UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

"Regulación para incentivar las energías renovables en Ecuador"

Tesina Previa a la Obtención del
Título de Ingeniero Eléctrico

Autores:

Josué Eudoro Espinoza Vanegas

Jorge Gustavo León Ortiz

Director:

Antonio Barragán Escandón

Cuenca – Ecuador

2012

RESUMEN

En este trabajo de graduación se estudia la importancia de la energía eléctrica en la sociedad actual, se indica las fuentes de energía dividida en dos análisis: energía renovable y no renovable. Además, se hace una breve descripción de los diferentes tipos de energía, así como el aprovechamiento y desarrollo de la energía renovable, con proyectos que se encuentran en ejecución o en fase de estudio en el Ecuador.

A continuación, se recopila la normativa vigente, que incentiva el uso de recursos renovables no convencionales, publicada en Ecuador, Perú y Colombia, así mismo se indica el estado actual del sector eléctrico de los países bajo estudio, indicando sus respectivas matrices energéticas elaboradas con datos estadísticos publicados por las entidades responsables. Además, se indica los principales recursos utilizados para la generación de energía eléctrica.

Luego se realiza la clasificación de las diferentes teorías regulatorias, más utilizadas en Latinoamérica, con una descripción conceptual de cada una de ellas, con esta información se clasifica las normativas vigentes y se establece una comparación entre Ecuador y sus países vecinos Perú y Colombia.

Como punto más importante de este trabajo se realiza las propuestas de normativa para incentivar la generación de electricidad con fuentes de energía renovable no convencional, basados en un análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas FODA el cual nos permite determinar prioridades para tomar decisiones y sugerir propuestas de normativa que podrían ejecutarse en Ecuador y con esto lograr una mayor participación de la energía renovable no convencional en la matriz energética.

PALABRAS CLAVE:

Energía renovable, energía no renovable, potencia eléctrica, matriz energética, factor de emisión, normativa, ley, reglamento, decreto, plan, regulación, resolución, teoría regulatoria, FODA.

ÍNDICE GENERAL

1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO....21

1.1 INTRODUCCIÓN.... 21
1.2 IMPORTANCIA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.... 21
1.3 FUENTES DE ENERGÍA.... 22
1.3.1 Fuentes de energía no renovable.... 22
1.3.2 Energías renovables.... 25
1.3.2.1 Clasificación de las energías renovables.... 27
1.3.2.1.1 Energía solar.... 28
1.3.2.1.1.1 Energía solar térmica.... 28
1.3.2.1.1.2 Energía solar fotovoltaica.... 28
1.3.2.1.1.3 Energía solar en Ecuador.... 30
1.3.2.1.2 Energía Eólica.... 31
1.3.2.1.2.1 Energía Eólica en Ecuador.... 33
1.3.2.1.3 Energía Hidroeléctrica.... 34
1.3.2.1.3.1 Energía hidroeléctrica en Ecuador.... 36
1.3.2.1.4 Energía Geotérmica.... 36
1.3.2.1.4.1 Energía Geotérmica en Ecuador.... 38
1.3.2.1.5 Energía de los océanos.... 39
1.3.2.1.5.1 Energía Mareomotriz.... 40
1.3.2.1.5.2 Energía Undimotriz.... 40
1.3.2.1.6 Biomasa.... 41
1.3.2.1.6.1 Energía de la biomasa en Ecuador.... 42
1.4 PROBLEMA ENERGÉTICO.... 42

2 RECOLPILACION DE REGULACIONES QUE INCENTIVAN LAS ENERGIAS RENOVABLES PARA EL SECTOR ELECTRICO....45

2.1 INTRODUCCIÓN.... 45
2.2 SECTOR ELÉCTRICO EN ECUADOR.... 45
2.2.1 Marco Institucional.... 45
2.2.2 Participantes del mercado.... 47
2.2.3 Potencia Efectiva.... 49
2.2.4 Normativa de energías renovables en el Ecuador.... 51
2.2.4.1 Ley de Régimen del Sector Eléctrico LRSE, Suplemento-Registro Oficial N° 43.... 52
2.2.4.2 Reglamentos que incentivan las energías renovables en Ecuador.... 53
2.2.4.3 Política de estado para la adaptación y mitigación al cambio climático, Decreto Ejecutivo N° 1815, Registro Oficial N° 636.... 54
2.2.4.4 Código de la Producción, Comercio e Inversiones, Registro Oficial N° 351.... 55
2.2.4.5 Regulaciones del CONELEC que incentivan las energías renovables en Ecuador.... 55
2.2.4.6 Planes que incentivan las energías renovables en Ecuador.... 61
2.3 SECTOR ELÉCTRICO DEL PERÚ.... 63
2.3.1 Marco Institucional.... 63
2.3.2 Participantes del mercado.... 65
2.3.3 Potencia efectiva.... 67
2.3.4 Normativa de energías renovables en el Perú.... 68

2.3.4.1 Ley N° 28749, Ley general de electrificación rural, Diario Oficial El Peruano N° 319901 69
2.3.4.2 Decretos que incentivan las energías renovables en Perú 69
2.3.4.3 Planes que incentivan las energías renovables en Perú 74
2.4 SECTOR ELÉCTRICO DE COLOMBIA 74
2.4.1 Marco Institucional 75
2.4.2 Participantes del Mercado 78
2.4.3 Potencia efectiva 78
2.4.4 Normativa de las energías renovables en Colombia 79
2.4.4.1 Leyes que incentivan las energías renovables en Colombia 80
2.4.4.2 Decretos que incentivan las energías renovables en Colombia 83
2.4.4.3 Resoluciones que incentivan las energías renovables en Colombia 86
2.5 ANALOGÍA ENTRE ENTIDADES RECTORAS DEL SECTOR ELÉCTRICO 87

3 POLÍTICAS DE INCENTIVOS AL DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES 89

3.1 INTRODUCCIÓN 89
3.2 CLASIFICACIÓN DE DIFERENTES TEORÍAS REGULATORIAS 90
3.2.1 Políticas obligatorias 91
3.2.1.1 Regulación y reglas generales 91
3.2.1.2 Portafolio estándar 91
3.2.2 Políticas económicas 92
3.2.2.1 Precios reales de energía. 92
3.2.2.2 Incentivos tributarios 92
3.2.2.3 Programa de capital a bajo costo 93
3.2.2.4 Subsidios 93
3.2.2.5 Precios garantizados/ Feed In 93
3.2.2.6 Financiación por terceros 93
3.2.2.7 Incentivos directos 94
3.2.2.8 Impuestos a los combustibles fósiles 94
3.2.3 Políticas de investigación y desarrollo 94
3.2.3.1 Investigación y desarrollo 94
3.2.4 Políticas de gestión y operación 95
3.2.4.1 Sistemas de Licitación 95
3.2.4.2 Compras del gobierno 95
3.2.4.3 Sistemas de precios verdes 95
3.2.4.4 Certificados comerciables de energía renovable (CER) 96
3.2.4.5 Programas voluntarios 96
3.2.4.6 Conciencia pública 97
3.2.4.7 Inversiones públicas en infraestructura. 97
3.2.4.8 Electrificación rural 97
3.2.4.9 Medición neta 98
3.3 ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LAS REGULACIONES DEL ECUADOR CON RESPECTO A COLOMBIA Y PERÚ. 98
3.3.1 Clasificación de la normativa en Ecuador 101
3.3.2 Clasificación de la normativa en Perú 102
3.3.3 Clasificación de la normativa en Colombia 104

4 PROPUESTAS DE NORMATIVAS PARA INCENTIVAR EL DESARROLLO DE LAS ENERGIAS RENOVABLES EN EL ECUADOR 106

4.1 INTRODUCCIÓN 106
4.2 ANÁLISIS FODA 106
4.2.1 Fortalezas 107
4.2.2 Oportunidades 108
4.2.3 Debilidades 109
4.2.4 Amenazas 109
4.3 PROPUESTA DE NORMATIVAS PARA EL ECUADOR 110

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 113

5.1 CONCLUSIONES 113
5.2 RECOMENDACIONES 117

6 REFERENCIAS 118

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: RESERVAS DE LA MAYORÍA DE LAS FUENTES DE ENERGÍA FÓSILES. 24

FIGURA 2: ATLAS SOLAR DEL ECUADOR. INSOLACIÓN DIRECTA PROMEDIO. 31
FIGURA 3: CONFORMACIÓN DE UNIDADES DE NEGOCIO ACTUALES Y NUEVAS DE LA CELEC EP. 47
FIGURA 4: POTENCIA ELÉCTRICA ECUADOR 2011. 50
FIGURA 5: POTENCIA ELÉCTRICA PERÚ 2011 68
FIGURA 6: ESTRUCTURA INSTITUCIONAL DEL SECTOR ELÉCTRICO DE COLOMBIA 75
FIGURA 7: POTENCIA ELÉCTRICA COLOMBIA 2011 79

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: POTENCIA EFECTIVA NACIONAL (MW) 49
TABLA 2: RESUMEN DE POTENCIA ELÉCTRICA ECUADOR 2011 50
TABLA 3: PRECIO PREFERENTES ENERGÍA RENOVABLES EN (CUSD/KWH) 59
TABLA 4: PRECIOS PREFERENTES CENTRALES HIDROELÉCTRICAS HASTA 50 MW EN (CUSD/KWH) 59
TABLA 5: EMPRESAS GENERADORAS CON SU FECHA DE INGRESO AL SEIN. 66
TABLA 6: EMPRESAS DISTRIBUIDORAS CON SU FECHA DE INGRESO AL SEIN 67
TABLA 7: RESUMEN DE POTENCIA ELÉCTRICA PERÚ 2011 67
TABLA 8: RESUMEN DE LOS PARTICIPANTES DEL MERCADO ELÉCTRICO EN COLOMBIA 78
TABLA 9: RESUMEN DE POTENCIA ELÉCTRICA COLOMBIA 2011 79
TABLA 10: ANALOGÍA DE LAS DIFERENTES ENTIDADES EN EL SECTOR ELÉCTRICO DE CADA PAÍS 88
TABLA 11: CLASIFICACIÓN DE LAS TEORÍAS REGULATORIAS. 90
TABLA 12: RESUMEN DE TIPOS DE INCENTIVOS QUE TIENE CADA PAÍS. 99
TABLA 13: CLASIFICACIÓN DE LAS NORMAS DE ECUADOR SEGÚN EL TIPO DE INCENTIVO 101
TABLA 14: CLASIFICACIÓN DE LAS NORMAS DE PERÚ SEGÚN EL TIPO DE INCENTIVO. 102
TABLA 15: CLASIFICACIÓN DE LAS NORMAS DE COLOMBIA SEGÚN EL TIPO DE INCENTIVO. 104

SIGLAS

ASIC: Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales.

BANCOLDEX: Banco Colombiano de Desarrollo Empresarial y Comercio Exterior.

CELEC EP: Corporación Eléctrica del Ecuador Empresa Pública.

CENACE: Centro Nacional de Control de Energía.

CENERGIA: Centro de Conservación de Energía y del Ambiente.

CER: Certificados Comerciables de Energía Renovable.

CIURE: Comisión Intersectorial para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes No Convencionales de Energía.

CND: Centro Nacional de Despacho.

CNEL: Corporación Nacional de Electricidad.

COES: Nacional Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado.

CONCYTEC: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.

CONELEC: Consejo Nacional de Electrificación.

CREG: Comisión de Regulación de Energía y Gas.

CTFE: Comisión Técnica de Determinación de Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero

DGE: Dirección General de Electricidad.

DGER: Dirección General de Electrificación Rural.

EMAAP-Q: Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento.

ERNC: Energía Renovable No Convencional.

ESP: Compañía de Expertos en Mercados.

FAZNI: Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas.

FERUM: Fondo de Electrificación Rural Urbano Marginal.

FODA: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas.

FONAM: Fondo Nacional del Ambiente.

GART: Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria.

GIS: Sistema de Información Geográfica.

ICETEX: Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior.

INDECOPI: Instituto de Defensa de la Competencia y de la Propiedad Intelectual.

INECEL: Instituto Ecuatoriano de Electrificación.

LAC: Liquidador y Administrador de Cuentas.

LRSE: Ley de Régimen del Sector Eléctrico.

MDL: Mecanismo de Desarrollo Limpio.

MEER: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.

MEM: Mercado Eléctrico Mayorista.

MEM: Ministerio de Energía y Minas.

MME: Ministerio de Minas y Energía.

OSINERGMIN: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.

PME: Plan Maestro de Electrificación.

PNER: Plan Nacional de Electrificación Rural.

PNVB: Plan Nacional de Desarrollo para el Buen Vivir.

PROURE: Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía.

RER: Recursos Energéticos Renovables.

RPS: Renewable Portfolio Standards.

SEIN: Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.

SIN: Sistema Nacional Interconectado.

SSPD: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

UPME: Unidad de Planeación Minero Energética.

URE: Uso Racional de Energía.

ZNI: Zonas No Interconectadas.

ABREVIATURAS

CO2: Dióxido de Carbono.

cUSD/KWh: Centavos de Dólar por Kilovatio hora.

GW: Gigavatio.

GWh: Gigavatio hora.

KW: Kilovatio.

KWh/m2: Kilovatio hora por metro cuadrado.

KWh: Kilovatio hora.

MW: Megavatio.

MWh: Megavatio hora.

tCO2/MWh: Toneladas de CO2 por Kilovatio hora.

US$/kWh: Dólares por Kilovatio hora.

Usd: Dólares Americanos.

Yo, Josué Eudoro Espinoza Vanegas, autor de la tesis “Regulaciones para incentivar las energías renovables en Ecuador”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Eléctrico. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 19 de noviembre de 2012

_____

Josué Eudoro Espinoza Vanegas
010465686-3

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316
e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103
Cuenca - Ecuador

Yo, Jorge Gustavo León Ortiz, autor de la tesis "Regulaciones para incentivar las energías renovables en Ecuador", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Eléctrico. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 19 de noviembre de 2012

_____

Jorge Gustavo León Ortiz
010434125-0

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316
e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103
Cuenca - Ecuador

Yo, Josué Eudoro Espinoza Vanegas, autor de la tesis "Regulaciones para incentivar las energías renovables en Ecuador", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 19 de noviembre de 2012

Josué Eudoro Espinoza Vanegas
010465686-3

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316
e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103
Cuenca - Ecuador

Yo, Jorge Gustavo León Ortiz, autor de la tesis "Regulaciones para incentivar las energías renovables en Ecuador", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 19 de noviembre de 2012

Jorge Gustavo León Ortiz
010434125-0

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316
e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103
Cuenca - Ecuador

AGRADECIMIENTO

Doy mis más sinceros agradecimientos a Dios y a mis padres por haberme dado las fuerzas necesarias para poder culminar esta carrera.

Al Ing. Antonio Barragán por haber aceptado ser director de este trabajo, ser nuestro guía y sobre todo por ser una excelente persona.

A la Universidad de Cuenca por darnos la educación, a través de sus distinguidos profesores que nos han brindado sus conocimientos para formarnos como profesionales de calidad.

No nos podemos olvidar de nuestros compañeros que fueron un gran apoyo durante toda nuestra carrera universitaria.

Josué, Jorge

DEDICATORIAS

A Dios por darme la vida y permitirme disfrutar de bellos momentos en esta etapa de estudiante.

A mis padres, por su apoyo incondicional durante toda mi carrera, y por sobre todas las cosas porque son las personas más importantes en mi vida.

A mis hermanos que pese a que tienen formada sus propias familias, siempre estuvieron pendientes brindándome su ayuda.

A toda mi familia, en especial a mis abuelitos Luis y Teresa, a mi tía Florentina y mi tía Amada.

A mi compañero de Tesina Josué por su amistad y con quien hemos trabajado duro para hacer realidad este trabajo.

A todos mis amigos que fueron parte de esta etapa de mi vida en especial a Pablo, Edwin, Mauricio, Carlos, Milton, Franklin y Lucho.

Jorge

Con el mayor cariño y agradecimiento a Dios y Señor que me ha dado la vida y siempre ha estado a mi lado dándome las fuerzas para seguir adelante y sé que él seguirá junto a mí en esta nueva etapa de mi vida.

A mis padres Luis Espinoza y Gladys Vanegas que siempre me han apoyado, guiado y puesto todo de sí, para que pueda seguir adelante, a ellos que con sacrificio y esfuerzo han hecho todo lo posible para que yo pueda obtener este título.

A mi compañero de Tesina Jorge por su amistad y con quien hemos trabajado duro para hacer realidad este trabajo

A todas las personas que de una u otra manera colaboraron para la elaboración de esta tesis, ya que con su esfuerzo hicieron cristalizar mi sueño.

Josué

ANTECEDENTES

La energía es imprescindible en nuestras vidas y a raíz de la primera crisis energética mundial que tuvo lugar en el año 1973, debida esencialmente al encarecimiento del precio del petróleo, se toman las primeras medidas encaminadas a generar electricidad, mediante el uso de energías renovables.

Algunos recursos renovables han sido correctamente aprovechados alrededor de todo el planeta, sin embargo las exigencias del mundo actual generan mucha discusión sobre el uso de nuevos recursos renovables que no

se utilizan o son poco explotados para la generación de la energía eléctrica, los mismos que tendrán beneficios económicos, sociales y ambientales para el país.

Los sistemas que ya están operando en países desarrollados se podrían aplicar en nuestro medio. Sin embargo las diferentes leyes, normas o políticas que tiene cada país en cuanto al aprovechamiento de los distintos recursos renovables, nos pueden presentar dificultades o ventajas en la implementación de dichos sistemas.

JUSTIFICACIÓN.

Las iniciativas del Estado, principalmente a través del CONELEC, para incorporar en la matriz energética del país el aprovechamiento de las fuentes renovables como son: la solar, la eólica, la geotérmica, la hidroelectricidad y la biomasa, han sido muy débiles y hasta el momento no se ha podido emprender en estos proyectos y han impedido que se tome acciones y se lleve a cabo una verdadera política energética integral del país, a pesar de ciertos esfuerzos aislados.

Las tecnologías de energías renovables, son tecnologías maduras y conocidas, especialmente en los países desarrollados donde el mercado ha alcanzado una cierta expansión.

