renovable: <https://www.disnorte-dissur.com.ni/energia-al-dia/item/225-generacion-distribuida.html>
- DISNORTE-DISSUR. (s.f.). *DISNORTE-DISSUR*. Obtenido de Generación Distribuida Renovable: <https://www.disnorte-dissur.com.ni/energia-al-dia/item/225-generacion-distribuida.html>
- Dolezal, A., Majano, A., Ochs, A., & Palencia, R. (2013). *La Ruta hacia el Futuro para la Energía Renovable en Centroamérica*. Worldwatch Institute .
- Echevarría, C., Jesurun-Clements, N., Mercado Díaz, J. E., & Trujillo, C. (2017). *Integración eléctrica centroamericana: Génesis, beneficios y prospectiva del Proyecto SIEPAC: Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central*. BID.
- EDUCAR. (s.f). Obtenido de Energías de mi País: <http://energiasdemipais.educ.ar/la-matriz-energetica-argentina-y-su-evolucion-en-las-ultimas-decadas/>
- EIA. (s.f). *International*. Obtenido de eia: https://www.eia.gov/beta/international/data/browser/#/?pa=0000002&c=410000000200006000000000000000g00020000000000000001&tl_id=2-A&vs=INTL.2-2-AFRC-BKWH.A&vo=0&v=H&start=1990&end=2016&s=INTL.44-2-CSAM-QBTU.A~~INTL.44-1-WORL-QBTU.A
- El Nuevo Diario. (28 de septiembre de 2009). ALBANISA es un pulpo. *El Nuevo Diario*, págs. <https://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/58180-albanisa-es-pulpo/>.
- El Nuevo Diario. (19 de diciembre de 2017). *El Nuevo Diario*. Obtenido de Oficializan Normativa de Generación Distribuida Renovable para Autoconsumo.: <https://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/450104-oficializan-normativa-generacion-distribuida-renov/>
- El Nuevo Diario. (5 de Febrero de 2018). "Toda la energía viene con precios competitivos". *El Nuevo Diario*, págs. <https://www.elnuevodiario.com.ni/economia/454913-toda-energia-viene-precios-mas-competitivos/>.

- El Nuevo Diario. (10 de Enero de 2019). *Economía*. Obtenido de El Nuevo Diario:
<https://www.elnuevodiario.com.ni/economia/483141-nicaragua-cerro-2018-inflacion-menor-2017/>
- Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC). (S.F). *La energía eólica*.
- ENATREL. (2017). *ENATREL*. Obtenido de Proyectos en ejecución y a ejecutarse 2017-2023:
http://www.enatrel.gob.ni/wp-content/uploads/2017/06/proy_ejecucion_ejecutarse.pdf
- ENATREL. (2017). *Plan Indicativo de la Expansión de la Transmisión 2018-2033*. Managua.
- ENATREL. (2019). *ENATREL*. Obtenido de Proyectos ejecutados 2007-2018:
<http://www.enatrel.gob.ni/proyectos-ejecutados/>
- ENEL, Empresa Nicaragüense de Electricidad. (2019). *Empresa Nicaragüense de Electricidad*.
 Obtenido de www.enel.gob.ni
- Enerdata. (2016). *Global Energy Trends*. Enerdata.
- Enerdata. (2017). *Yearbook*. Obtenido de Enerdata: <https://yearbook.enerdata.net/2016//total-energy/world-consumption-statistics.html>
- Enerdata. (2017). *Yearbook*. Obtenido de Enerdata:
<https://yearbook.enerdata.net/2016//electricity/electricity-domestic-consumption-data.html>
- Enerdata. (2018). *Global Energy Statistical Yearbook 2018*. Obtenido de Enerdata:
<https://yearbook.enerdata.net/electricity/electricity-domestic-consumption-data.html>
- Energía y Sociedad. (s.f). *Manual de la Energía*. Obtenido de Energía y Sociedad:
<http://www.energiaysociedad.es/manenergia/3-4-mecanismos-de-apoyo-a-las-energias-renovables/>
- Energy Informative. (s.f). *Wind Energy*. Obtenido de Energy Informative:
<https://energyinformative.org/wind-energy-pros-and-cons/>
- Erbach, G. (2015). *Understanding energy efficiency*. European Parliamentary Research Service.
- Espazo Abalar. (s.f). *Espazo Abalar*. Obtenido de Xunta de Galicia:
https://www.edu.xunta.es/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947843/contido/14_efectos_y_aplicaciones_de_la_electricidad.html
- Espinasa, R., Balza, L., Hinestrosa, C., Sucre, C., & Anaya, F. (2013). *Dossier energético: Nicaragua*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.

- Espinasa, R., Hinestrosa, C., Sucre, C., & Anaya, F. (2017). *Dossier energético: Panamá*. BID .
- Ettie, G. (s.f). Obtenido de Power Plug-In: <http://powerplug-in.com/author-gordon-ettie-offers-this-definition-of-energy-from-his-new-book-power-plug-in/>
- Expansion. (2018). *Datos Macro*. Obtenido de Exansion : <https://datosmacro.expansion.com/pib/nicaragua>
- FAO. (2008). *Bosques y energía: Cuestiones clave*. Roma: (FAO) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Fareed, Z. &. (2016). *Determinants of Profitability: Evidence from Power and Energy Sector*. tudia Universitatis Babe-Bolyai Oeconomica.
- Fernández Martínez, M. J. (s.f). *Unidad didáctica Tecnología 3º ESO*. Obtenido de Calameo: <https://en.calameo.com/read/004135258783f1a285003>
- Fernandez, A. (2011). *Metodo para localizacion optima de centrales de energias renovables*. Universidad de Chile: Santiago de Chile .
- FGV Energia. (s.f). *Un análisis comparativo de la transición energética en América Latina y Europa*.
- Flórez Estrada, M. P., Gómez Duque, B. M., & García Rendón, J. J. (2016). *Análisis comparativo de diferentes esquemas de suficiencia en generación eléctrica: algunas reflexiones para el mercado eléctrico en Colombia*. Documentos de Trabajo Economía y Finanzas. Centro de Investigación Económicas y Financieras. Universidad EAFIT.
- Fondo Estratégico sobre el Clima . (2015). *Plan de Inversión – Nicaragua (PINIC) del Programa SREP Nicaragua*. Managua.
- Fukuyama, F. (2006). *La brecha entre América Latina y Estados Unidos. Determinantes políticos e institucionales del desarrollo económico*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Economica.
- FVG Energia. (s.f). *Analisis Comparativo de la transicion energetica en America Latina y Europa*.
- García Lara, C. M. (S.F). Energias Renovables. *Gaceta UNICACH*, 11-12. Obtenido de UNICACH: https://www.unicach.mx/_/ambiental/descargar/Gaceta5/Energias%20Renovables.pdf
- García, E. (Octubre de 2016). Clean Energy Corridor of Central America (CECCA) en Panamá. Ciudad de Panamá.

- García, F., Yujato, M., & Arenas, A. (2017). *Manual de Estadística Energética*. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) .
- García, H., Corredor, A., Calderón, L., & Gómez, M. (2013). *Análisis costo beneficio de energías renovables*. Fedesarrollo.
- García, J. (2016). El mercado energético en Centroamérica, conectando la región. *El Exportador*.
- García-Álvarez, M. T., & Moreno, B. (Diciembre de 2016). La liberalización en la industria eléctrica española: El reto de lograr precios competitivos para los hogares. *Gestion y Política Publica XXV*.
- González, R. (22 de Agosto de 2012). *Energía nuclear* . Obtenido de Twenergy: <https://twenergy.com/a/las-centrales-nucleares-por-dentro-598>
- González, R. (02 de July de 2014). *¿EN QUÉ CONSISTE EL MERCADO A FUTUROS DE LA ELECTRICIDAD?* Obtenido de Twenergy: <https://twenergy.com/a/en-que-consiste-el-mercado-a-futuros-de-la-electricidad-1302>
- Gutiérrez Álvarez, E. R., Fidalgo Sánchez, J. A., Fernández Pérez, M. R., & Fernández Fernández, N. (2003). *Tecnología industrial II*. Editorial Everest.
- Gutiérrez, D. M. (2005). *La elaboración del plan estratégico y su implantación a través del cuadro de mando integral*. Ediciones Díaz de Santos.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2004). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández, G. (30 de Octubre de 2014). Mercado Eléctrico Regional (MER) de América Central. Metodología de asignación y uso de la capacidad de la interconexión. Cartagena de Indias.
- IMF. (2010). *From Stimulus to Consolidation: Revenue and Expenditure Policies in Advanced and Emerging Economies*. International Monetary Fund.
- INE. (2008). Banda de precios para el mercado de ocasión. *Certificación de la Resolución INE-CD-05-10-2018*, (pág. 3). Obtenido de [http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/\(\\$All\)/33A147B548944D85062575D0005A64A8?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/($All)/33A147B548944D85062575D0005A64A8?OpenDocument)
- INE. (19 de Septiembre de 2012). Resolución INE-05-11-2005. *La Gaceta*, págs. 7493-7494.