En el caso de algunos países latinoamericanos como el Ecuador, este es un mercado inicial en el que se han detectado barreras de carácter tecnológico y regulatorio que impiden su crecimiento, mientras que otros países latinoamericanos la penetración de las Energías Renovables ha tenido un mejor desarrollo.

Es por eso fundamental un marco regulatorio adecuado que impulse el mejoramiento y desarrollo de las Energías Renovables en el Ecuador.

OBJETIVO GENERAL

Fortalecer al conocimiento regulatorio del sector energético del Ecuador, a través de la recopilación, clasificación y análisis de las legislaciones que promueven las Energías Renovables en el Ecuador, Colombia y Perú para establecer diferencias y recomendar las normas o regulaciones que podrían ser utilizadas en el país.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Recopilar información referente a las regulaciones de las energías renovables en algunos países latinoamericanos.

Clasificar las regulaciones de acuerdo a la teoría regulatoria.

Investigar el estado de las energías renovables en Ecuador, Colombia y Perú.

Analizar las regulaciones del Ecuador con respecto a los países en estudio.

Aportar al conocimiento regulatorio, con propuestas de regulaciones que incentiven el uso de energías renovables no convencionales en el sector eléctrico.

METODOLOGÍA

El contenido de esta propuesta de tesis se elaborará en base a la investigación del marco regulatorio de las energías renovables de la realidad nacional y a la tendencia del desarrollo del sector energético en el mundo.

1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

1.1 Introducción

En este capítulo se estudiara la importancia que tiene hoy en día la energía eléctrica, así como las principales fuentes de energía, dividida en dos análisis, el primero trata sobre la energía no renovable en donde se da una breve reseña histórica, y se describe la materia prima para obtener este tipo de energía. En el segundo análisis se habla sobre la energía renovable, su clasificación y se hace una breve descripción de los diferentes tipos de energía, así como el aprovechamiento y desarrollo de la energía renovable, con proyectos que se encuentran en ejecución o en fase de estudio en el Ecuador. En la parte final se analiza la situación actual del sector eléctrico ecuatoriano y se cita recomendaciones para mejorar los problemas energéticos.

1.2 Importancia de la energía eléctrica

La energía eléctrica es una fuerza vital en la sociedad moderna. De ella se obtienen diferentes aplicaciones y usos finales en los diversos sectores de la economía como son el residencial, comercial, industrial y transporte. Los usos finales de la energía son: Iluminación, climatización, la obtención de alimento y su preparación, fuerza motriz, el funcionamiento de las fábricas, transporte, informática, comunicaciones, entre otros. El objetivo final de los servicios de energía es asegurar el suministro de energía, de manera confiable y a bajo costo a todos los usuarios. Para esto se han desarrollado redes a través de las cuales el usuario final recibe la energía a partir de una diversidad de fuentes de energía primaria y de sus respectivos centros de transformación. (1)

1.3 Fuentes de energía

La energía se produce en diferentes fuentes y es almacenada de distintas formas. Las fuentes se pueden clasificar en primarias o secundarias, según pueda obtenerse de ellas la energía directamente o sea necesario recurrir a otra fuente. Así, por ejemplo, la energía eléctrica es una fuente secundaria de energía, porque para su producción es necesario recurrir a otra fuente de energía (2). Las fuentes de energía primaria se pueden catalogar en dos tipos considerando la disponibilidad de los recursos en el largo plazo y estas son las no renovables que provienen de las fuentes de energía fósiles (petróleo, gas, carbón),como también las fuentes de origen mineral (nuclear) estas fuentes pueden ser sustituidos en la naturaleza, pero su regeneración lleva tanto tiempo que no puede desempeñar un papel para el uso sostenible de los seres humanos, y renovables porque como su nombre lo indica se renuevan de forma natural (hidroenergía, solar, eólica, biomasa, geotermia, mares, etc.). (1)

1.3.1 Fuentes de energía no renovable

Los restos de frondosos bosques, grandes animales muertos y materia orgánica en general, como algas, esporas y plantas acuáticas, acumulados durante millones de años bajo grandes capas de tierra a altas presiones y temperaturas, fueron descomponiéndose lentamente mediante la acción de microorganismos anaerobios y han dado lugar a lo que hoy se denomina combustibles fósiles: carbón, petróleo y gas natural. El tipo de combustible fósil formado depende de la clase de material descompuesto, de las condiciones en que se ha producido y del tiempo transcurrido. (2)

El carbón se ha formado en medio acido y saturado de agua, a partir principalmente de materia vegetal, dando lugar primeramente a turba, que después se transforma en carbón. Se caracteriza fundamentalmente por su

contenido en azufre". (2) Esta es una fuente energética característica del periodo industrialista inicial. Tiene un factor de emisión de CO_2 muy elevado y las partículas emitidas en suspensión son causa, entre otras cosas, de la denominada lluvia ácida. (3)

Las formaciones de petróleo y gas natural van asociadas. El material de origen es, principalmente, sedimento marino o de grandes lagos, acumulado a gran profundidad, más de 500 metros, y sometido a temperatura elevada. Las condiciones de alta presión y temperatura hacen que se inicien procesos químicos de descomposición, que dan como resultado la producción de gas natural (metano) y dejan como residuo el petróleo. (2)

El petróleo fue una fuente energética por excelencia a lo largo de todo el siglo XX siendo actualmente la fuente primaria a nivel mundial. El agotamiento de sus reservas se encuentra cercano y la variación en sus precios y el acaparamiento por parte de los países productores del mismo genera tensiones a nivel mundial que están afectando notablemente a la economía del planeta. Son destacables también sus aspectos contaminantes en los procesos de producción, transporte y consumo. (3)

El gas natural, puede ser considerado el combustible fósil más limpio, con la menor cantidad de emisiones de CO_2 y producción nula de partículas sólidas. Su rendimiento energético es elevado lo que permite una mayor producción de energía con menor cantidad de combustible. Su consumo va en aumento pudiendo considerarse dentro de su condición de fuente no renovable el más sostenible dentro de las alternativas existentes. Es considerado por muchos expertos como fuente energética de tránsito hasta la total implantación de las energías renovables. (3)

Otras fuentes de energía no renovable que se utilizan para producir energía eléctrica son las de origen mineral como es el uranio y el plutonio. Estos minerales son radiactivos limitados y escasos, es por tanto un recurso no renovable. Son las fuentes no renovables que genera un mayor rechazo social a pesar de que su consumo es uno de los menos representativos. La energía eléctrica se obtiene mediante fisión nuclear cuya mayor problemática se plantea en relación a la generación y gestión de los residuos radiactivos y a la dificultad social de localización de las centrales nucleares por su elevado riesgo". (3) El Uranio suele hallarse casi siempre junto a rocas sedimentarias. Hay depósitos importantes de este mineral en Norteamérica (27,4% de las reservas mundiales), África (33%) y Australia (22,5%). (4)

Según el Instituto Federal de Ciencias de la Tierra y Materias Primas (Federal Institute of Earth Science and Raw Materials), 'las reservas mundiales de petróleo se agotarán en unos 40 años y las reservas de uranio en 45 años. (5)

Figura 1: Reservas de la Mayoría de las Fuentes de Energía Fósiles.

Fuente: www.unendlich-viel-energie.de/de/panorama/50-gute gruende.html

Sólo hace unos 200 años el ser humano empezó a explotar en gran medida los recursos fósiles: carbón, petróleo, gas natural y, más tarde, el uranio. Sin embargo, estas fuentes de energía se están agotando. Prácticamente el desarrollo de un país está ligado al creciente consumo de energía no renovable, sobre las cuales está construido el inseguro modelo energético actual.

1.3.2 Energías renovables

Las energías renovables son aquellas que en teoría no se agotarán con el paso del tiempo (6). Estas fuentes de energía son una alternativa a otras tradicionales y producen un impacto ambiental mínimo. Estas energías son, junto con el ahorro y la eficiencia energética, la clave para un futuro energético limpio, eficaz, seguro y autónomo (7).

La búsqueda continua de mejorar la calidad de vida, implica también un incremento en el consumo energético, por eso es necesario crear proyectos enmarcados en la sostenibilidad ambiental, reduciendo significativamente el agotamiento de los recursos por el actual modelo de consumo energético. La mejor opción entonces son las energías renovables que invitan a valorar racionalmente el consumo energético, con criterios de ahorro y eficiencia (8).

Las energías renovables son importantes no solo para países altamente desarrollados, sino también en países en vías de desarrollo, por ejemplo la utilización de esta energía en zonas rurales aisladas, ya que se puede aprovechar la energía en el mismo lugar donde se producen (9). Adicionalmente, se debe tomar en consideración que con la utilización de los recursos renovables se disminuye los problemas ambientales por contaminación, ya que se podría dejar de operar centrales térmicas que son altamente contaminantes (10).

En los últimos años, varios factores han influido en el crecimiento y desarrollo de las energías renovables, se puede mencionar el importante progreso científico y tecnológico, como las celdas solares o los sistemas eólicos, el alto potencial de aprovechamiento de recursos renovables, la gran aceptación pública para el uso de esta energía por sus ventajas ambientales, e incentivos económicos.

La Energía Renovable en el Ecuador puede ser aprovechada, para la producción de energía eléctrica, en gran medida debido a las buenas condiciones geomorfológicas, topográficas y de localización geográfica. Esto hace posible el aprovechamiento de le energía eólica, solar, hidráulica y geotérmica. Otra fuente es la biomasa, utilizando grandes desechos de actividades agrícolas y ganaderas. (11).

En el Ecuador se viene planteado políticas para aprovechar el gran recurso hídrico con el objetivo de explotar y balancear las dos vertientes que poseen potencial hidroeléctrico en el país (11). Sin embargo, debido al intenso debate de los impactos ambientales y sociales que producen la explotación a gran escala, se consideran centrales hidroeléctricas de hasta 50 MW de capacidad instalada, como recurso renovable (12).

El Ecuador cuenta con un importante potencial geotérmico, con un estimado preliminar superior a los 500 MW instalables, esto significara un importante cambio en la matriz energética (11).

Es importante también avanzar en la evaluación del recurso eólico, como se hizo con el recurso solar, elaborando un mapa eólico detallado, a nivel nacional, y

las mediciones posteriores en los sitios más atractivos que permitan identificar proyectos concretos para intensificar el aprovechamiento de este recurso (11).

Las desventajas del uso de la Energía Renovable se dan a continuación:

El carácter aleatorio. Dependen de las condiciones meteorológicas que aun no pueden predecirse con exactitud, por lo que es difícil saber cuánto tiempo van a poder ser utilizadas.

De menor poder energético que las energías convencionales, son menos rentables y sólo responden a la demanda energética.

Existen diversas barreras que frenan la promoción de las energías renovables, que van desde la falta de voluntad política hasta las barreras económicas, cuya eliminación es necesaria para que las energías renovables alcancen el nivel necesario de desarrollo en el mundo.

1.3.2.1 Clasificación de las energías renovables

Las fuentes renovables de energía pueden dividirse en dos categorías: no contaminantes y contaminantes(13). Entre las primeras tenemos:

El Sol: energía solar.

El viento: energía eólica.

Los ríos y corrientes de agua dulce: energía hidráulica o hidroeléctrica.

El calor de la Tierra: energía geotérmica.

Los mares y océanos: energía mareomotriz.

Las olas: energía undimotriz.

Las energías de fuentes renovables contaminantes son las obtenidas a partir de materia orgánica o biomasa, son contaminantes ya que en la combustión

emiten dióxido de carbono, gas de efecto invernadero. Estas fuentes se incluyen dentro de las energías renovables porque mientras puedan cultivarse los vegetales que las producen, no se agotarán (14).

1.3.2.1.1 Energía solar

La energía solar es la energía que se obtiene a partir de la radiación electromagnética procedente del sol (15). La energía solar es una alternativa que ofrece tantas aplicaciones como ventajas respecto a la energía convencional, ya que se trata de una fuente de energía gratuita, inagotable, y sobre todo, limpia (11). En la actualidad existen dos formas básicas de energía proveniente del sol:

Energía Solar Térmica.

Energía Solar Fotovoltaica.

1.3.2.1.1.1 Energía solar térmica

La energía solar térmica aprovecha la radiación del Sol para calentar un fluido que, por lo general, suele ser agua o aire. La capacidad de transformar los rayos solares en calor es, precisamente, el principio elemental en el que se basa esta fuente de energía renovable. Para calentar los fluidos se emplean unos dispositivos llamados colectores. El calor generado incrementa la temperatura del agua u otro fluido hasta convertirlo en vapor, que es transportado a una turbina, y al girar esta, produce energía eléctrica (16).

1.3.2.1.1.2 Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es aquella que se caracteriza por funcionar a base de paneles fotovoltaicos que captan las radiaciones luminosas del sol y las

transforman en una corriente eléctrica (17). Existe una conversión directa de la luz solar en electricidad, mediante dispositivos electrónicos denominado “celdas solares”, fabricadas con materiales semiconductores (silicio) que generan electricidad cuando incide sobre ellos la radiación solar (16). La cantidad de energía eléctrica que un sistema fotovoltaico produce depende principalmente de dos factores:

La cantidad de luz solar incidente.

La eficiencia del sistema fotovoltaico para convertir esa luz en electricidad.

Como ventajas del uso de la energía solar se puede citar:

La contribución a la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero.

La posibilidad de llegar con electricidad a zonas alejadas de las redes de distribución.

Son sistemas sencillos y fáciles de instalar.

Se trata de una tecnología en rápido desarrollo que tiende a reducir el costo y aumentar el rendimiento.

Los costos de operación y mantenimiento son muy reducidos, por tanto aunque la inversión pueda ser importante, éste es el único gasto significativo en los 25-30 años de vida media de la instalación.

Por otra parte las desventajas de este tipo de energía se citan a continuación:

El nivel de radiación varía de una zona a otra y de una estación del año a otra.

Para recolectar energía solar a gran escala se requiere de grandes extensiones de terreno.

Los lugares donde existe mayor radiación son los lugares desérticos y alejados.

La fabricación de paneles fotovoltaicos requiere el uso de materiales de alta toxicidad, como son los paneles de silicio.
Finalizada la vida media del panel solar debe ser tratada como residuos peligrosos, ya que contiene muchas sustancias toxicas como (plomo, cobre, selenio, etc.) sustancias que requieren procesos de eliminación costosos y complejos.

1.3.2.1.1.3 Energía solar en Ecuador

"El Ecuador al estar ubicado sobre el centro de la tierra, tiene un potencial solar que sin ser el mejor del planeta, se sitúa en niveles muy convenientes para el aprovechamiento energético. Los datos de radiación solar en el país presentan homogeneidad de los valores a lo largo del año, así por ejemplo, en el observatorio del Coca en la Amazonía, los valores diarios oscilan entre los 3,35 kWh/m2 en el mes de mayo y los 4,33 kWh/m2 en el mes de septiembre" (11).

Para impulsar el uso de la energía solar, el CONELEC publico en el año 2008, el "Atlas Solar del Ecuador con fines de Generación Eléctrica" (figura 2) (18). En este documento consta la cuantificación del potencial solar disponible y sus posibilidades de generación eléctrica. Además se cuentan con políticas que incentivan a las energías renovables como la Regulación 004/11, que ha determinado que tres proyectos solares fotovoltaicos, con potencia cercana a 1 MW cada uno, se encuentren en construcción en las zonas de Malchinguí, Paragachi y Escobar (11).

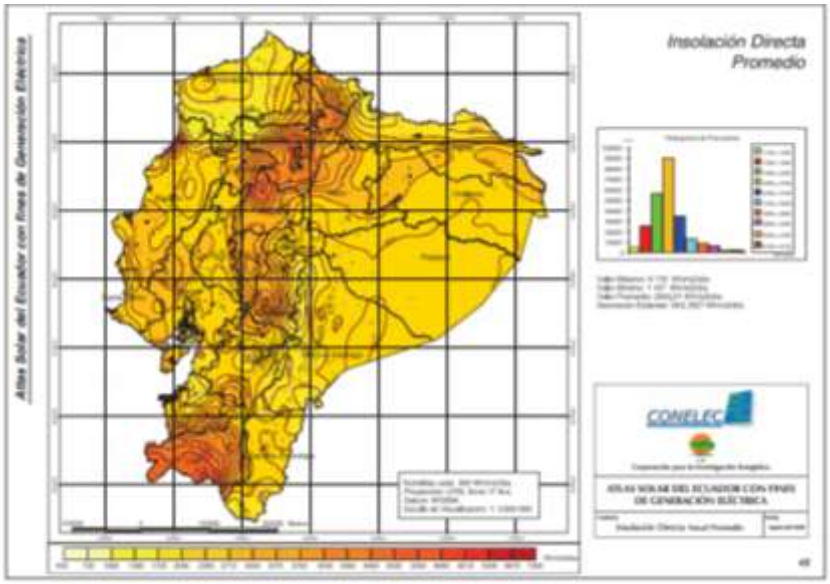

Figura 2: Atlas Solar del Ecuador. Insolación Directa Promedio.

Fuente: CONELEC

1.3.2.1.2 Energía Eólica

La Energía eólica es la energía cinética producida por el viento. Para la producción de energía eléctrica se utiliza la transformación de la energía mecánica de rotación adquirida en la turbina, en energía eléctrica convertida en el generador. A este conjunto turbina- generador se le conoce como aerogenerador. Este sistema tiene su respectivo valor de eficiencia menor a la unidad, ya que la energía eólica captada es mayor que la energía eléctrica obtenida (19).

La energía eólica requiere para su aprovechamiento la instalación de varios aerogeneradores, el conjunto de estas constituye un parque eólico destinado a la producción de energía eléctrica. Existen dos tipos fundamentales de instalaciones eólicas:

Instalaciones que suministran energía eléctrica conectada a la red de distribución. Con parques eólicos conectados en alta tensión a la red

eléctrica o aerogeneradores unidos a la red de distribución de media tensión.

Instalaciones de pequeña potencia no conectadas a la red. Se emplean para sistemas de bombeo o electrificación de viviendas aisladas, inclusive puede funcionar con sistemas mixtos (fotovoltaico, diesel).

Un pequeño porcentaje de la energía solar que llega a la Tierra se convierte en energía eólica, y por varios factores solo una pequeña parte de esta energía es aprovechable (20). La capacidad de energía eólica global instalada llegó a los 238 GW en el 2011, siendo China el líder en capacidad instalada de energía de viento con 63 GW. En segundo lugar están los Estados Unidos con 47 GW seguido por Alemania con 29 GW y el cuarto lugar lo tiene España con 21.6 GW. Latinoamérica y el Caribe cuentan con una capacidad de energía eólica instalada de 3.2 GW. Brasil el país latinoamericano a la vanguardia y cuenta con 1.5 GW de capacidad eólica instalada. Brasil instaló 583 MW en el año 2011 (21).

Como ventajas del uso de la energía eólica tenemos:

Es una fuente de energía inagotable y, una vez hecha la instalación, es gratuita. Además, no contamina: al no existir combustión, no produce lluvia ácida, no contribuye al aumento del efecto invernadero, no destruye la capa de ozono y no genera residuos.

La disponibilidad del recurso eólico abre la posibilidad de establecer una industria eólica con importantes beneficios económicos y ambientales, que pueden ser el catalizador de un desarrollo regional o local.

La utilización de la energía eólica para la generación de electricidad presenta una incidencia nula sobre las características fisicoquímicas

del suelo, ya que no se produce ningún contaminante que incida sobre este medio, ni tampoco vertidos o grandes movimientos de tierras.

Al finalizar la vida útil de la instalación, el desmantelamiento no deja huellas.

Por otra parte las desventajas al utilizar este tipo de energía se mencionan a continuación:

La emisión de ruido acústico puede llegar a ser un inconveniente cuando los sistemas eólicos se instalan cerca de lugares habitados. Este aspecto se ha constituido en un límite en países de poca extensión territorial. Sin embargo para no ocasionar esta molestia de ruido, algunos países han emitido normas ambientales que limitan su cercanía a lugares habitados.

Un impacto que se tiene también es el visual, porque se argumenta que estos sistemas dañan el paisaje.

Otro impacto es el que se tiene sobre las aves al chocar contra los rotores y las estructuras de los aerogeneradores, al igual que sobre el hábitat y las costumbres de las aves.

El aire al ser un fluido de pequeño peso específico, implica fabricar máquinas grandes y en consecuencia caras. Su altura puede igualar a la de un edificio de diez o más plantas, en tanto que la envergadura total de sus aspas alcanza la veintena de metros.

1.3.2.1.2.1 Energía Eólica en Ecuador

El primer parque eólico en Ecuador, está ubicado en San Cristóbal en el Archipiélago de Galápagos, entro en operación desde Octubre de 2007 con una potencia instalada de 2,4 MW y consta de 3 aerogeneradores. En la actualidad no

se cuenta con un mapeo general del recurso eólico con fines de generación eléctrica que cubra todo el territorio. Sin embargo, los lugares con potencial eólico han sido identificados por métodos pragmáticos y con criterio profesional de expertos en viento (11).

En el año 2011 se inició la construcción del proyecto eólico Villonaco (16.5 MW), ubicado cerca de la ciudad de Loja. Se tiene previsto continuar con los estudios de los proyectos eólicos Salinas Etapa I y II (40 MW) y Membrillo-Chinchas (110 MW) (11).

1.3.2.1.3 Energía Hidroeléctrica

Las centrales de generación hidroeléctrica aprovechan la energía de un caudal de agua para mover una turbina acoplada a un generador de electricidad. Las centrales hidroeléctricas pueden ser de dos tipos:

Centrales hidroeléctricas con embalse. Con un reservorio que permite regular el caudal turbinado en el tiempo.
Centrales hidroeléctricas a filo de río. Cuyo objetivo es aprovechar la caída natural del río (22).

Las primeras por lo general provocan serios impactos ambientales y sociales debido a la gran superficie que ocupa, a la necesidad de reubicar a la población desplazada, a los altos costos que implica el mitigar esos impactos. En cambio las hidroeléctricas a filo de rio debido a su menor tamaño, generan menos impactos ambientales y dado a sus beneficios sociales que incluye la prevención de inundaciones, la disponibilidad de agua para riego y uso domestico, usualmente tienen una mejor aceptación social (8).

Como ventajas de una central hidroeléctrica se puede citar las siguientes:

La transformación de la energía hidráulica en energía eléctrica es un proceso limpio, no produce residuos o partículas solidas que pudieran contaminar la atmosfera.

Las presas que se construyen para embalsar el agua permiten regular el caudal del rio, evitando de esta forma inundaciones en épocas lluviosas y permitiendo el riego en épocas de sequia.

El agua embalsada puede servir para el abastecimiento a sectores durante un periodo de tiempo.

La mínima necesidades de mantenimiento y que constituyen una opción viable para sectores aislados. Su costo de generación es bajo.

Por otra parte las desventajas para este tipo de energía son:

Al interrumpirse el curso natural del río, se producen graves alteraciones en la flora y en la fauna fluvial.

Con la generación hidroeléctrica a pequeña escala es difícil competir contra las fuentes no renovables de energía, ya que para poder hacerlo es necesario que sus beneficios sociales y ambientales se reconozcan como un todo, y para ello se requiere el soporte de una política nacional para asegurar que los beneficios lleguen a todos.

Las presas retienen las arenas que arrastran la corriente y que son la causa, a lo largo del tiempo, de depósitos de sedimentos en la desembocadura de los ríos. De esta forma se altera el equilibrio, en perjuicio de los seres vivos existentes en la zona.

Los embalses de agua inundan extensas zonas de terreno, por lo general muy fértiles y en ocasiones de gran valor ecológico.

La gran dependencia que experimenta respecto a las condiciones meteorológicas.

1.3.2.1.3.1 Energía hidroeléctrica en Ecuador

Las especiales condiciones geomorfológicas del Ecuador, debidas a la presencia de la cordillera de Los Andes que divide al territorio continental en dos redes fluviales que desembocan una hacia el Océano Pacífico y otra hacia la llanura Amazónica, establece un alto potencial hidroeléctrico que debe ser desarrollado de forma coordinada en función de la complementariedad hidrológica que presentan dichas vertientes hidrológicas (11).

"El desarrollo de la hidroelectricidad en el Ecuador ha tenido una gran importancia y actualmente el país cuenta con una potencia hidráulica instalada (embalse y filo de rio) de 2219 MW, lo que significa alrededor del 43 % de la potencia eléctrica total instalada. El Ecuador además posee 11 sistemas hidrográficos (de los 31 existentes) con un potencial teórico de 73.390 MW" (11).

1.3.2.1.4 Energía Geotérmica

La energía geotérmica es la energía debida al calor interno de la Tierra que se transmite por conducción hasta la superficie. La explotación de esta fuente de energía se realiza perforando el suelo y extrayendo el agua caliente. Si su temperatura es suficientemente alta, el agua saldrá en forma de vapor y se podrá aprovechar para accionar una turbina de vapor acoplada a un generador eléctrico, produciéndose la energía eléctrica. (20). El agua geotérmica utilizada es posteriormente devuelta a inyección al pozo hacia la reserva para ser recalentada, para mantener la presión y sustentar la reserva (8).

Las ventajas de la energía geotérmica se dan a continuación:

Las plantas geotérmicas, como las eólicas o solares, no queman combustibles para producir vapor que gire las turbinas. La generación de electricidad con energía geotérmica ayuda a conservar los combustibles fósiles no renovables, y con el menor uso de estos combustibles, reducimos las emisiones que ensucian nuestra atmósfera.

El área de terreno requerido por las plantas geotérmicas por megavatio es menor que otro tipo de plantas.

Las plantas geotérmicas están diseñadas para funcionar las 24 horas del día durante todo el año. La central geotérmica es resistente a las interrupciones de generación de energía debidas al tiempo, desastres naturales o acontecimientos políticos que puedan interrumpir el transporte de combustibles.

Estas centrales pueden tener diseños modulares, con unidades adicionales instaladas en incremento cuando sea necesario debido a un crecimiento en la demanda de la electricidad.

Dentro de las desventajas de la energía geotérmica se mencionan las siguientes:

Una de las principales desventajas, es que estos pueden desprender ciertas cantidades de emisiones contaminantes como el sulfuro de hidrógeno, arsénico y otros minerales.

La contaminación también se puede producir a través del agua, por sólidos que se disuelven en ella y finalmente escurre conteniendo metales pesados como el mercurio.

El costo medioambiental puede ser elevado sin en las zonas donde se encuentran los puntos calientes se destruyen bosques u otros ecosistemas para instalar las plantas de energía.

Estas energías que no se pueden transportar tienen como inconveniente que las centrales productoras de electricidad tienen que estar en el punto de localización de esa energía, que a veces está situado en lugares de interés natural, como son los parques naturales, etc.

1.3.2.1.4.1 Energía Geotérmica en Ecuador

Al ser el Ecuador un país de carácter vulcanológico, esto lo convierte en un lugar privilegiado a nivel global para alojar fuertes anomalías de flujo de calor terrestre, materia prima para el aprovechamiento de la energía geotérmica. Estas anomalías se evidencian por la presencia de aproximadamente 40 volcanes activos, que representan un alto potencial energético (11).

La exploración geotérmica en el Ecuador comenzó en 1978, a cargo del Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL); su objetivo principal fue el aprovechamiento de los recursos geotérmicos de alta entalpía, a lo largo principalmente de la región Sierra, de esta forma complementar la generación hidroeléctrica (11).

Hacia finales del año 2009 e inicios del año 2010, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable elaboró el “Plan para el aprovechamiento de los recursos geotérmicos en el Ecuador”, en el que se presenta un perfil de las principales áreas geotérmicas del país. Como resultado de este estudio se propuso una lista de prospectos geotérmicos, estableciéndose el siguiente orden de prioridad:

Cachimbiro (150 MW).
Chalpatán (130 MW).
Jamanco/Chacana (129 MW).
Chalupas (50 MW).
Cachiyacu/Chacana (191 MW)
Tufiño (138 MW)
Oyacachi/Chacana (100 MW)
Alcedo (150 MW)

En el año 2011, se encarga por parte del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, al CELEC EP retomar los estudios de los proyectos geotérmicos. Adicionalmente, en el marco de un acuerdo binacional Ecuador - Colombia, firma un convenio específico con la Empresa de servicios publica mixta ISAGEN de Colombia para desarrollar los estudios del Proyecto Geotérmico Binacional Tufiño – Chiles – Cerro Negro. (11).

1.3.2.1.5 Energía de los océanos

La reserva potencial energética del mar puede manifestarse de diferentes formas: energía mareomotriz y energía undimotriz. La energía marina o energía de los mares se refiere a la energía renovable producida por las olas del mar, las mareas, la salinidad y las diferencias de temperatura del océano. El movimiento del agua en los océanos del mundo crea un vasto almacén de energía cinética o energía en movimiento. Esta energía se puede aprovechar para generar electricidad que alimente las casas, el transporte y la industria (8). Los principales tipos son:

Energía de las olas, olamotriz o undimotriz.
Energía de las mareas o energía mareomotriz.

Tanto la energía de las olas como las de las mareas no están extensas de problemas tecnológicos, derivados de la corrosión por el agua del mar y la resistencia de estructuras capaces de soportar procesos erosivos tan intensos, lo que dificulta enormemente su utilización. Además los costos de mantenimiento son elevados, son olvidar que este tipo de instalaciones requieren emplazamientos con oleajes constantes (8).

1.3.2.1.5.1 Energía Mareomotriz

La Energía mareomotriz es la producida por el movimiento de las masas de agua provocado por las subidas y bajadas de las mareas, así como por las olas que se originan en la superficie del mar por la acción del viento (23).

Como ventaja se indica que se trata de una fuente de energía limpia, sin residuos y casi inagotable. Por otro lado sus desventajas radican en que: sólo pueden estar en zonas marítimas, pueden verse afectadas por desastres climatológicos, dependen de la amplitud de las mareas y las instalaciones son grandes y costosas.

1.3.2.1.5.2 Energía Undimotriz

La energía undimotriz, o energía olamotriz, es la energía generada por el movimiento de las olas. Es menos conocida y extendida que otros tipos de energía marina, como la mareomotriz, pero cada vez se aplica más (23).

Las ventajas de la energía undimotriz se dan a continuación:

Es una fuente de energía renovable que se encuentra disponible todo el año.

Es una buena opción para aquellas zonas en las que no llega el suministro convencional.

Como desventajas de la energía undimotriz se tiene:

El alto costo económico de la inversión inicial.

Su utilización se limita a zonas costeras o próximas a la costa.

Otro inconveniente es el impacto ambiental debido a las instalaciones, que requieren modificación del paisaje para su construcción. Se ha de disponer de mucho espacio para albergar las enormes turbinas, lo cual involucra un impacto ecológico sobre los ecosistemas, habitualmente costeros.

1.3.2.1.6 Biomasa

El término biomasa se refiere a toda la materia orgánica que proviene de árboles, plantas y desechos de animales que pueden ser convertidos en energía; o las provenientes de la agricultura (residuos de maíz, café, arroz), del aserradero (podas, ramas, aserrín, cortezas) y de los residuos urbanos (aguas negras, basura orgánica y otros). Los avances tecnológicos han permitido el desarrollo de procesos más eficientes y limpios para la conversión de biomasa en energía (24).

La cogeneración (calor y electricidad) se refiere a la producción simultánea de vapor y electricidad, la cual se aplicaría en muchos procesos industriales que requieren las dos formas de energía. En América este proceso es muy común en los ingenios de azúcar, los cuales aprovechan los desechos del proceso, principalmente el bagazo. Por la alta cantidad de bagazo disponible, tradicionalmente, la cogeneración se realiza en una forma bastante ineficiente. Sin

embargo, en los últimos años ha existido la tendencia a mejorar el proceso para generar más electricidad y vender el excedente a la red eléctrica (25).

Dentro de las ventajas de la biomasa tenemos que es una fuente de energía limpia y con pocos residuos, además son biodegradables. También, se produce de forma continua como consecuencia de la actividad humana. Puede contribuir a reducir la presión provocada por la basura urbana, enriquecer el hábitat de la vida silvestre y ayudar a mantener la salud humana y estabilidad de los ecosistemas (26).

La desventaja es que se necesitan grandes cantidades de plantas y, por tanto, de terreno. Se intenta fabricar el vegetal adecuado mediante ingeniería genética. Su rendimiento es menor que el de los combustibles fósiles y produce gases, como el dióxido de carbono, que aumentan el efecto invernadero (27).

1.3.2.1.6.1 Energía de la biomasa en Ecuador

El Ecuador tiene un gran potencial de biomasa por su tradición agrícola y ganadera, cuyas actividades generan gran cantidad de desechos que pueden ser aprovechados energéticamente. En el Ecuador se han instalado algunas centrales a biomasa, dichas centrales funcionan en base a la utilización del bagazo de caña, principalmente en el sector privado se encuentran centrales como: Ecoelectric con 36,5 MW, San Carlos con 35 MW y Ecudos con una potencia de 29,8 MW (11).

1.4 Problema energético

El consumo de energía es necesario para el desarrollo económico de un país y para la mejora de la calidad de vida, pero es necesario utilizar otras fuentes de

energía ya que las fuentes de energía convencionales no son renovables y tienen efectos negativos. (28)

La demanda de energía eléctrica en el Ecuador crece a un ritmo del 7% anual, según el Consejo Nacional de Electrificación (CONELEC), no así la generación eléctrica puesto que las empresas, tanto a nivel regional como nacional, no están en capacidad de suministrar suficiente energía para sus clientes y además, existe un desabastecimiento de energía eléctrica en zonas rurales, sobretodo de la Sierra ecuatoriana, por falta de instalaciones. (28)

La situación actual en Ecuador, de constantes amenazas de apagones, no va a cambiar debido a que las grandes centrales hidroeléctricas existentes en el país trabajan muchas veces en el límite de su nivel técnico y de recursos; es decir, en época de estiaje (octubre – marzo), se reduce considerablemente la cantidad del caudal de agua, por lo que el Estado se ha visto en la necesidad de importar electricidad a Colombia. Las centrales térmicas, en cambio, consumen uno de los mayores productos de importación: derivados de petróleo, con un alto precio en el mercado internacional. (29)

En conclusión, debido a que los recursos fósiles son cada vez menores en el planeta, se debe tomar acciones para ser menos dependientes de los mismos. Dos vías de solución parecen especialmente prometedoras para hacer frente a esta importante problemática. Por una parte aprovechar más eficientemente la energía. Por otra acudir a fuentes de energía renovables: solar, eólica, hidráulica, etc. (29)

Por otro lado la disminución de los niveles de combustibles fósiles no es la única razón por la que se debe comenzar a utilizar la energía renovable. La

contaminación causada por la quema de combustibles fósiles se ha convertido en un gran problema en muchos países alrededor del mundo, especialmente en el mundo en desarrollo. Con las emisiones de carbono en su punto más alto, la calidad del aire puede ser muy pobre en algunas zonas, con la consecuencia de conducir a un aumento en las enfermedades respiratorias y el cáncer. (28)

2 RECOLPILACION DE REGULACIONES QUE INCENTIVAN LAS ENERGIAS RENOVABLES PARA EL SECTOR ELECTRICO

2.1 Introducción

En este capítulo se recopila información referente a las normas, leyes, decretos, reglamentos y resoluciones que han sido dictados y están vigentes tanto en Ecuador, Perú y Colombia, que promocionan el uso de las energías renovables enfocados específicamente en el aprovechamiento de los recurso renovables para la generación de energía eléctrica. Además se da una breve descripción de la estructura del sector eléctrico ecuatoriano, peruano y colombiano, con datos estadísticos actuales e información publicada por las instituciones que rigen es sus respectivos países.

2.2 Sector Eléctrico en Ecuador

El sector eléctrico ecuatoriano tiene por objetivos generales la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica de una forma segura y eficiente. El desarrollo del sector eléctrico permite el crecimiento económico de un país, y se ve reflejado en el bienestar de la población. El Estado tiene como deber satisfacer las necesidades de energía eléctrica del país, mediante el aprovechamiento óptimo de recursos naturales (30).