- INE. (2017). *Instituto Nicaragüense de Energía*. Obtenido de Estadísticas 2017:
<https://www.ine.gob.ni/index.php/electricidad/mercado-de-contrato/>
- INE. (2018). Ventas de Energía Eléctrica Nicaragua 2018.
- INFRALATAM. (2018). *Estadísticas*. Obtenido de Infralatam:
<http://es.infralatam.info/dataviews/226320/energia/>
- Institute for Energy Research (IER). (s.f). *History of Electricity*. Obtenido de Institute for Energy Research.
- Instituto Nicaragüense de Energía. (s.f). <https://www.ine.gob.ni>. Obtenido de <https://www.ine.gob.ni/DGE/estadisticas/serieHistorica/generacion-bruta-energia-2010-2017-actabril18.pdf>
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. (1984). *Expansion planning for electrical generating systems*. Viena.
- International Energy Agency. (2017). *World Energy outlook*. OECD/IEA. International Energy Agency. (2018). *Global Energy & CO2 Status Report 2017*. IEA.
- Jesús A, M. (2005). Factores determinantes de la inversión extranjera directa en algunos países de Latinoamérica. *Estudios Económicos de Desarrollo Internacional*.
- Jiménez Pichardo, C. L. (2016). "Análisis del Marco Jurídico regulatorio y del procedimiento de inversión en el sub sector eléctrico de las energías renovables". Managua: Universidad Centroamericana, Facultad de ciencias jurídicas.
- Khosla, S. (02 de Junio de 2014). *GlobalPost*. Obtenido de Public Radio International:
<https://www.pri.org/stories/2014-06-02/these-maps-show-which-countries-use-and-produce-most-our-non-renewable-energy>
- Kilinc-Ata, N. (2015). The Impact of Government Policies in the Renewable Energy Investment: Developing a Conceptual Framework and Qualitative Analysis. *Global Journal of Management and Business Research*. 4.
- La Prensa. (22 de Febrero de 2016). *Economía*. Obtenido de La Prensa:
<https://www.laprensagrafica.com/economia/Es-importante-diversificar-la-matriz-energetica-20160222-0022.html>
- La Prensa. (18 de mayo de 2016). *La Prensa*. Obtenido de Los misteriosos socios de la distribuidora eléctrica.: <https://www.laprensa.com.ni/2016/05/18/reportajes-especiales/2036594-los-misteriosos-socios-de-la-distribuidora-electrica>

- La Prensa. (26 de Mayo de 2017). Industria eléctrica de Nicaragua con "licitación apagada". *La Prensa*, págs. <https://www.laprensa.com.ni/2017/05/26/nacionales/2236087-industria-electrica-de-nicaragua-con-licitacion-apagada>.
- La Prensa. (10 de noviembre de 2017). *La Prensa*. Obtenido de Gobierno promete tener una planta de gas natural en el 2019: <https://www.laprensa.com.ni/2017/11/10/nacionales/2328316-gobierno-gas-natural-2019>
- La Prensa. (24 de junio de 2017). Licitaciones de contratos energéticos en Nicaragua seguirán apagadas. págs. <https://www.laprensa.com.ni/2017/06/24/nacionales/2251527-seguiremos-sin-licitaciones-en-energia>.
- La Prensa. (11 de noviembre de 2017). Nicaragua está comprando más energía en el mercado eléctrico regional. *La Prensa*, págs. <https://www.laprensa.com.ni/2017/11/11/nacionales/2328883-nicaragua-esta-comprando-mas-energia-en-el-mercado-electrico-regional>.
- La Prensa. (3 de julio de 2019). *La Prensa*. Obtenido de Ministerio de Energía y Minas advierte apagones constantes para el 2022: <https://www.laprensa.com.ni/2019/07/03/economia/2566358-ministerio-de-energia-y-minas-advierte-apagones-constantes-en-2022>
- La Prensa. (30 de enero de 2019). *La Prensa*. Obtenido de Estados Unidos reitera sanciones a la empresa Albanisa por su vínculo con PDVSA.: <https://www.laprensa.com.ni/2019/01/30/politica/2519439-estados-unidos-sanciona-a-la-empresa-albanisa>
- La Prensa. (29 de mayo de 2019). Régimen de Daniel Ortega quita a Puma Energy la obligación de venta de diesel a generadores de energía. *La Prensa*, págs. <https://www.laprensa.com.ni/2019/05/29/economia/2554189-regimen-de-daniel-ortega-quita-puma-energy-la-obligacion-de-venta-de-diesel-generadoras-de-energia-electrica>.
- La Primerísima. (24 de mayo de 2007). *Radio La Primerísima*. Obtenido de ¿Se va Fenosa? ¿Sueño o realidad?: <http://www.radiolaprimerisima.com/noticias/general/14225/se-va-fenosa-sueno-o-realidad/>
- La Primerísima. (8 de julio de 2010). *Radio La Primerísima*. Obtenido de Logros del Gobierno en energía y minas:

- <http://www.radiolaprimerisima.com/noticias/general/80139/logros-del-gobierno-en-energia-y-minas/>
- Lima, P. (23 de Noviembre de 2016). Obtenido de Pushevs: <https://pushevs.com/2016/11/23/electric-cars-range-efficiency-comparison/>
- Lozano, J. &. (2018). *El Mercado Eléctrico Mayorista: Agentes y Modelos de Organización*. Revista TECNIA. 28.
- Madrid Solar. (2006). *Guía de la Energía Solar*. Madrid.
- Manotas Duque, D. F. (2013). Evaluación de proyectos de generación eléctrica bajo incertidumbre en política climática. *Entramado, Vol. 9 No. 1, 2013*, págs. 102-117.
- Manual de Auditoria de Getsion. (s.f). Obtenido de Contraloria Ecuador: <http://www.contraloria.gob.ec/documentos/normatividad/MANUAL%20AUD-GESTION%201.pdf>
- Marco Nacional de Cualificaciones. (2017). *Subsector Eléctrico: Eslabones de generación y distribución*. Bogotá, D.C.
- Martínez Rocha, M. J. (11 de Diciembre de 2018). *Economía*. Obtenido de El nuevo diario: <https://www.elnuevodiario.com.ni/economia/481239-nicaragua-calificacion-riesgo-pais/>
- Martínez Ruíz, H. y. (2010). *Metodología de la investigación*. México: Cengage Learning. México, D.F.
- MEF. (2017). *Análisis del mercado eléctrico Panameño*. Panamá: Dirección de Análisis Económico y Social.
- MEM. (21 de Enero de 2015). Resolución ministerial No. 032-DGERR-05-2014. *La Gaceta - Diario Oficial* , pág. 703.
- MEM. (2017). *Anuario Estadístico del Sector Eléctrico Nacional*. Managua.
- MEM. (18 de Diciembre de 2017). Ministerio de Energía y Minas (MEM). Acuerdo ministerial No. 063-DGERR-002-2017. *La Gaceta*, págs. 11062-11069.
- MEM. (2017). *Normativa de generación distribuida renovable para autoconsumo. Acuerdo ministerial No. 063-DGERR-002-2017*. Managua: La Gaceta No. 240.
- MEM. (2019). *Ministerio de energía y minas - Nicaragua*. Obtenido de http://www.mem.gob.ni/?page_id=746