2.2.1 Marco Institucional

El organismo rector del sector eléctrico y de energía renovables en el Ecuador es el **Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER)**, “responsable de satisfacer las necesidades de energía eléctrica del país, mediante la formulación de normativa pertinente, planes de desarrollo y políticas sectoriales para el

aprovechamiento eficiente de sus recursos, estableciendo mecanismos de eficiencia energética, participación social y protección del ambiente" (31).

El **Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC)** es el encargado de las regulaciones en el sector eléctrico, dicta regulaciones vela por el cumplimiento de las disposiciones legales, reglamentarias y demás normas técnicas de electrificación del país de acuerdo con la política energética nacional, aprueba las concesiones para el aprovechamiento de los recursos energéticos renovables y establece el precio de estas energías (32).

El **Centro Nacional de Control de Energía (CENACE)** es una organización sin fines de lucro, cuyos miembros incluyen a todas las empresas de generación, transmisión, distribución y los grandes consumidores. Sus funciones se relacionan con la coordinación de la operación del Sistema Nacional Interconectado (SNI) y la administración de las transacciones técnicas y financieras del **Mercado Eléctrico Mayorista (MEM)** del Ecuador, conforme a la normativa promulgada para el Sector Eléctrico (33).

En el 2008, con la entrada en vigencia de la nueva Constitución Política de la República del Ecuador, se inició un proceso de restructuración de las empresas eléctricas, conformando nuevas sociedades para manejar el sector eléctrico ; es así como se crearon la **Corporación Nacional de Electricidad (CNEL)** y la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC) (11).

La **Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC EP)** es una empresa pública su finalidad es la provisión de servicio eléctrico. Las principales actividades de dicha empresa son: La generación, transmisión, distribución, comercialización, importación y exportación de energía eléctrica. Además cumple con la actividad

de asociación con personas naturales o jurídicas para ejecutar proyectos, y participa en investigaciones científicas y tecnológicas en el campo de la construcción, diseño y operación de obras de ingeniería eléctrica (31). La CELEC EP está constituida por la fusión de 7 empresas generadoras y una transmisora como se muestra en el siguiente grafico (34).

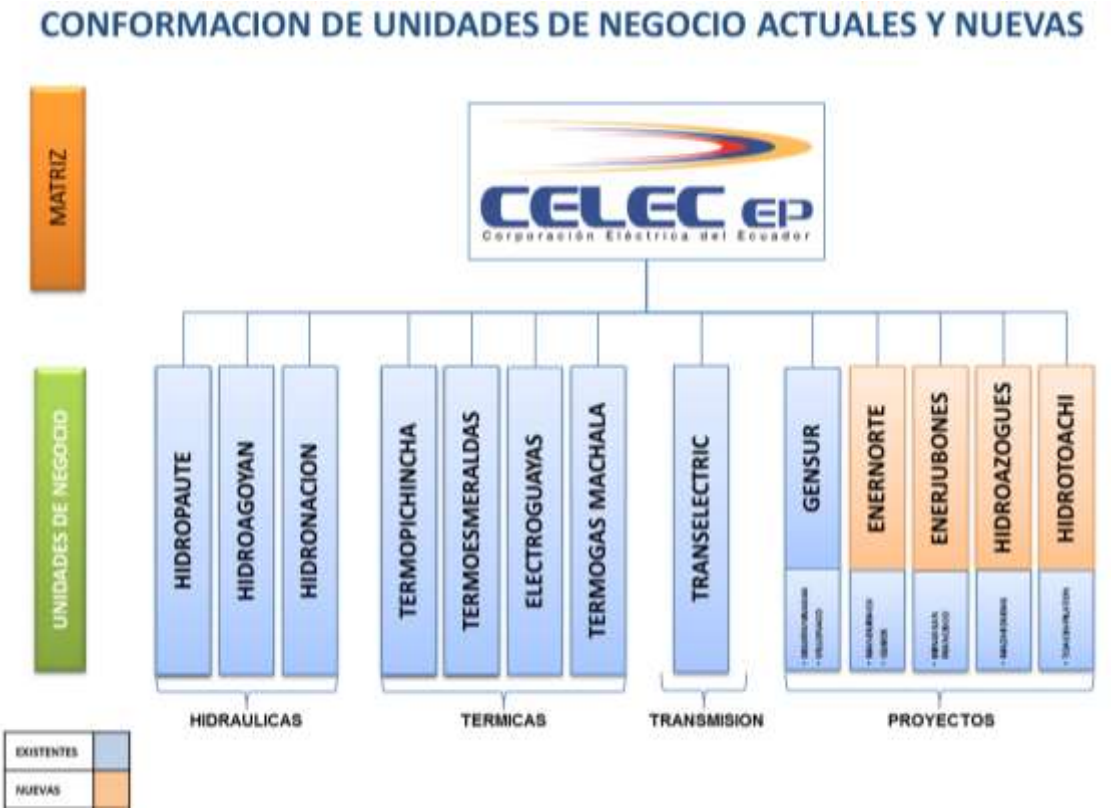

Figura 3: Conformación de Unidades de Negocio actuales y nuevas de la CELEC EP.

Fuente: CELEC EP

2.2.2 Participantes del mercado

Las unidades de negocios CELEC-Hidropaute y CELEC-Electroguayas son las de mayor representación con 33,75 % y el 14,59 % de la potencia instalada, respectivamente. La energía hidroeléctrica representa el 53,98 % y la

termoeléctrica el 45,95 % de la potencia total instalada, mientras que la energía renovable solamente representa el 0,06 %(34). Además de las siete unidades de negocio de la CELEC mencionadas anteriormente, se tienen las empresas hidroeléctricas de: EMMAP-Q; Hidropastaza; Hidrosibimbe; las térmicas: Electroquil; Generoca; Termoguayas; e Intervisa Trade; la empresa térmica e hidroeléctrica Elecaustro y la empresa eólica Eolicsa de Galápagos (35).

La Corporación Nacional de Electricidad (CNEL**)** en cambio asumió los derechos y obligaciones para operar en el sector eléctrico nacional como empresa distribuidora de electricidad, agrupando a: Empresa Eléctrica Esmeraldas S.A.; Empresa Eléctrica Regional Manabí S.A.; Empresa Eléctrica Santo Domingo S.A.; Empresa Eléctrica Regional Guayas-Los Ríos S.A.; Empresa Eléctrica Los Ríos C.A.; Empresa Eléctrica Milagro C.A.; Empresa Eléctrica Península de Santa Elena S.A.; Empresa Eléctrica El Oro S.A.; Empresa Eléctrica Bolívar S.A.; y, Empresa Eléctrica Regional Sucumbíos S.A.; las cuales pasaron a funcionar como Gerencias Regionales (11).

Las empresas distribuidoras que continúan con la denominación de Empresas Eléctricas son las siguientes: Quito, Ambato, Cotopaxi, Riobamba, Azogues, Centro Sur, Sur y Galápagos. A estas empresas se suma la Unidad de Generación, Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica de Guayaquil conocida también como Eléctrica de Guayaquil (35).

En resumen, el sector eléctrico ecuatoriano a diciembre del 2010, estuvo compuesto por los siguientes entes: 16 Unidades de Generación, incluidas las Unidades de negocio de CELEC EP, 20 Distribuidoras; 9 Empresas Eléctricas, la Unidad Eléctrica de Guayaquil y las 10 Gerencias Regionales de la CNEL.

2.2.3 Potencia Efectiva

Los datos estadísticos del sector eléctrico ecuatoriano, están publicados en la página web del CONELEC, la potencia efectiva nacional de los últimos 13 años se muestra en la siguiente tabla (32).

Potencia efectiva nacional (MW)									
Año	Renovable				No Renovable Térmica			Total	Variación (%)
	Hidráulica	Solar	Eólica	Térmica Turbo-vapor*	MCI	Turbo-gas	Turbo-vapor		
1999	1.702,8	-	-		277,2	767,3	473,0	3.220,3	
2000	1.702,8	-	-		263,7	767,3	473,0	3.206,8	-0,42%
2001	1.725,5	-	-		269,1	637,3	473,0	3.104,9	-3,18%
2002	1.733,2	-	-		315,5	771,3	473,0	3.293,0	6,06%
2003	1.733,2	-	-		359,5	762,0	503,0	3.357,8	1,97%
2004	1.732,3	-	-	28,0	374,0	766,0	442,0	3.342,4	-0,46%
2005	1.749,9	0,02	-	55,6	479,1	752,5	443,0	3.480,1	4,12%
2006	1.786,0	0,02	-	63,3	724,0	753,5	443,0	3.769,9	8,33%
2007	2.030,7	0,02	2,4	63,3	855,8	752,5	443,0	4.147,7	10,02%
2008	2.032,6	0,02	2,4	94,5	858,6	756,2	443,0	4.187,3	0,95%
2009	2.032,0	0,02	2,4	94,5	966,2	877,2	443,0	4.415,3	5,45%
2010	2.215,2	0,02	2,4	93,4	1.022,5	973,9	454,0	4.761,4	7,84%
2011	2.216,2	0,04	2,4	93,4	1.172,2	897,5	454,0	4.835,8	3,90%
2012**	2.242,7	0,08	2,4	93,4	1.095,9	973,9	454,0	4.862,4	7,84%

Nota: * Se refiere a las centrales de las empresas azucareras que utilizan como combustible Bagazo de Caña

** Actualizado a febrero 2012

- La potencia efectiva de la Interconexión con Colombia es 525,0 MW y con Perú 110,0 MW

Tabla 1: Potencia efectiva nacional (MW)

Fuente: CONELEC

Con los datos registrados en el año 2011 se tenía una capacidad efectiva neta instalada de 5470 MW (incluida la interconexión con Colombia), distribuida como muestra en la tabla 2.

Recursos	MW	%
Hidraulica	2216.2	40.5
MCI	1172.2	21.4
Turbo Gas	897.5	16.4
Interconexión	635	11.6
Turbo Vapor	454	8.3
Menores	95.84	1.8
Solar	0.04	
Termica Turbo Vapor	93.4	
Eolica	2.4	
Total	**5470.74**	**100.0**

Tabla 2: Resumen de potencia eléctrica Ecuador 2011

Fuente: CONELEC

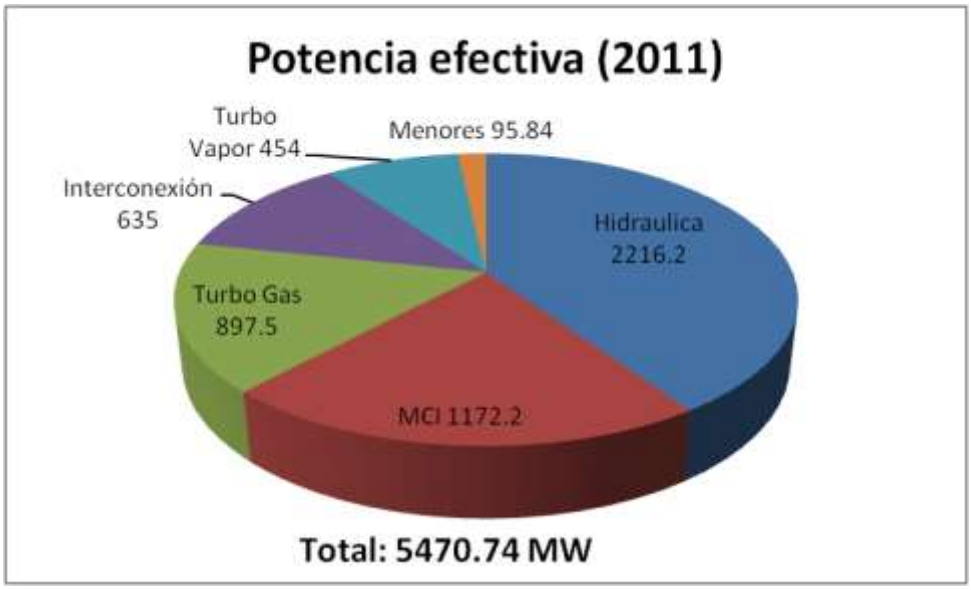

Figura 4: Potencia eléctrica Ecuador 2011.

Fuente: Propia

En base a la operación de los años 2008, 2009 y 2010 y de acuerdo a la metodología ACM0002 Versión 12.1.0, la **Comisión Técnica de Determinación de Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (CTFE)**, ha elaborado un informe con el factor de emisión de CO_2 para el SNI al año 2011, publicado en

la página web del CENACE. En dicho informe se presenta el factor de emisión de CO_2 del SNI al año 2011, Ex Post del margen combinado para proyectos termoeléctricos e hidroeléctricos es de 0,5669 tCO_2/MWh, mientras que el factor de emisión de CO_2, Ex Post del margen combinado para proyectos de energías renovables no convencionales es de 0,6629 tCO_2/MWh (36).

2.2.4 Normativa de energías renovables en el Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador con Registro Oficial N° 449, entre sus articulados considera el desarrollo y uso de las energías renovables, dichos artículos se transcriben a continuación:

"**Artículo 15**. El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua" (37).

"**Artículo 313**. El Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia.

Los sectores estratégicos, de decisión y control exclusivo del Estado, son aquellos que por su trascendencia y magnitud tienen decisiva influencia económica, social, política o ambiental, y deberán orientarse al pleno desarrollo de los derechos y al interés social.

Se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua, y los demás que determine la ley" (37).

"**Artículo 413**. El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua" (37).

2.2.4.1 Ley de Régimen del Sector Eléctrico LRSE, Suplemento-Registro Oficial N° 43

Contiene las normas relacionadas con la estructura del sector eléctrico y de su funcionamiento, vigente desde el 10 de Octubre de 1996.

Dentro del **Capítulo IX Recursos Energéticos No Convencionales** se incentiva a fomentar por parte del estado el aprovechamiento de recursos no convencionales mediante el siguiente artículo.

"Artículo 63. El Estado fomentará el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales a través de los organismos públicos, la banca de desarrollo, las universidades y las instituciones privadas. El CONELEC asignará con prioridad fondos del FERUM a proyectos de electrificación rural a base de recursos energéticos no convencionales tales como energía solar, eólica, geotérmica, biomasa y otras de similares características".

"Artículo 64. El Consejo Nacional de Electrificación dictará las normas aplicables para el despacho de la electricidad producida con energías no convencionales tendiendo a su aprovechamiento y prioridad"

Capitulo XI Exenciones y Exoneraciones, se trata de las ventajas arancelarias y exoneraciones del impuesto a la renta.

“Articulo 67. Exonérese el pago de aranceles, demás impuestos adicionales y gravámenes que afecten a la importación de materiales y equipos no producidos en el país, para la investigación, producción, fabricación e instalación de sistemas destinados a la utilización de energía solar, eólica, geotérmica, biomasa y otras previo el informe favorable del CONELEC.

Exonérese del pago de impuesto sobre la renta, durante cinco años a partir de su instalación a las empresas que, con su inversión, instalen y operen centrales de producción de electricidad usando los recursos energéticos no convencionales señalados en el inciso anterior”.

2.2.4.2 Reglamentos que incentivan las energías renovables en Ecuador

Reglamento para la administración del fondo de electrificación rural y urbana marginal FERUM Suplemento Registro-Oficial N° 373

Artículo 2. Sobre los organismos planificadores, la utilización de los fondos del FERUM, requeridos para obras, ampliación y mejoramiento de sistemas de distribución en sectores rurales o urbano marginales; o para construcción de sistemas de generación que utilicen energías renovables no convencionales, destinados al servicio exclusivo de sectores rurales y también para la operación y mantenimiento de sistemas eléctricos no incorporados, ubicados en las provincias fronterizas de la Amazonía y Galápagos.

Reglamento general de la ley de régimen del sector Registro Oficial N° 401

El presente reglamento establece las normas y procedimientos para cumplir con la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, tanto para la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica.

"Artículo 53. La operación de las centrales de generación que utilicen fuentes no convencionales de energía se sujetarán a las regulaciones específicas dictadas por el CONELEC".

"Articulo 77. El Estado fomentará el uso de los recursos energéticos renovables, no convencionales, a través de la asignación prioritaria de fondos del FERUM, por parte del CONELEC, quien introducirá estos elementos en el Plan Maestro de Electrificación como un programa definido".

2.2.4.3 Política de estado para la adaptación y mitigación al cambio climático, Decreto Ejecutivo N° 1815, Registro Oficial N° 636

Se declara como política de estado la adaptación y mitigación al cambio climático, dicho decreto establece en su artículo numero dos que todos los proyectos ejecutados en el sector público, tendrán la obligación de contemplar en su ingeniería financiera una clausula de adicionalidad, con la finalidad de acceder en lo posterior a Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)**.**

2.2.4.4 Código de la Producción, Comercio e Inversiones, Registro Oficial N° 351

Se rigen por la presente normativa todas las personas naturales y jurídicas y demás formas asociativas que desarrollen una actividad productiva, en cualquier parte del territorio nacional.

Artículo 24. Para los sectores que contribuyan al cambio de la matriz energética, a la sustitución estratégica de importaciones, así como para el desarrollo rural de todo el país, se reconoce la exoneración total del impuesto a la renta por cinco años a las inversiones nuevas que se desarrollen en estos sectores.

2.2.4.5 Regulaciones del CONELEC que incentivan las energías renovables en Ecuador

Regulación del CONELEC 006/08, Aplicación del Mandato Constituyente No. 15, Resolución N° 106/08 del 12 de agosto de 2008

El objetivo de la presente Regulación es establecer los parámetros regulatorios específicos para el establecimiento de una tarifa única que deben aplicar las empresas eléctricas de distribución, para cada tipo de consumo de energía eléctrica. La presente regulación establece lo siguiente:

Definir nuevas reglas comerciales para el funcionamiento del mercado.

Establecer los nuevos parámetros regulatorios que se considerarán para el cálculo de las tarifas eléctricas.

Aplicación de los pliegos tarifarios.

Mecanismo de coordinación con el Ministerio de Finanzas.

Proceso de transición

Capítulo III Funcionamiento de Mercado. Los contratos tendrán una duración mínima de un año; excepto para los generadores que usen energías renovables no convencionales cuya duración no podrá ser menor a diez años.