- Mena Espinoz, C. I., & Pupiro Obregó, C. M. (2018). *Estrategia de Desarrollo Económico de Sector Energético de Nicaragua (2012 -2016)*. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN).
- Ministerio de Energia. (2016). *Proceso de Planificación Energética de Largo Plazo*. Ministerio de Energia de Chile.
- Ministerio de Energía y Minas. (2017). *Plan de Expansión de la Generación de Energía Eléctrica 2016-2030*. Managua.
- Ministerio de Energía y Minas. (2018). *Anuario Estadístico del Sector Eléctrico Nacional 2017*. Managua.
- Ministerio de Energía y Minas. (2018). *Anuario Estadístico del Sector Eléctrico Nacional 2017*. Managua: Ministerio de Energía y Minas.
- Ministerio de Energía y Minas. (2018). *Plan de expansión de la generación eléctrica 2019-2033*. Ministerio de Energía y Minas.
- Ministerio de Energía y Minas Nicaragua. (2015). *Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de Nicaragua*. Santiago: CEPAL.
- Ministerio de Energía y Minas República de Guatemala. (2018). *Generación Eléctrica de Centroamérica y Panamá, 2017*. Guatemala: Dirección General de Energía.
- Miranda, J. A. (2007). *Modelo de Creación de Valor en el Sector Eléctrico*. México, D.F. .
- Multiconsult y Cia. LTDA. (2016). *El sector de energia electrica de Nicaragua*. FUNIDES.
- Muntean, M., Guizzardi, d., Schaaf, E., Crippa, M., Solazzo, E., & Olivier, J. (2018). *Fossil CO2 emissions of all world countries-2018*. Publications Office of the European Union.
- Muñoz Justicia, J., & Sahagún Padilla, M. (2017). *Hacer análisis cualitativo con ATLAS.ti 7*. Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.
- National Energy Education Development Project (NEED). (2015). *Files*. Obtenido de NEED: <http://www.need.org/files/curriculum/infobook/consi.pdf>
- National Energy Education Development Project (NEED). (2017). *Intermediate Energy Infobook*. NEED.
- Navarrete, C. R., & Romero, A. J. (s.f). *Producción de energía eléctrica con fuentes renovables en Nicaragua, su impacto*. Managua: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA.
- North, D. C. (2004). *Instituciones*.

- NU. CEPAL. (2015). *Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de Nicaragua*. CEPAL.
- OEC. (2017). *The Observatory of Economic Complexity*. Obtenido de Balanza Comercial Panamá 1995 - 2017: https://oec.world/es/profile/country/pan/#Balanza_comercial
- OEC. (2017). *The Observatory of Economic Complexity*. Obtenido de Balanza Comercial Nicaragua 1995 - 2017: https://oec.world/es/profile/country/nic/#Balanza_comercial
- Oficina de Estudios Económicos / Osinermin. (2015). *Reporte de Análisis Económico Sectorial. Sector Electricidad*. Osinermin.
- OLADE. (2000). *Energía y desarrollo sustentable en América Latina y El Caribe: Guía para la formulación de política energéticas*. Quito, Ecuador.
- Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). (2017). *Manual de Planificación Energética*.
- Osinermin. (2017). *La industria de energía renovable en el Perú*. Lima, Perú.
- Osinermin. (2016). *La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país*. Lima: Osinermin.
- Osinermin. (2017). *La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio*. Lima: Osinermin.
- Overseas Development Administration. (1995). *Critical Success factors for renewable energy*. Overseas Development Administration.
- Paredes, J. R. (2017). *Red del futuro: desarrollo de una red eléctrica limpia y sostenible para América Latina*. Banco Interamericano de Desarrollo .
- Pasquevich, D. M. (2016). *La creciente demanda mundial de energía frente a los riesgos ambientales*. Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable.
- PEFINDO . (2019). *Electricity Power Industry - Key Success Factors*.
- Perez-Arriaga, I. &.-Á. (2016). *Utility of the future: an MIT Energy Initiative response to an industry in transition*. MIT.
- Picó Heras, S. (2002). *Desarrollo e implantación de energías renovables: situación actual y tendencias*.
- Poblete, C. (2016). *Generación de Energía Eléctrica*. Obtenido de <https://docplayer.es/18329901-Generacion-de-energia-electrica.html>