Regulación del CONELEC 008/08, Procedimientos para presentar, calificar, priorizar y aprobar los proyectos del FERUM, Resolución N° 121/08 del 23 de octubre de 2008

La presente Regulación sustituye a la Regulación No. CONELEC- 001/08 "Regulación por la cual se establecen los procedimientos para presentar, calificar y priorizar los proyectos del FERUM".

El objetivo de esta regulación es establecer los procedimientos para presentar, calificar y aprobar los proyectos FERUM, el CONELEC determinará anualmente el monto máximo de los recursos del FERUM que podrán asignarse a cada una de las empresas eléctricas distribuidoras.

Capítulo III Preasignación de Recursos y Presentación de Proyectos. Se indica la asignación de recursos mediante una reserva de 7,5% del presupuesto FERUM para las provincias fronterizas, Amazonía y Galápagos. Además, incluye que los proyectos con energías renovables podrán ser presentados por organismos de desarrollo ante el CONELEC, cuando dicho proyecto no pueda ser atendido mediante redes, ni ha sido considerado por la Empresa Distribuidora de Electricidad de la zona como un proyecto de energías no renovables.

Regulación del CONELEC 013/08, Regulación Complementaria No. 1 para la Aplicación del Mandato Constituyente No. 15, Resolución N° 0138/08 del 27 de noviembre de 2008

El objetivo de esta Regulación es complementar la Regulación del CONELEC 006/08, especialmente en los temas relacionados con el funcionamiento del mercado eléctrico. Se mencionan los siguientes alcances para la regulación:

Definir las reglas comerciales para el funcionamiento del mercado.

Establecer la normativa para los contratos regulados entre los participantes del mercado.

Proceso de transición del modelo de mercado.

Capitulo IX sobre Energías Renovables no Convencionales. Se menciona la participación en el mercado con el despacho preferente para centrales de generación que utilicen energías renovables, por parte del CENACE. El despacho no podrá exceder el 6% de la capacidad instalada y operativa de los generadores del mercado eléctrico. Si es que se supera el 6%, el Estado asumirá los costos de producción de estos generadores y constara obligatoriamente en el Presupuesto General de del Estado.

Regulación del CONELEC 003/11, Determinación de la metodología para el cálculo del plazo y de los precios referenciales de los proyectos de generación y autogeneración, Resolución N° 022/11, del 14 de abril de 2011

El objetivo de esta regulación es definir la metodología para la determinación de los plazos y precios a aplicarse para los proyectos de generación y autogeneración desarrollados por la iniciativa privada, incluyendo aquellos que usen energías renovables. Dentro de esta regulación se mencionan aspectos relacionados con las Energías Renovables que se mencionan a continuación:

Capítulo III Plazos a ser considerados en los títulos habilitantes. El CONELEC determina los plazos a ser considerados en los Títulos Habilitantes para los proyectos de generación que usen energías renovables.

Capítulo V. El CONELEC determinará los precios para los proyectos de generación que usen energías renovables y que se acojan a la Regulación para el incentivo de este tipo de proyectos.

Regulación del CONELEC 004/11, Tratamiento para la energía producida con Recursos Energéticos Renovables No Convencionales, Resolución N° 023/11 del 14 de abril de 2011

El objetivo de dicha regulación es establecer los requisitos, precios, período de vigencia, y forma de despacho para la energía eléctrica entregada al Sistema Nacional Interconectado y sistemas aislados, por los generadores que utilizan fuentes renovables no convencionales.

El alcance de la Regulación comprende Energía Renovables no convencionales como: eólica, biomasa, biogás, fotovoltaica, geotermia y centrales hidroeléctricas de hasta 50 MW de capacidad instalada. Cualquier interesado en desarrollar un proyecto de generación que utilice fuentes renovables podrá solicitar el tratamiento preferente como generador no convencional, para lo cual tendrá que presentar al CONELEC los requisitos respectivos.

Reforma a la Regulación del CONELEC 004/11, Resolución No. 017/12 del 12 de Enero de 2012

Por medio de esta se modifica la Regulación No. 004/11 del CONELEC, se incluyen definiciones como: Central solar termoeléctrica y Central de Corriente

Marinas. Además se modifica la tabla 5 referente a los precios preferentes de la Energía Renovable como se indica a continuación.

Capítulo VI Condiciones preferentes. Los precios preferentes a reconocerse por la energía medida en el punto de entrega son aquellos indicados en las Tablas 5 y 6.

CENTRALES	Territorio Continental	Territorio Insular de Galápagos
Eólicas	9.13	10.04
Fotovoltaicas	40.03	44.03
Solar Termoeléctrica	31.02	34.12
Corrientes Marinas	44.77	49.25
Biomasa y Biogás< 5 MW	11.05	12.16
Biomasa y Biogás > 5 MW	9.60	10.56
Geotérmicas	13.21	14.53

Tabla 3: Precio preferentes Energía Renovables en (cusd/kWh)

Fuente: CONELEC

CENTRALES	PRECIO
Centrales hidroeléctricas hasta 10 MW	7.17
Centrales hidroeléctricas mayores a 10 MW hasta 30 MW	6.88
Centrales hidroeléctricas mayores a 30 MW hasta 50 MW	6.21

Tabla 4: Precios Preferentes Centrales Hidroeléctricas hasta 50 MW en (cUSD/kWh)

Fuente: CONELEC

Los precios establecidos en esta Regulación se garantizarán y estarán vigentes por un período de 15 años a partir de la fecha de suscripción del Título Habilitante, para todas las empresas que hubieren suscrito dicho contrato hasta el 31 de diciembre de 2012. El CENACE despachará de manera obligatoria y preferente toda la energía eléctrica que las centrales que usan recursos renovables no convencionales entreguen al sistema, hasta el límite del 6% de la capacidad instalada y operativa del SNI.

Capítulo IX Precio de la Energía a partir del 2013. Para el precio de la energía de proyectos nuevos o proyectos que incrementen su capacidad a partir del año 2013 El CONELEC realizará una revisión de los precios de la energía y su periodo de vigencia, se realizará el estudio correspondiente basado en referencias internacionales de este tipo de energías, la realidad de precios del mercado eléctrico ecuatoriano o cualquier otro procedimiento que estimare conveniente.

Capítulo X Generadores menores a 1 MW. Los generadores menores a 1 MW que se acojan a los precios preferentes de esta regulación no firmarán un contrato, sino que deberán obtener el registro, de conformidad con la regulación respectiva, adicionalmente a los requisitos establecidos en ésta se deberá verificar que la potencia del Proyecto haga un uso óptimo del recurso.

Capítulo XI Sistemas no Incorporados. La energía producida y entregada en Sistemas no incorporados al S.N.I, será considerará, para efectos de liquidación, como entregada al SNI y su sobrecosto se distribuirá entre todos los participantes. El costo medio también deberá ser asumido por el sistema no incorporado. Para efectos de las liquidaciones, el CENACE determinará, en conjunto con los generadores no convencionales y distribuidores que no se

encuentren incorporados al SNI, el procedimiento necesario para efectuar la liquidación de la energía que entregan y reciben.

Regulación del CONELEC 005/11, Criterios para remunerar a los generadores durante pruebas y operación experimental, Resolución N° 030/11 del 12 de mayo de 2011

La presente regulación deroga a las Regulaciones Nos. CONELEC 004/99 Y 008/99, que tratan sobre los criterios para remunerar a los generadores hidroeléctricos y termoeléctricos durante el periodo de pruebas y operación experimental. El objetivo de esta regulación es fijar los procedimientos de remuneración de la energía producida en unidades de generación: hidroeléctricas, termoeléctricas y renovables no convencionales, durante los periodos de prueba y operación experimental, determinados en los respectivos contratos de concesión.

Capítulo IV Energía. Para el periodo de pruebas la remuneración de la energía proveniente de las centrales renovables no convencionales, no se remunerará. En cambio durante el periodo de operación experimental la energía eléctrica producida por centrales renovables no convencionales, será remunerada al precio preferente establecido en la Regulación específica.

2.2.4.6 Planes que incentivan las energías renovables en Ecuador

Relacionado con los planes que incentivan el desarrollo de las Energías Renovables en el Ecuador se citan los siguientes:

Plan Nacional de Desarrollo para el Buen Vivir 2009-2013 PNVB, Resolución N° CNP-001-2009

Cuenta con 12 Estrategias Nacionales y 12 Objetivos Nacionales (37), relacionado a las energías renovables se menciona a continuación el objetivo 4 y dentro de este objetivo, la política 4.3.

Objetivo 4: Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable. “Promovemos el respeto a los derechos de la naturaleza. La Pacha Mama nos da el sustento, nos da agua y aire puro. Debemos convivir con ella, respetando sus plantas, animales, ríos, mares y montañas para garantizar un buen vivir para las siguientes generaciones” (38).

“**Política 4.3**. Diversificar la matriz energética nacional, promoviendo la eficiencia y una mayor participación de energías renovables sostenibles” (38).

Adicionalmente, el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables establece las siguientes políticas, citadas del **Plan Maestro de Electrificación 2012-2021 (PME)**, relacionadas con las energías renovables:

Promover el desarrollo de proyectos hidroeléctricos, a fin de maximizar el aprovechamiento del potencial hídrico de las distintas cuencas.

Promover e impulsar el desarrollo de fuentes renovables de generación de energía eléctrica (39).

El desarrollo de la energización rural y electrificación urbano-marginal está contemplado en el Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013. Para cumplir los objetivos se cuenta con el Programa **FERUM Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal**, dentro de sus políticas y siguiendo el Plan Nacional de Electrificación 2012-2021 el programa contempla dentro de uno de sus literales la siguiente política:

Desarrollar, un sistema eléctrico sostenible, sustentado en el aprovechamiento de los recursos renovables de energía disponible, que garantice un suministro, económico, confiable y de calidad (39).

2.3 Sector eléctrico del Perú

El sector eléctrico peruano ha experimentado grandes cambios, como el crecimiento del acceso a la electricidad que ha pasado del 45% en 1990 al 88,8% en 2011. Las mejoras han sido posible gracias a las privatizaciones, así como también el hecho de que las tarifas eléctricas están en un rango acorde al promedio de América Latina, pero no todo es positivo, existen aún problemas como el bajo nivel de acceso a las áreas rurales, al igual que el inadecuado marco regulatorio que no ha permitido la explotación de la energía eólica y solar (40).

2.3.1 Marco Institucional

El organismo rector del sector eléctrico y de energía renovables en el Perú es el **Ministerio de Energía y Minas (MEM)** que formula y evalúa las políticas energéticas nacionales, promueve el desarrollo de actividades energéticas, normando, fiscalizando, supervisando y controlando el uso racional de los recursos naturales (41).

La **Dirección General de Electricidad (DGE),** dependiente del MEM, tiene como objetivo tener una legislación competitiva y actualizada que permita asegurar el suministro de energía. También es responsable de elaborar los planes de expansión de la generación y transmisión, así como la aprobación de los procedimientos para el funcionamiento del sistema eléctrico peruano. La Dirección General de Electricidad lidera los Comités de Seguridad Eléctrica y Uso Racional y Eficiente de la Energía y Eficiencia los cuales están conformados por diversas

Instituciones tales como: Universidades, Fabricantes, Institutos, etc., encargadas de elaborar Normas Técnicas Peruanas de productos, seguridad y eficiencia (41).

El **Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN)**, es una institución pública encargada de regular, supervisar, fiscalizar, sancionar y dictar normas para que las empresas del sector eléctrico, hidrocarburos y minero cumplan las disposiciones legales de las actividades que desarrollan, cumpliendo con responsabilidad el adecuado abastecimiento de energía en forma segura y con cuidado del medio ambiente. El OSINERGMIN a través de la **Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria (GART)**, están a cargo de fijar las tarifas de generación, transmisión y distribución y las condiciones de ajuste de tarifa para los consumidores finales (42).

La **Dirección General de Electrificación Rural (DGER)** tiene la competencia en materia de electrificación rural, su objetivo es ampliar la frontera eléctrica nacional mediante la ejecución de planes y proyectos de electrificación de zonas rurales y localidades aisladas y de frontera, cumpliendo con los objetivos citados en el Plan Nacional de Electrificación Rural (PNER) (43).

Dentro de la estructura del sector eléctrico del Perú también se cuenta con el **Instituto de Defensa de la Competencia y de la Propiedad Intelectual (INDECOPI)**, es un organismo público especializado que cumple con funciones como: la promoción del mercado y la protección de los derechos de los consumidores (44).

El **Centro de Conservación de Energía y del Ambiente (CENERGIA)**, es una entidad sin fines de lucro, destinada a promover la eficiencia energética en todas las actividades económicas del Perú. Elabora estudios para las instituciones

normativas y regulatorias del sector energético, realiza estudios de medidas para la prevención y mitigación de los impactos negativos en el ambiente de las actividades productivas y de servicios en el Perú (45).

2.3.2 Participantes del mercado

El **Nacional Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado (COES)**, es una entidad privada sin fines de lucro, está conformado por todos los Agentes del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional SEIN (Generadores, Transmisores, Distribuidores y usuarios libres) y sus decisiones son de cumplimiento obligatorio por los Agentes. El COES vela por la seguridad del abastecimiento de energía eléctrica, al igual que es responsable de administrar el mejor aprovechamiento de los recursos destinados a la generación eléctrica. En la página web del COES, se puede ver el listado de empresas generadoras y distribuidoras, en la que se indica la fecha de ingreso de dichas empresas al SEIN, como se muestra en las tablas 7 y 8 que dan a continuación: (46)

N°	EMPRESA	F. DE INGRESO
1	TACNA SOLAR S.A.C.	12/09/2012
2	FENIX POWER PERÚ S.A.	23/07/2012
3	GTS Majes, S.A.C.	28/06/2012
4	GTS Repartición, S.A.C.	28/06/2012
5	Maple Etanol S.R.L.	30/05/2012
6	SDE PIURA SAC	04/05/2012
7	HIDROCAÑETE S.A.	13/12/2011
8	PETRAMAS SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA	21/10/2011
9	ILLAPU ENERGY S.A.	18/08/2011
10	EMPRESA DE ADMINISTRACIÓN DE INFRAESTRUCTURA ELECTRICA S.A.- ADINELSA	05/05/2011
11	AGUAS Y ENERGÍA PERÚ S.A.	17/03/2011
12	ELECTRICA SANTA ROSA	22/02/2011
13	Sindicato Energético S.A.	26/03/2010
14	AGROINDUSTRIAL PARAMONGA S.A.A.	11/03/2010
15	-POR DEFINIR-MAJA ENERGIA S.A.C.	16/02/2010
16	CHINANGO S.A.C.	31/05/2009
17	COMPAÑIA ELECTRICA EL PLATANAL S.A.	31/03/2009
18	ESCO Compañía de Servicios de Energía SAC	05/03/2009
19	SDF ENERGIA S.A.C.	05/03/2009
20	HIDROELÉCTRICA SANTA CRUZ SAC	10/02/2009
21	GENERADORA ENERGÍA DEL PERÚ S.A.	11/09/2008
22	EMPRESA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA MACHUPICCHU S.A.	19/06/2008
23	EMPRESA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DE AREQUIPA S.A.	19/06/2008
24	ENERSUR S.A.	19/06/2008
25	SOCIEDAD MINERA CORONA S.A.	19/06/2008
26	EMPRESA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA SAN GABÁN S.A.	19/06/2008
27	EMPRESA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DEL SUR S.A.	19/06/2008
28	SHOUGANG GENERACIÓN ELÉCTRICA S.A.A.	19/06/2008
29	EDEGEL S.A.A.	13/06/2008
30	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERÚ S.A.	12/06/2008
31	EMPRESA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CAHUA S.A.	10/06/2008
32	SN Power Perú S.A.	10/06/2008
33	EMPRESA ELÉCTRICA DE PIURA S.A.	10/06/2008
34	TERMOSELVA S.R.L.	10/06/2008
35	KALLPA GENERACIÓN S.A.	10/06/2008
36	DUKE ENERGY EGENOR S. EN C. POR A.	10/06/2008

Tabla 5: Empresas Generadoras con su fecha de ingreso al SEIN.

Fuente: COES

N°	EMPRESA	F. DE INGRESO
1	EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PUBLICO DE	24/07/2008
2	ELECTRO SUR ESTE S.A.A	19/06/2008
3	Empresa de Distribución Eléctrica de Lima Norte S.A.A.	19/06/2008
4	EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PUBLICO DE	19/06/2008
5	Electro Dunas S.A.A.	19/06/2008
6	ELECTROCENTRO S.A.	19/06/2008
7	Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad del	19/06/2008
8	LUZ DEL SUR S.A.A.	19/06/2008
9	Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A.	18/06/2008
10	Electronoroeste S.A.	18/06/2008

Tabla 6: Empresas Distribuidoras con su fecha de ingreso al SEIN

Fuente: COES

2.3.3 Potencia efectiva

Los datos estadísticos del sector eléctrico peruano, se encuentra publicados en el **Nacional Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado COES**, la potencia efectiva neta instalada en el año 2011 fue de 6444,4 MW, distribuida como se muestra en la siguiente tabla.

Recursos	MW	%
Hidraúlicos	3048,3	47,3
Térmicos	3311,7	51,4
Gas Natural	2661,3	
Carbon	140,7	
Diesel y Residuo	509,7	
Menores	84,4	1,3
Hidraúlica	61,2	
Biomasa y Biogas	23,2	
Total	6444,4	100,0

Tabla 7: Resumen de potencia eléctrica Perú 2011.

Fuente: COES

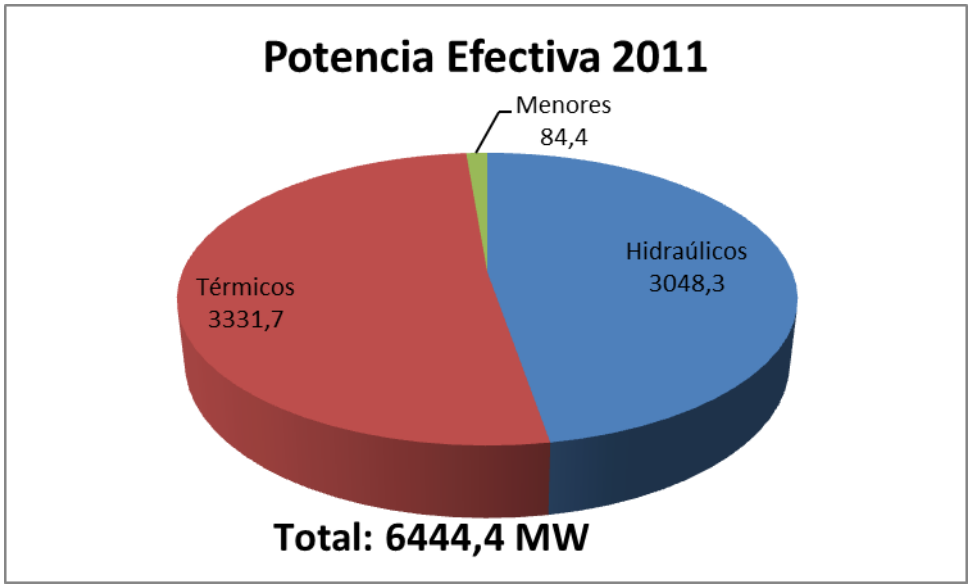

Figura 5: Potencia eléctrica Perú 2011

Fuente: Propia

El **Fondo Nacional del Ambiente-Perú (FONAM),** en informe encontrado en su página web publica el factor de emisión utilizado para estimar las reducciones de emisiones que generan las actividades de proyecto del sector energético, que se encuentran bajo el marco de Mecanismo de Desarrollo Limpio MDL. El cálculo de margen combinado dio como resultado un factor de emisión de 0,5470 tCO_2/MWh (47).

2.3.4 Normativa de energías renovables en el Perú

Perú es un país que cuenta con leyes específicas en materia de energías renovables y de eficiencia energética. Para promover el uso de los Recursos Energéticos Renovables (RER), se presenta a continuación las siguientes normas, decretos, reglamentos para incentivar el uso de las Energías Renovables.

2.3.4.1 Ley N° 28749, Ley general de electrificación rural, Diario Oficial El Peruano N° 319901

Esta ley tiene por objetivo determinar el marco normativo para la promoción y el desarrollo eficiente y sostenible de la electrificación en zonas rurales, localidades aisladas y de frontera del país.

Artículo 8. Hasta el 1% de los recursos para la electrificación rural, será destinado a la educación y capacitación de consumidores en zonas rurales incluyendo programas de desarrollo de la energía renovable.

En el desarrollo de los proyectos de electrificación rural se debe dar prioridad al aprovechamiento de los recursos energéticos renovables de origen solar, eólico, geotérmico, hidráulico y biomasa, así como su empleo para el desarrollo sostenible en las zonas rurales.

2.3.4.2 Decretos que incentivan las energías renovables en Perú

Decreto Legislativo N° 1058, Promoción de la Inversión en la actividad de generación eléctrica con recursos hídricos y con otros recursos renovables, Diario Oficial El Peruano N° 374987

Artículo 1. Se promueve la inversión en la actividad de generación eléctrica con recursos hídricos y con otros recursos naturales como el eólico, solar, geotérmico, biomasa, mareomotriz, los mismo que gozarán del régimen de depreciación acelerada para efectos del impuesto a la renta. Esta depreciación será aplicada a las maquinarias, equipos y obras civiles necesarias para la instalación y operación de la central, la tasa anual de depreciación será no mayor de veinte por ciento como tasa global anual.

Decreto Supremo N° 009-2009-EM, Modifican Reglamento de la Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos, Diario Oficial El Peruano N° 390153

Este reglamento establece las normas para la explotación de los recursos geotérmicos, por medio del Reglamento de la Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos.

Artículo 18. La concesión eléctrica mediante el aprovechamiento de recursos geotérmicos, se mantendrá vigente tanto tiempo como se mantenga vigente el derecho eléctrico, se trata de una extensión automática del plazo para generación de energía eléctrica.

Artículo 43. El explotar los recursos geotérmicos deberá realizar la determinación y pago de una retribución anual al estado, para lo cual se considera la energía eléctrica producida en el mes anterior, esta energía será valorizada al 1% del precio promedio de la energía a nivel de generación.

Decreto Supremo N° 064-2010-EM, Aprobación de la Política Energética Nacional del Perú 2010-2040, Diario Oficial El Peruano N° 429675

Objetivo 1.- Contar con una matriz energética diversificada con énfasis en las fuentes renovables, promoviendo el uso intensivo y eficiente de las fuentes renovables convencionales y no convencionales, impulsando el desarrollo de tecnologías con bajas emisiones contaminantes que eviten la biodegradación de los recursos.

Objetivo 6. De igual forma promover que los proyectos energéticos obtengan los beneficios de la venta de los certificados de la reducción de emisiones para el mercado de carbono.

Decreto Legislativo 1002, Promoción de la Inversión para la generación de electricidad con el uso de Energías Renovables, Diario Oficial El Peruano N° 371670

Artículo 1. Se mencionan como objetivo el promover el aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables (RER). A este decreto podrán acogerse las nuevas operaciones de empresas que utilicen RER como energía primaria, previa acreditación ante el Ministerio de Energía y Minas.

Artículo 3. Se reconoce a los recursos energéticos tales como biomasa, eólico, solar, geotérmico y mareomotriz. La energía hidráulica se considera como RER, cuando la capacidad instalada no sobrepasa de los 20 MW.

Artículo 4. Para incentivar los RER el Ministerio de Energía y Minas establecerá cada cinco años un porcentaje objetivo de participación, en la matriz de generación de electricidad, de energía generada a partir de RER, sin considerar en este porcentaje a las hidroeléctricas. Tal porcentaje será hasta el cinco por ciento en cada uno de los años del primer quinquenio.

Artículo 8. La generación de electricidad a partir de RER tiene prioridad tanto para el despacho diario de carga efectuado por el COES, como para el acceso a redes eléctricas de transmisión y distribución. Las empresas generadoras deberán colocar su energía en el Mercado de Corto Plazo.

Artículo 5. El Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), es la entidad encargada de subastar la asignación de primas a cada proyecto con generación RER, de acuerdo a las pautas que fije el Ministerio de Energía y Minas. Las inversiones que concurran a la subasta incluirán las

líneas de transmisión necesarias a su conexión al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.

Artículo 10. El Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), implementara mecanismos para el desarrollo de proyectos de investigación sobre energías renovables, con la participación de universidades, instituciones técnicas y organizaciones de desarrollo especializadas en la materia.

Artículo 12. Los fondos financieros para la promoción de investigación y desarrollo de proyectos de generación eléctrica con RER serán entregados por el Ministerio de Energía y Minas, que adicionalmente tendrá a su cargo la elaboración del Plan Nacional de Energías Renovables, dicho plan contendrá estrategias, programas y proyectos a desarrollarse utilizando energías renovables.

Decreto Supremo N° 012-2011-EM, Nuevo Reglamento de la Generación de Electricidad con Energías Renovables, Diario Oficial El Peruano N° 439443

Esta fundado en la Ley 1002 sobre Energías Renovables y además es la base para las licitaciones en el sector de Energías Renovables en el Perú. El decreto explica los requisitos exactos para la participación en las subastas, así como también define las condiciones, incentivos, precios, garantías, concesiones y primas.

Artículo 7. Para el proceso de subastas de energía, el OSINERGMIN publicara un aviso previo a la convocatoria en donde se indicara, la energía requerida y la fecha de inicio del proceso. Las bases de las subastas están elaboradas por el OSINERGMIN y aprobadas por resolución del Viceministro de Energía.

Artículo 12. La presentación de ofertas debe incluir los costos de inversión de la infraestructura de transmisión, así también el cronograma de ejecución del proyecto. La evaluación de las ofertas se efectuara de manera independiente para cada tipo de tecnología RER. OSINERGMIN deberá considerar una rentabilidad no menor a la tasa del 12% real anual, realizando los estudios de costos internacionales de inversión, de operación y mantenimiento, así como los costos relacionados a las conexiones al sistema necesarias para su operación.

Artículo 14. Respecto a la tarifa de adjudicación, es definida como aquella tarifa que se garantiza a cada adjudicatario por la venta de su producción de energía, expresada en ctvs. US$/kWh, y es el resultado como consecuencia del proceso de subasta de proyectos RER.

Artículo 17. En el caso que la participación en la energía requerida, de una tecnología RER, no sea cubierta al cien por ciento (100%) por las ofertas adjudicadas de dicha tecnología, la cobertura de dicha participación requerida será completada, de manera proporcional, por las ofertas de otros tipos de tecnologías. En casos que no se cubra el cien por ciento (100%) de la energía requerida en la subasta, ésta será declarada parcial o totalmente desierta, según corresponda. Este procedimiento se da para adjudicar las tarifas a los proyectos RER que resulten ganadores de las subastas.

Artículo 19. Para garantizar de manera efectiva los ingresos de los generadores que utilicen recursos renovables, el ordenamiento RER ha previsto el establecimiento de una prima pagadera a tales generadores. La prima representa el monto para que el generador RER reciba los ingresos garantizados (por la venta de la energía producida valorizada a la tarifa de adjudicación). Esta prima la pagarán todos los usuarios de electricidad, en caso que los ingresos por costo

marginal de los generadores RER no cubran los ingresos garantizados a la tarifa de adjudicación, y se aplican únicamente durante el plazo de vigencia.

2.3.4.3 Planes que incentivan las energías renovables en Perú

El Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN, presenta el **Plan Estratégico OSINERGMIN 2010-2014**, dicho plan es la herramienta estratégica de mayor relevancia para la gestión institucional. Dentro de los objetivos estratégicos relacionados con la utilización de recursos energéticos renovables se menciona el optimizar los procesos de regulación tarifaria, mejorando la regulación de acuerdo a la matriz energética propuesta, mediante el fomento del desarrollo de las energías renovables no convencionales y su participación prioritaria en el despacho energético (48). Como parte del objetivo estratégico 4, está el mejorar el marco normativo para impulsar el abastecimiento de energía, mediante la propuesta de establecer incentivos para la generación de electricidad a partir de energías renovables (48).

También se tiene que citar el **Plan Nacional de Electrificación Rural (PNER)**, publicado en el **Diario Oficial El Peruano N° 458510**, el mismo que dentro de sus políticas establece el mejoramiento permanente de la tecnología aplicada a los proyectos de electrificación rural, promoviendo el uso de energías renovables. Como uno de los objetivos del PNER está el elaborar y priorizar estudios que permitan el desarrollo de las energías renovables (hidráulica, solar y eólica) y la actualización de los diseños de los sistemas eléctricos rurales (49).

2.4 Sector eléctrico de Colombia

Colombia es el país de economía más abierta en toda la zona andina. En el sector eléctrico, la liberalización tuvo lugar a partir de la nueva Constitución. Hoy se calcula que el sector privado participa en 45% del total de la capacidad

instalada en la generación, mientras que el restante 55% está en manos del sector público. (50)

2.4.1 Marco Institucional

En la estructura institucional, se han consolidado las autoridades del sector y se tiene un sistema con separación clara de funciones, entre ellas:

Dirección (Ministerio de Minas y energía).

Planeación (Unidad de Planeación Minero Energética).

Regulación (Comisión de Regulación de Energía y Gas).

Control y Vigilancia (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios).

Operación y administración del mercado (XM Compañía de expertos en el mercado). (61)

Esta estructura se puede esquematizar de la siguiente forma:

Figura 6: Estructura Institucional del sector eléctrico de Colombia

Fuente: www.xm.com.co/Pages/DescripciondelSistemaElectricoColombiano.aspx

El Ministerio de Minas y Energía (MME) es una entidad pública de carácter nacional del nivel superior ejecutivo central, cuya responsabilidad es la de administrar los recursos naturales no renovables del país asegurando su mejor y

mayor utilización; la orientación en el uso y regulación de los mismos, garantizando su abastecimiento y velando por la protección de los recursos naturales del medio ambiente con el fin de garantizar su conservación, restauración y el desarrollo sostenible, de conformidad con los criterios de evaluación, seguimiento y manejo ambiental, señalados por la autoridad ambiental competente. (52), es la autoridad del sector, que establece la política, regula, planifica y coordina las actividades relacionadas con el servicio de electricidad. (51)

La Unidad de Planificación Minero Energética (UPME) está vinculada al MME, con autonomía administrativa y presupuestaria, responsable de la planificación indicativa integrada del sector, la determinación de los requerimientos energéticos de la población y la definición de los planes sectoriales en el largo, mediano y corto plazo. (51)

La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) es una unidad administrativa vinculada al MME. Regula el suministro de los servicios públicos de energía eléctrica y gas. Además, debe promover la libre concurrencia y evitar el ejercicio del poder dominante en el suministro del servicio público de energía eléctrica y de gas natural. (51)

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD). Es un organismo de carácter técnico. Creado por la Constitución de 1991 para que, por delegación del Presidente de la República, ejerza el control, la inspección y la vigilancia de las entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios. Entre sus funciones está sancionar a las entidades encargadas de prestar servicios públicos domiciliarios cuando no cumplen las normas a que están obligadas. (51)

XM Compañía de Expertos en Mercados S.A ESP es la empresa que está encargada de la operación, administración y liquidación el mercado eléctrico colombiano y del sistema interconectado nacional, mediante estas tres instituciones:

El **Centro Nacional de Despacho (CND)** opera el mercado, planea, supervisa y controla la operación de los recursos de generación, transmisión e interconexión para garantizar una operación segura, confiable y económica. (61)

El **Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales (ASIC)** es responsable del registro y liquidación de los contratos de largo plazo, de las transacciones en la Bolsa y de mantener el sistema de información del Mercado de Energía Mayorista (MEM). (51)

EL **Liquidador y Administrador de Cuentas (LAC)** del Sistema de Transmisión Nacional es el encargado de facturar, cobrar y distribuir los cargos por uso del Sistema de Transmisión Nacional (STN). (53)

Mercado. Está compuesto por los agentes que hacen posible llevar la energía al usuario final, como son los generadores, transportadores, distribuidores, comercializadores, y administradores. Así mismo, en el mercado están los usuarios finales regulados y no regulados. (53)

El sector eléctrico se fundamenta en el hecho de que las empresas comercializadoras y los grandes consumidores adquieren la energía y potencia en un mercado de grandes bloques de energía, el cual opera libremente de acuerdo con las condiciones de oferta y demanda.

Para promover la competencia entre generadores, se permite la participación de agentes económicos, públicos y privados, los cuales deberán estar integrados al sistema interconectado para participar en el mercado de energía mayorista. Como contraparte comercializadores y grandes consumidores actúan celebrando contratos de energía eléctrica con los generadores. El precio de la electricidad en este mercado se establece de común acuerdo entre las partes contratantes, sin la intervención del Estado. (51)

2.4.2 Participantes del Mercado

El Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales, ASIC, presta servicios a 48 generadores, 85 comercializadores, 11 transmisores y a 30 distribuidores (operadores de red). Al finalizar 2011, el número de fronteras comerciales de usuarios regulados se ubicó en 4.741, las de usuarios no regulados en 4.638 y las de alumbrado público en 409. (51)

Actividadad	Registrados
Generadores	48
Comercializadores	85
Operadores de red	30
Transmisores	11
Fronteras usuarios regulados	4741
Fronteras usuarios no regulados	4638
Fronteras de alumbrado publico	409

Tabla 8: Resumen de los participantes del mercado eléctrico en Colombia

Fuente: www.xm.com.co/Pages/DescripciondelSistemaElectricoColombiano.aspx

2.4.3 Potencia efectiva

El SIN tenía una capacidad efectiva neta instalada al 31 de diciembre de 2011 de 14,420 MW, distribuida como muestra en la tabla. (51)

Recursos	MW	%
Hidraulicos	9185	63.7
Térmicos	4545	31.5
Gas	3053	
Carbón	991	
Fuel Oil	314	
Combustóleo	187	
Menores	635	4.4
Hidraulicos	533	
Térmicos	83	
Eólica	18	
Cogeneradores	55	0.4
Total	**14420**	**100**

Tabla 9: Resumen de Potencia eléctrica Colombia 2011

Fuente: www.xm.com.co/Pages/DescripciondelSistemaElectricoColombiano.aspx

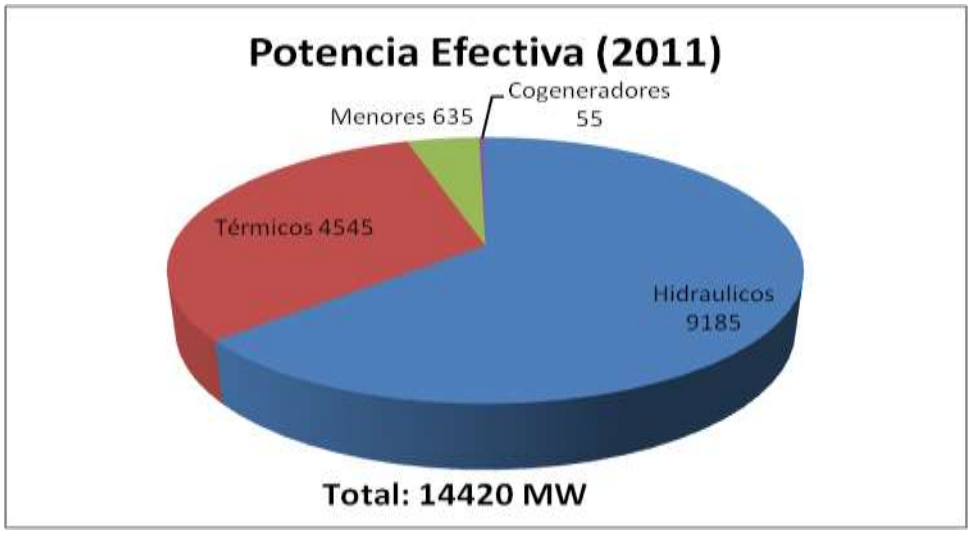

Figura 7: Potencia eléctrica Colombia 2011

Fuente: Propia

2.4.4 Normativa de las energías renovables en Colombia

Hay, diferentes instituciones y entidades trabajan en elaborar leyes y normativas que permitan impulsar el uso de las fuentes alternas de energía como

la solar, eólica, pequeñas centrales hidroeléctricas y otras fuentes de energía, en el mercado energético colombiano. El Gobierno Colombiano ha expedido las siguientes regulaciones:

2.4.4.1 Leyes que incentivan las energías renovables en Colombia

Ley 164 de 1994, Diario Oficial 41.575, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

‘’Por medio de la cual se aprueba ‘’Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático’’, hecha en Nueva York el 9 de mayo de 1992. ’’

El objetivo último de la presente Convención, es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático.