- Porter, M. E. (2017). *Estrategia Competitiva. Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia*. México: Patria.
- Posner, B. (2018). *EBF 200*. Obtenido de The Fundamentals of Electricity Markets: <https://www.e-education.psu.edu/ebf200/node/151>
- Poveda, M. (2007). *Eficiencia energética : recurso no aprovechado*. Quito: OLADE.
- Pronicaragua. (2018). *Guía del Inversionista 2018*.
- Quintanilla, E. (s.f). *Perú: Soluciones para un mercado eléctrico de alto crecimiento - Promoción de energías renovable y competitivas*. Osinergmin.
- RELIAL. (2018). *Índice de Calidad Institucional 2018*. México DF: FNF/RELIAL.
- Ritchie, H., & Max, R. (2019). *Energy Production & Changing Energy Sources*. Obtenido de Our World in Data: <https://ourworldindata.org/energy-production-and-changing-energy-sources>
- Robberechts, E. (02 de Mayo de 2017). Obtenido de BID Invest Negocios Sostenibles: <https://blog.iic.org/2017/05/02/cuatro-paises-lideran-tendencias-de-energia-solar-en-alc/>
- Rojas Navarrete, M. (2018). *Estadísticas de producción de electricidad de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA): Datos preliminares a 2017*. CEPAL.
- Rojas Wang, J. P. (2015). La sostenibilidad energética. *CEGESTI: Éxito Empresarial No. 289, 2015*, págs. 1-2.
- Rojas, M. E. (2015). *Estadísticas del subsector eléctrico de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA)*. Ciudad de Mexico: CEPAL.
- Romero, C. A. (2017). *Estudio de competencia en el mercado mayorista de energía eléctrica. Evaluación del Poder de mercado*. El Salvador: Superintendencia de Competencia.
- Romero, C. A. (2017). *Estudio de competencia en el mercado mayorista de energía eléctrica. Evaluación del Poder de mercado*. El Salvador: Superintendencia de Competencia.
- Romero, C. A. (2017). *Estudio de Competencia en el Mercado Mayorista de Energía Eléctrica. Evaluación del Poder de Mercado*. Superintendencia de Competencia .
- Rosenberg, N. (Abril de 1998). The Role of Electricity in Industrial Development. *The Energy Journal* 19, págs. 7-24.

- Ruben Pata, N. (s.f). El marco regulatorio, normativo y de supervisión como factor clave de sostenibilidad.
- Ruiz Hernández, A. (1988). La Demanda de Energía y el Planeamiento del Sector Eléctrico en Colombia. *Coyuntura Económica*. Vol. XVIII, No. 4, págs. 187-198.
- Ruiz Tückler, H. (2017). *Estudio Técnico para la implementación de Red Inteligente en la transformación de la red de distribución de energía eléctrica en Nicaragua*. Managua: Universidad Nacional de Ingeniería-Nicaragua.
- Rust, R., & Cooil, B. (1994). Reliability Measures for Qualitative Data: Theory and Implications. *Journal of Marketing Research*, 2-3,9.
- Sánchez Cano, J. E. (2017). *Los retos del sector energético: Los juegos de guerra del precio del petróleo*. Durango: Editorial Martínez.
- Sauma, E. E. (2009). *Políticas de eficiencia y ahorro energético para el sector eléctrico chileno: ¿garrote o zanahoria?* Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Secretaria de Energía. (s.f). *Energías Renovables: Energía Geotérmica*.
- Secretaria de Energia. (s.f). *Energías Renovables: Energía Solar*. Secretaria de Energia.
- Secretaría Nacional de Energía (SNE). (2018). *Capacidad Instalada, Efectiva, Potencia Firme, Energía Bruta Generada, Factor de Planta y Disponibilidad Operativa de las Plantas del Sistema Por Agentes del Mercado*. SNE.
- Shipman, M. (28 de Septiembre de 2010). *News*. Obtenido de NC State University: <https://news.ncsu.edu/2010/09/wmsgrennescanertipping/>
- Sicre del Rosal, R. (s.f). Contratos de compraventa de energía y energía renovable. *Cuadernos de Energía*, págs. 87-93.
- Sriram, N., & Shahidehpour, M. (2005). *Renewable Biomass Energy*. Chicago: Illinois Institute of Technology .
- Swedish Standars Institute (SIS). (2004). *Solid biofuels - Terminology, definitions and descriptions*. SIS.
- Systep. (20 de Septiembre de 2011). *Central Energía*. Obtenido de Central de Información y discusión de energía en Chile: <http://www.centralenergia.cl/2011/09/20/costos-marginales-estrategias-comerciales-y-regulacion/>
- Tamayo, J., Salvador, J., & Vásquez, A. y. (2016). *La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país*. Lima, Perú: Osignermin.