‘’Articulo 1. El congreso aprueba el convenio marco de las naciones unidas sobre cambio climático cuyo objetivo es la estabilización de los Gases Efecto Invernadero (GEI). ’’

Ley 143 de 1994, Diario Oficial No. 41.434, Régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad

‘’Por la cual se establece el Régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética. ’’

‘’Artículo 2. El Ministerio de Minas y Energía, definirá los criterios para el aprovechamiento económico de las fuentes convencionales y no convencionales de energía, dentro de un manejo integral eficiente y sostenible de los recursos

energéticos del país y promoverá el desarrollo de tales fuentes y el uso eficiente y racional de la energía por parte de los usuarios.''

Ley 697 de 2001, Diario Oficial 44.573, Energías alternativas

''Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones. ''

Artículo 1. Promueve el uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales.

''Artículo 2. El Estado debe establecer las normas e infraestructura necesarias para el cabal cumplimiento de la presente ley, creando la estructura legal, técnica, económica y financiera necesaria para lograr el desarrollo de proyectos concretos, asegurando el desarrollo sostenible, al tiempo que generen el conocimiento y utilización de formas alternativas de energía.''

''Artículo 4. **Entidad responsable.** El Ministerio de Minas y Energía, será la entidad responsable de promover, organizar, asegurar el desarrollo y el seguimiento de los programas de uso racional y eficiente de la energía de acuerdo a lo dispuesto en la presente ley. ''

''Artículo 5. Creación de PROURE. Créase el Programa de Uso Racional y eficiente de la energía y demás formas de energía no convencionales "PROURE", que diseñará el Ministerio de Minas y Energía, cuyo objeto es aplicar gradualmente programas para que toda la cadena energética, esté cumpliendo permanentemente con los niveles mínimos de eficiencia energética y sin perjuicio de lo dispuesto en la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables. ''

‘’Artículo 9. Promoción del uso de fuentes no convencionales de energía. El Ministerio de Minas y Energía formulará los lineamientos de las políticas, estrategias e instrumentos para el fomento y la promoción de las fuentes no convencionales de energía, con prelación en las zonas no interconectadas. ‘’

‘’Artículo 10. El Gobierno Nacional a través de los programas que se diseñen, incentivará y promoverá a las empresas que importen o produzcan piezas, calentadores, paneles solares, generadores de biogás, motores eólicos, y/o cualquier otra tecnología o producto que use como fuente total o parcial las energías no convencionales, ya sea con destino a la venta directa al público o a la producción de otros implementos, orientados en forma específica a proyectos en el campo de Uso Racional de Energía URE, de acuerdo a las normas legales vigentes. ‘’

Ley 788 de 2002, Diario Oficial 45.046, Normas en materia tributaria y penal

‘’Por la cual se expiden normas en materia tributaria y penal del orden nacional y territorial; y se dictan otras disposiciones”.

‘’Artículo 207-2 Otras rentas exentas: Son rentas exentas las generadas por los siguientes conceptos, con los requisitos y controles que establezca el reglamento:

Venta de energía eléctrica generada con base en los recursos eólicos, biomasa o residuos agrícolas, realizada únicamente por las empresas generadoras, por un término de 15 años, siempre que se cumplan los siguientes requisitos;

Tramitar, obtener y vender certificados de emisión de dióxido de carbono, de acuerdo con los términos del Protocolo de Kioto.

Que al menos el cincuenta por ciento (50%) de los recursos obtenidos por la venta de dichos certificados sean invertidos en obras de beneficio social en la región donde opera el generador. ''

2.4.4.2 Decretos que incentivan las energías renovables en Colombia

Decreto reglamentario 3683 de 2003, Diario oficial No. 45.409

''Por el cual se reglamenta la Ley 697 de 2001 y se crea una Comisión Intersectorial. ''

''Artículo 1. **Objetivo**. El objetivo del presente decreto es reglamentar el uso racional y eficiente de la energía, de tal manera que se tenga la mayor eficiencia energética para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad del mercado energético colombiano, la protección al consumidor y la promoción de fuentes no convencionales de energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables. ''

''Artículo 4. **Gestión Ministerio de Minas y Energía**. El Ministerio de Minas y Energía, formulará los lineamientos de las políticas y diseñará los instrumentos para el fomento y la promoción de las fuentes no convencionales de energía, con prelación en las zonas no interconectadas. ''

''Artículo 5. **Comisión Intersectorial.** Créase la Comisión Intersectorial para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes No Convencionales de Energía, CIURE, con el fin de asesorar y apoyar al Ministerio de Minas y Energía en la coordinación de políticas sobre uso racional y eficiente de la energía y

demás formas de energía no convencionales en el sistema interconectado nacional y en las zonas no interconectadas. ‘’

‘’Artículo 11. **Lineamientos generales del Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y demás Formas de Energía No Convencionales, PROURE** El Ministerio de Minas y Energía fomentara la utilización de fuentes energéticas no convencionales con criterios de uso racional y eficiente, incluso tendrá en cuenta aspectos sociales, ambientales, culturales, informativos, financieros y técnicos, a fin de crear las condiciones del Uso Racional y Eficiente de Energía y Fuentes No Convencionales de Energía. ‘’

Artículo 12. Alcance de la promoción.

‘’Parágrafo 1º. El Ministerio de Minas y Energía diseñará un programa acompañado de proyectos piloto para la promoción de fuentes renovables en las Zonas No Interconectadas, ZNI, para ser presentado ante el Fondo de Apoyo Financiero para la energización de las Zonas No Interconectadas, FAZNI. ‘’

‘’Parágrafo 2. Colciencias presentará al Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas, FAZNI, planes programas y proyectos para la investigación y desarrollo tecnológico de fuentes renovables en las Zonas No Interconectadas, ZNI. ’’

‘’Artículo 13. **Estímulos para la investigación.** Colciencias, a través de los Programas Nacionales del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología que sean pertinentes, desarrollará estrategias y acciones en conjunto con otras entidades, para crear líneas de investigación y desarrollo tecnológico en el uso racional y eficiente de la energía y/o fuentes no convencionales de energía. ‘’

‘’Artículo 14. **Estímulos para la educación.** El Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior ICETEX implementará el otorgamiento de préstamos a estudiantes de carreras o especializaciones relacionadas con el tema de uso racional y eficiente de la energía y/o fuentes no convencionales de energía**.** Así mismo, organizará un sistema de información que contenga la oferta de programas de posgrados nacionales e internacionales en relación con el uso eficiente y racional de la energía y/o fuentes no convencionales de energía. ‘’

‘’Artículo 18., **Financiamiento del Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y demás Formas de Energía No Convencionales PROURE**. Las entidades públicas pertinentes, identificarán e implementarán los modelos y fuentes de financiación para la gestión y ejecución del Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y demás Formas de Energía No Convencionales, PROURE, y los aplicables a los proyectos de Uso Racional y Eficiente de Energía, URE, y de promoción de energías no convencionales. ‘’

‘’Artículo 19. **Obligaciones de las empresas de servicios públicos**. Las empresas de servicios públicos que generen, suministren y comercialicen energía eléctrica y gas y realicen programas de Uso Razonable de Energía URE, deberán presentar cada tres (3) años información de los aspectos técnicos y financieros de sus programas de Uso de Racional de Energía URE a la Unidad de Planeación Minero Energética, UPME, para su seguimiento, análisis e incorporación en la Planeación Energética Nacional. ‘’

‘’Artículo 24. **Inventario de fuentes de energías convencionales y no convencionales.** La Unidad de Planeación Minero Energética UPME hará un inventario de fuentes de energía convencionales y no convencionales que será

tomado como referencia para la formulación y estructuración de planes, programas y proyectos a consideración del Comité de Administración del Fondo de Apoyo financiero para la energización de las Zonas No Interconectadas FAZNI, en todo caso priorizando aquellos que utilicen fuentes no convencionales de energía. ''

Decreto 2688 de 2008, Diario oficial No. 47.058

''Articulo 2. Crease la orden al merito de Uso Racional de Energía URE para distinguir y estimular a quienes se destaquen por el uso racional y eficiente de energía. ''

Categoría de Enseñanza – Educación. Se otorgará a la Entidad Educativa pública o privada que demuestre el desarrollo de un programa en Uso Racional de la Energía y Fuentes de Energía no Convencionales, con los mayores beneficios pedagógicos o de enseñanza para la comunidad.

2.4.4.3 Resoluciones que incentivan las energías renovables en Colombia

Resolución No 181401 de 2004, Diario oficial No 45716

"Por medio de la cual se adopta el factor de emisión de gases de efecto invernadero para los proyectos de generación de energía con fuentes renovables conectados al Sistema Interconectado Nacional cuya capacidad instalada sea igual o menor a 15MW"

Artículo 1. Adoptar el factor de emisión de 0.471 kg CO^2e/kWh para el cálculo de las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero para los proyectos de generación de energía con fuentes no convencionales de energía o renovables tales como fotovoltaica, hidroeléctrica, mareomotriz, eólica,

geotérmica y biomasa, interconectados a la red, cuya capacidad instalada sea igual o menor a 15 MW de acuerdo con la metodología del Mecanismo de Desarrollo Limpio.

Resolución 18 - 0919 de 2010, Diario Oficial No. 47.728

Por la cual se adopta el Plan de Acción Indicativo 2010-2015 para desarrollar el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás Formas de Energía No Convencionales, PROURE, se definen sus objetivos, subprogramas y se adoptan otras disposiciones al respecto.

Artículo 1. Adoptar el Plan de Acción Indicativo 2010-2015 para desarrollar el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás Formas de Energía No Convencionales, PROURE.

Artículo 2. Definir como objetivo general del Plan de Acción Indicativo 2010-2015 del Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás Formas de Energía No Convencionales PROURE y promover el Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás Formas de Energía No Convencionales, que contribuya a asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el ambiente y los recursos naturales.

2.5 Analogía entre entidades rectoras del sector eléctrico

Al finalizar este capítulo se hace una analogía entre las diferentes entidades que rigen el sector eléctrico en Ecuador, Perú y Colombia, como se muestra en la siguiente tabla.

	Ecuador	Perú	Colombia
Política Nacional	MEER, Ministerio de Electricidad y Energía Renovable	MEM, Ministerio de Energía y Minas	MME, Ministerio de Minas y Energía
Regulación	CONELEC, Consejo Nacional de Electricidad	DGE, Dirección General de Electricidad	CREG, Comisión de Regulación de Energía y Gas
Control	CENACE, Centro Nacional de Control de Energía	OSINERGMIN, Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería	SSPD, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

Tabla 10: Analogía de las diferentes entidades en el sector eléctrico de cada país

Fuente: Propia.

3 POLÍTICAS DE INCENTIVOS AL DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

3.1 Introducción

Por política pública puede entenderse el conjunto de iniciativas, decisiones y acciones del gobierno para resolver o prevenir problemas que enfrenta la sociedad y que buscan la resolución total o parcial de los mismos (57)

El objetivo de la política energética pública es el de cuidar los recursos energéticos no renovables y evitar los impactos ambientales que resultan de la producción, transformación, transporte, distribución y uso final de la energía. Para lograr esto, el Estado tiene que establecer los instrumentos para que, bajo una lógica de costo beneficio para toda la sociedad, los productores y los consumidores de energía opten por las alternativas que implican un mayor uso de energías renovables y una utilización más eficiente de la energía en general. (57)

Los instrumentos para que los productores y los consumidores de energía opten por las alternativas que implican un mayor uso de energías renovables y una utilización más eficiente de la energía en general, pueden tener muchas formas y su aplicación depende de aspectos relacionados con las instituciones existentes, la estructura de los mercados energéticos, los precios de éstos y la disponibilidad de recursos y tecnología especializada. (57)

En este capítulo se realiza la clasificación de las diferentes teorías regulatorias, se da una descripción conceptual de cada una de ellas, adicionalmente con estos conceptos y las regulaciones de las energías renovables recopiladas en el capítulo anterior se hace la clasificación de las regulaciones de Ecuador, Perú y Colombia y se establece una comparación entre las regulaciones de estos países.

3.2 Clasificación de diferentes teorías regulatorias.

Los estados han aplicado con mayor o menor intensidad distintas estrategias, mecanismos, acciones y programas para incentivar la implementación de las fuentes de energía renovable. A continuación se anota un conjunto de instrumentos que se aplican y pueden ser aplicados para lograr las transformaciones que se requieren en los mercados energéticos.

Clasificación	Tipo de incentivo
Políticas obligatorias	Regulación y reglas generales Portafolio estándar
Políticas económicas	Precios reales de energía Incentivos tributarios Programas de capital a bajo costo Subsidios Precios garantizados / Feed In Financiación por terceros Incentivos directos Impuestos a los combustibles fósiles
Políticas de investigación y desarrollo	Investigación y desarrollo
Políticas de gestión y operación	Sistemas de licitación Compras de gobierno Sistemas de precios verdes Certificados comerciales de energía renovable CER Programas voluntarios Conciencia pública Inversiones públicas en infraestructura Energización rural Medición neta

Tabla 11: Clasificación de las teorías regulatorias.

Fuente: Proyecto de investigación, "Regulación para incentivar las energías alternas y la generación distribuida en Colombia."

3.2.1 Políticas obligatorias

3.2.1.1 Regulación y reglas generales

Política general de energía. Definen en un sentido general el papel de las energías renovables en el portafolio de energías de un país. (54)

Regulación y reglas administrativas. Desregulación del mercado impuesta por el gobierno para asegurar el desarrollo exitoso de programas de liberalización del mercado o asegurar el acceso a la red. (54)

3.2.1.2 Portafolio estándar

También conocido como Renewable Portfolio Standards (RPS) por medio de este mecanismo se pretende que parte de la oferta de energía de los generadores convencionales se haga con energía renovable. Su principal característica es que el estado, a través de su ente regulador, fija un monto, cuota o "standard" mínimo de producción a la red de electricidad vía energía renovable, al cual quedan sujetos los distribuidores de energía eléctrica. Bajo este régimen, al fijar la cantidad de energía que debe producirse, el estado deja que el mercado fije el precio que se pagará por la energía. El RPS pretende incentivar la competencia entre los generadores de energía renovable quienes deberán alcanzar parámetros de bajo costo para conseguir la venta de su energía. Además de fijar una obligación en cuanto a la cantidad de energía que debe producirse, el regulador define su costo máximo a través de un instrumento de "price cap" o precio techo. (56)

3.2.2 Políticas económicas

3.2.2.1 Precios reales de energía.

El estado por medio de políticas decreta la eliminación de los subsidios para los combustibles fósiles convencionales competidores y dicta sanciones, en forma de multas por los niveles de dióxido de carbono, para que así se pueda nivelar la competencia entre la generación de electricidad por medio de fuentes de energía renovable y la generación por medio de recursos fósiles, esto se puede convertir en uno de los instrumentos más efectivos para cumplir con objetivos de un mayor aprovechamiento de energías renovables. Esta política se puede utilizar en un país donde se tiene una serie de mecanismos diseñados para asegurar la estabilidad del sector eléctrico y tales mecanismos tienden a favorecer exclusivamente la generación por combustibles fósiles y donde se estima que los subsidios que el gobierno otorga a los consumidores finales superan, el pago de los precios reales de la energía, por parte de los usuarios. (52)

3.2.2.2 Incentivos tributarios

Son utilizados como mecanismos de promoción y orientación de la decisión inicial de los inversionistas hacia los proyectos de energía renovable. Existen diferentes incentivos de este tipo tales como las exenciones a los impuestos, de consumo, créditos a los impuestos de inversión, los relacionados con el nivel de producción, exenciones a los impuestos a la propiedad, los rembolsos a los impuestos a las ventas y de tipo arancelario.(54)

3.2.2.3 Programa de capital a bajo costo

Programa que promueve el aprovechamiento de los recursos renovables donde el estado ofrece líneas de créditos en condiciones especiales de plazo, tasa de interés bajas y periodos de gracia de tal manera que sea atractivo y motivador para el inversionista por cuanto repercute directamente sobre la viabilidad financiera del proyecto y la rentabilidad del inversionista. (53)

3.2.2.4 Subsidios

Este mecanismo es usado para incentivar la participación del sector privado con inversiones en proyectos renovables que no representan un alto nivel de rentabilidad. En el caso particular de las energías renovables, dentro de este incentivo se encuentran los subsidios directos a la inversión y producción de los fondos nacionales de energías renovables. (53)

3.2.2.5 Precios garantizados/ Feed In

Son precios políticos de compra que el estado reconoce a un generador que suministra energía eléctrica por medio de fuentes renovables. Estos precios se fijan por determinado tiempo para darle sustentabilidad financiera al proyecto y para atraer a los inversionistas. Este mecanismo requiere claridad regulatoria para que las partes tengan certeza de la temporalidad del incentivo. (54)

3.2.2.6 Financiación por terceros

Con este mecanismo el gobierno asume los riesgos del proyecto a través de programas de préstamos en condiciones favorables en cuanto a las tasas de interés, los plazos y las garantías. Las instituciones financieras garantizan el flujo de caja de un proyecto con el fin de reducir el riesgo del inversionista. Por ejemplo,

los programas de préstamos favorables, con bajos intereses donde el banco garantiza el con bajos intereses donde el banco garantiza el flujo de caja de un proyecto con el fin de reducir el riesgo del inversionista. (54)

3.2.2.7 Incentivos directos

Son ingresos que el generador recibe directamente por parte del gobierno durante un periodo previamente acordado sobre los volúmenes de producción sin mediar ninguna base tributaria (Ingresos, gastos patrimonio etc.). El inversionista obtiene la totalidad de los recursos requeridos sin la intermediación y requisitos impuestos por el sistema financiero. Este mecanismo crea obligatoriedad por parte del gobierno aunque despierte incertidumbre al inversionista. (58)