- TECNOLOGÍAS 3ºESO.* (s.f). Obtenido de Unidad 2. ENERGÍA:
<http://www.edu.xunta.gal/centros/iesfelixmuriel/system/files/La%20Energ%C3%ADa.pdf>
- Thermodyne Engineering Systems. (08 de Junio de 2018). Obtenido de Thermodyne Boilers:
<http://www.thermodyneboilers.com/components-working-thermal-power-plant/>
- TInda Tello, C. M., & Vargas-Hernández, J. G. (2012). Ecoeficiencia y competitividad: tendencias y estrategias con metas comunes. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, núm. 11, págs. 33-40.
- U.S Energy Information Administration. (08 de Agosto de 2018). *Energy Explained*. Obtenido de EIA: https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=nuclear_power_plants
- U.S. Energy Information Administration. (2017). *International Energy Outlook 2017*. EIA.
- Valencia Quintero, J. P. (2008). *Generación Distribuida: Democratización de la energía eléctrica*. Colombia: Criterio Libre.
- Vallejos, R., & Dominguez, D. (2013). *Aspectos Institucionales que limitan el crecimiento economico en Latinoamerica*. Centro de Estudios latinoamericanos.
- Vasquez, L. (29 de Abril de 2014). Obtenido de Mi blog de Energia:
<http://miblogdeenergia.blogspot.com/2014/04/potencia-firme-instalada-efectiva.html>
- Ventura, V. H. (2015). *Energía en Centroamérica. Reflexiones para la transición hacia economías bajas en carbono*. México, D. F: CEPAL.
- Verdú, P. L. (1968). Principios de Ciencia Política. *Revista española de la opinión pública*.
- Vives, X. (Julio de 2006). *El reto de la competencia en el sector eléctrico*. Universidad de Navarra.
- Wahab, O. (9 de Marzo de 2011). *Noticias*. Obtenido de BID:
<https://www.iadb.org/es/noticias/nicaragua-aprovecha-la-energia-de-sus-volcanes>
- Wikipedia. (julio de 2019). *Wikipedia*. Obtenido de List of countries by Carbon Dioxide emissions:
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_carbon_dioxide_emissions
- Willis, H. (30 de Abril de 2002). *Spatial Electric Load Forecasting. Second Edition, Revised and Expanded*. Nueva York: Marcel Dekker, Inc. Obtenido de Sector Electricidad:
<http://www.sectorelectricidad.com/17597/carga-demanda-y-energia-electrica-conceptos-fundamentales-para-la-distribucion-de-electricidad/>

World Bank. (2018). *Rankings*. Obtenido de Doing Business:
<https://www.doingbusiness.org/en/rankings>

World Economic Forum. (2017). *The Global Competitiveness Report 2017-2018*. Geneva:
World Economic Forum.

World Energy Council. (Noviembre de 2011). *Policies for the future: 2011 Assessment of
country energy and climate policy*. Obtenido de World Energy Council:
<https://web.archive.org/web/20111120023843/http://www.worldenergy.org/publications/3800.asp>

World Energy Council. (2018). *World Energy Trilemma Index* . World Energy Council.

World Energy Council. (2019). *World Energy Council* . Obtenido de Energy Trilemma Index
2018: <https://trilemma.worldenergy.org/>