3.2.2.8 Impuestos a los combustibles fósiles

Es un mecanismo de regulación que pretende la reducción en el consumo de combustibles fósiles. Este mecanismo se denomina “impuestos verdes”, y consiste en la generación de impuestos indirectos en la energía para fomentar los ahorros de energía. Con esto se busca que los precios de las energías alternas resulten menores que los precios de las tecnologías que usan combustibles fósiles. (54)

3.2.3 Políticas de investigación y desarrollo

3.2.3.1 Investigación y desarrollo

Son programas y esquemas enfocados al avance tecnológico de las tecnologías de energía renovable con apoyo a la investigación y desarrollo de estas tecnologías en: investigación básica (investigación original sin fines comerciales), investigación aplicada (investigación con fines comerciales) y

desarrollo (transferencia de descubrimientos científicos a productos o procesos comerciales. (58)

3.2.4 Políticas de gestión y operación

3.2.4.1 Sistemas de Licitación

El gobierno otorga un subsidio a un inversionista privado a través de un proceso de licitación para desarrollar proyectos de energías renovables. Se induce a la competencia durante todo el proceso de inversión, construcción y operación. Además se busca minimizar el subsidio a través de la competencia. Sin embargo se requiere un buen soporte financiero. (54)

3.2.4.2 Compras del gobierno

Este mecanismo opera a través de convocatorias o licitaciones públicas para quienes les interese ofertar la energía renovable. Actúa como un tipo de incentivo a la inversión de la industria, donde el gobierno compra un porcentaje de energía renovable generada. También sirve para ayudar a las empresas de servicios públicos interesadas en ganar experiencia con diferentes productos de electricidad. (54)

3.2.4.3 Sistemas de precios verdes

Es un mecanismo de apoyo voluntario a la generación con fuentes renovable mediante el cual los consumidores están dispuestos a pagar por energía limpia. Estos pagan una prima en su factura eléctrica por su uso y fomento. Se requiere de una normatividad para establecer el precio y un mecanismo de seguimiento

para verificar que los recursos obtenidos mediante este instrumento, cumplan con su objetivo. (59)

3.2.4.4 Certificados comerciables de energía renovable (CER)

Son incentivos a la cantidad dirigidos a la generación eléctrica. La electricidad proveniente de fuentes de energía renovables se vende a los precios del mercado de la energía convencional. A fin de financiar el costo adicional de la generación de energía procedente de fuentes renovables y de garantizar que se produzca la cantidad deseada, todos los consumidores (o en algunos países los productores) están obligados a adquirir un determinado número de certificados de energías renovables o certificados verdes negociables (CER) a los productores de electricidad proveniente de fuentes de energía renovable de acuerdo con un porcentaje fijo, cupo o cuota, de su consumo/producción total de electricidad. Estos (CER) representan un monto de energía renovable producida y que tendrán que adquirir las distribuidoras que no cumplan con su obligación o su cuota de energía renovable. De esta manera, el generador de electricidad por medio de fuentes renovables tendrá dos fuentes de ingreso: la electricidad que actualmente inyecte a la red y los CER. (54)

3.2.4.5 Programas voluntarios

El gobierno solicita a los proveedores de energía comprar electricidad generada por renovables y acuerdan pagar un precio determinado por electricidad. Una característica de este mecanismo es generar fondos adicionales que provienen de los consumidores; es decir se utilizan menos recursos del gobierno, a más de ello permiten estimular la participación de los sectores público y privado. Su efectividad depende de los precios de la electricidad y acceso de los consumidores a la información. (54)

3.2.4.6 Conciencia pública

Son programas de origen gubernamental o privados que persiguen crear e incrementar conciencia sobre las oportunidades y beneficios de las instalaciones de energía renovables. Se efectúa generalmente con instrumentos vinculados con la educación. La base de una cultura ciudadana en fuentes de energía renovable también esta soportada en una adecuada difusión de las políticas de uso razonable energía, una adecuada legislación y normatividad, incentivos de mercado, marco institucional y programas de investigación y desarrollo. (59)

3.2.4.7 Inversiones públicas en infraestructura.

El Estado debe establecer las normas técnicas y la infraestructura necesaria en las regiones con grandes recursos de energías renovables ya que requieren infraestructura de transmisión para conectar las instalaciones de explotación con los centros de consumo, esto puede ser mucho más económico que la generación centralizada y transportada a grandes distancias. Igualmente puede apoyar a reducir pérdidas y mejorar la calidad de la energía eléctrica en zonas de alta concentración de usuarios. (57)

3.2.4.8 Electrificación rural

El objetivo es proveer electricidad a las áreas rurales de un país, donde el estado incentiva a proyectos de electrificación rural a base de recursos energéticos no convencionales. (54)

3.2.4.9 Medición neta

Este mecanismo se aplica cuando los mismos consumidores generan su propia energía (autogeneración) y entregan a la red sus excedentes, a precios previamente acordados. Este tipo de operaciones puede ser realizado utilizando contadores “bi-direccionales” simples contadores. Es posible solamente en los casos donde existe acceso a la red eléctrica. Es un mecanismo especialmente útil para aquellas tecnologías que producen energía renovable e intermitente como son: la solar fotovoltaica, la energía eólica u otros sistemas de generación distribuida. (54)

3.3 Análisis y comparación de las regulaciones del Ecuador con respecto a Colombia y Perú.

Una vez estudiado los diferentes tipos de incentivos para la generación eléctrica por medio de fuentes renovables y retomando las normas de cada país que se estudió en el capítulo anterior se procede a realizar una comparación de las mismas, encontrando las similitudes y diferencias. La tabla 12 muestra un resumen de los tipos de incentivos que tienen cada país para promover las energías renovables.

Tipo de incentivo	Ecuador	Perú	Colombia
Regulación y Reglas Generales	x	x	x
Portafolio Estándar	x	x	x
Precios reales de enrgía			
Incentivos tributarios	x	x	x
Programa de capital a bajo costo	x	x	
Subsidios			
Precios Garantizados/ Feed In	x	x	
Financiación por Terceros			x
Incentivos directos			
Impuestos a los combustibles Fósiles			x
Investigación y Desarrollo	x	x	x
Sistemas de Licitación			
Compras del Gobierno	x	x	
Sistemas de Precios Verdes			
Certificados Comerciables de Energía Renovable	x	x	x
Programas Voluntarios			
Conciencia Pública			x
Inversiones públicas en infraestructura			x
Electrificación Rural	x	x	x
Medición Neta			

Tabla 12: Resumen de tipos de incentivos que tiene cada país.

Fuente: Propia

Al analizar las regulaciones de Ecuador, Perú y Colombia se encuentran aspectos comunes como la promoción de las energías renovables no convencionales, mediante regulaciones y reglas generales para el crecimiento y desarrollo en la matriz energética de cada país, aplicando mecanismos como el portafolio estándar con el que se pretende que la oferta de energía por parte de las generadoras convencionales se haga también con producción de energía eléctrica no convencional. Otro aspecto que promociona las energías renovables son los incentivos tributarios con ventajas arancelarias y exoneraciones del impuesto a la renta que afecten a la importación de materiales, equipos y obras civiles necesarias para la instalación y operación de una central generadora no convencional en el caso de Ecuador con la Ley de Régimen del Sector Eléctrico y

el Código de Producción, en Perú con el Decreto Legislativo N° 1058 y en Colombia con la Ley 788

La investigación y desarrollo de las energías renovables es un aspecto común, sin embargo pese a que se han dictado políticas como la incluida en el Artículo 413 de la Constitución del Ecuador 2008 en el caso ecuatoriano, el Decreto Supremo N° 064-2010-EM y Decreto Legislativo 1002 en Perú y en Colombia con el Decreto reglamentario 3683 del 2003, no se ha conseguido el desarrollo esperado. El problema fundamental es la poca competencia en el mercado eléctrico que tiene las tecnologías renovables frente a las tecnologías convencionales que dificultan el interés de entidades que se dediquen al estudio de nuevos proyectos.

En lo que se refiere a los certificados comerciales de energía renovable, el mayor desarrollo se ha dado en la venta de los certificados de reducción de emisiones para el mercado de carbono, mediante uno de los tres mecanismos de mercado establecidos en el Protocolo de Kioto como lo es el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), con la venta de reducciones de emisiones a los países del Anexo I. En Ecuador a través del Decreto Ejecutivo No. 1815, en Perú con el Decreto Supremo N° 064-2010-EM, por último en Colombia por medio de la Ley No. 788 de 2002.

Es necesario mencionar el tema de la electrificación rural, en el cual si se destacan leyes, reglamentos y decretos que incentivan las producción de energía eléctrica no convencional para brindar servicio a las zonas rurales, fronterizas y amazónicas de Perú con la Ley de electrificación rural, Colombia con el Decreto Reglamentario 3683 de 2003 y Ecuador que incluye la región insular con el

Reglamento para la administración del fondo de electrificación rural y urbano marginal, FERUM.

3.3.1 Clasificación de la normativa en Ecuador

Tipo de incentivo	Ecuador
Regulación y Reglas Generales	Constitucion de Ecuador 2008 (Articulo 15); Regulación del CONELEC 013/08 (Capítulo IX); PNBV (Política 4.3)
Portafolio Estándar	LRSE (Artículo 63); Reglamento general de la LRSE (Artículo 77)
Precios reales de energía	
Incentivos tributarios	LRSE (Artículo 67); Código de la Producción (Artículo 24)
Programa de capital a bajo costo	Regulación del CONELEC 008/08 (Capítulo III)
Subsidios	
Precios Garantizados/ Feed In	Regulación del CONELEC 006/08; Regulación del CONELEC 003/11 (Capítulo V); Regulación del CONELEC 004/11 (Capítulo VI)
Financiación por Terceros	
Incentivos directos	
Impuestos a los combustibles Fósiles	
Investigación y Desarrollo	Constitucion de Ecuador 2008 (Articulo 413)
Sistemas de Licitación	
Compras del Gobierno	Regulación del CONELEC 005/11
Sistemas de Precios Verdes	
Certificados Comerciables de Energía Renovable	Decreto Ejecutivo No. 1815 (Artículo 2)
Programas Voluntarios	
Conciencia Pública	
Inversiones públicas en infraestructura	
Electrificación Rural	LRSE (Artículo 63, 77); Reglamento para la administración del fondo de electrificación rural y urbano marginal, FERUM(Artículo 2); Regulación del CONELEC 008/08
Medición Neta	

Tabla 13: Clasificación de las normas de Ecuador según el tipo de incentivo

Fuente: Propia

En Ecuador sobresale la regulación del CONELEC 004/11, incluyendo su reforma mediante resolución No 017/12, en la que se destaca los periodos de vigencia, el despacho prioritario y los precios preferentes a reconocerse por la

energía mediada en el punto de entrega, dichos precios están bien definidos para los diferentes tipos de centrales no convencionales como eólicas, fotovoltaicas solar termoeléctrica, de corrientes marinas, biomasa y biogás, incluyendo las centrales hidroeléctricas de hasta 50 MW. Esto incentiva a los generadores que ven una buena oportunidad para participar en el mercado eléctrico, con precios garantizados y vigentes por un periodo de 15 años como dicta la regulación.

3.3.2 Clasificación de la normativa en Perú

Tipo de incentivo	Perú
Regulación y Reglas Generales	Decreto Supremo N° 009-2009-EM(Artículo 18,43); Decreto Supremo N° 064-2010-EM(Objetivo 1)
Portafolio Estándar	Decreto Legislativo N° 1058(Articulo 1); Decreto Legislativo 1002(Artículo 1)
Precios reales de energía	
Incentivos tributarios	Decreto Legislativo N° 1058(Artículo 1)
Programa de capital a bajo costo	Decreto Legislativo 1002(Artículo 12)
Subsidios	
Precios Garantizados/ Feed In	Decreto Supremo N° 012-2011-EM(Artículo 19)
Financiación por Terceros	
Incentivos directos	
Impuestos a los combustibles Fósiles	
Investigación y Desarrollo	Decreto Supremo N° 064-2010-EM(Objetivo 1); Decreto Legislativo 1002(Artículo 10)
Sistemas de Licitación	
Compras del Gobierno	Decreto Supremo N° 012-2011-EM(Artículo 7,12)
Sistemas de Precios Verdes	
Certificados Comerciables de Energía Renovable	Decreto Supremo N° 064-2010-EM(Objetivo 6)
Programas Voluntarios	
Conciencia Pública	
Inversiones públicas en infraestructura	
Electrificación Rural	Ley general de electrificación rural(Artículo 8); Plan Nacional de Electrificación Rural (PNER).
Medición Neta	

Tabla 14: Clasificación de las normas de Perú según el tipo de incentivo.

Fuente: Propia

Estableciendo diferencias se menciona un marco legislativo positivo en el Perú en el que se puede destacar las regulaciones que cumplen con convocatorias o licitaciones públicas para quienes les interese ofertar la energía renovable, promocionada directamente por el Decreto Supremo N° 012-2011-EM, usando el mecanismo de subastas que permite fijar objetivos específicos como la cantidad de energía, potencia y periodos determinados de entre 15 a 25 años de vigencia de contratos, un hecho importante al hablar de precios garantizados, es decir que lo más importante de la subasta es la estabilidad bien definida en cuanto a las reglas y periodicidad.

Según los datos del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería del Perú (OSINERGMIN), se han realizado a la fecha dos subastas de energías renovables en la que se incluyen energías como la biomasa, eólica, solar y mini hidráulica (menor a 20MW de capacidad). La primera convocatoria de esta primera subasta fue definida como una “subasta de potencia de ERNC”, mientras que la segunda convocatoria fue para una “subasta de energía de ERNC”. En esta primera subasta se adjudicaron 180MW de potencia mini hidráulica (de un total de 500 MW subastados) y 887 GWh/año de energía ERNC (de un total de 1.314GWh/año de energía subastados. (60)

3.3.3 Clasificación de la normativa en Colombia

Tipo de incentivo	Colombia
Regulación y Reglas Generales	Ley 143 (Articulo 2); Ley 697 (Articulo 1, 4); Decreto Reglamentario 3683 (Articulo 1, 4); Resolución 180919 (Artículo 1, 2)
Portafolio Estándar	Decreto Reglamentario 3683 (Articulo 19)
Precios reales de energía	
Incentivos tributarios	Ley 788 (Articulo 207-2)
Programa de capital a bajo costo	
Subsidios	
Precios Garantizados/ Feed In	
Financiación por Terceros	Decreto Reglamentario 3683 (Articulo 18)
Incentivos directos	
Impuestos a los combustibles Fósiles	Resolución 181401 (Artículo 1)
Investigación y Desarrollo	Decreto Reglamentario 3683 (Articulo 13, 14, 24); Decreto 2688 (Articulo 2)
Sistemas de Licitación	
Compras del Gobierno	
Sistemas de Precios Verdes	
Certificados Comerciables de Energía Renovable	Ley 164 de 1994 (Articulo 1)
Programas Voluntarios	
Conciencia Pública	Ley 697 (Articulo 5,10); Decreto Reglamentario 3683 (Articulo 11)
Inversiones públicas en infraestructura	Ley 697 (Articulo 2)
Electrificación Rural	Ley 697 (Articulo 9); Decreto Reglamentario 3686 (Articulo 5, 12)
Medición Neta	

Tabla 15: Clasificación de las normas de Colombia según el tipo de incentivo.

Fuente: Propia

El Gobierno de Colombia en los últimos años ha invertido en la investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías alternativas de producción de energía, que funcionen con recursos renovables ya que existe la orden al mérito de Uso Racional de Energía URE dictado por el Decreto 2688 del 2003, que consiste en un reconocimiento para los empresarios que implementen proyectos de energía renovable. Los programas de investigación y desarrollo son un factor estratégico esencial para la promoción de las energías renovables, para así buscar nuevos productos, tecnologías y procesos que tengan incidencia positiva en el desarrollo de los mercados, la promoción de la competitividad y sostenibilidad.

Un aspecto que genera especial atención radica en la necesidad de que el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, y el Ministerio de Minas y Energía establezcan las metas ambientales concertadas y firmen una agenda conjunta con el fin de obtener los beneficios tributarios de exención de IVA y deducción de la renta líquida gravable de acuerdo a lo establecido en la Ley 223 de 1995 a la Ley 788 de 2002 y a los Decretos 2532 del 2001 y el 3172 del 2003 respectivamente. (59)

También es importante recalcar el financiamiento que hace el estado colombiano por medio de Banco colombiano de desarrollo empresarial y comercio exterior BANCOLDEX el cual ofrece bajo algunas condiciones una línea de crédito que permite bajo mecanismo de redescuento, financiar en moneda nacional o extranjera las inversiones necesarias para proyectos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico. (59)

4 PROPUESTAS DE NORMATIVAS PARA INCENTIVAR EL DESARROLLO DE LAS ENERGIAS RENOVABLES EN EL ECUADOR

4.1 Introducción

En este capítulo una vez que se ha recopilado, clasificado, comparado y analizado las regulaciones de las energías renovables en Ecuador, Perú y Colombia se realiza la propuesta de normativas para el incentivo de generación de electricidad con fuentes de energía renovable, además se anotan algunas recomendaciones, para que se modifiquen las normativas vigentes. Las recomendaciones se basan en aquellas normativas que han permitido el incremento de participación de energía renovable no convencional en la matriz eléctrica en los países estudiados.

4.2 Análisis FODA

Con el fin de determinar que incentivos son prioritarios, se realiza un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas), sobre la situación actual de las renovables en el Ecuador. Sin duda este análisis es parcial, y parte de los criterios de los autores de este documento. Se pudiera realizar un análisis con más detalle, si, por ejemplo se realizan entrevistas con actores claves del sector eléctrico ecuatoriano.

La herramienta FODA permite analizar a nivel interno y externo en términos de fortalezas ,oportunidades, debilidades, y amenazas la situación actual de una empresa u organización, de un proyecto en particular, etc. De esta manera, se puede obtener un diagnóstico que permita tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados. (61)

Las **fortalezas** son las capacidades especiales con que cuenta la empresa, las ventajas que posee por encima de la competencia (como por ejemplo, capacidades y habilidades, actividades que se desarrollan positivamente, recursos disponibles, etc.) (61)

Las **debilidades**, en cambio, son aquellos factores que provocan una posición desfavorable frente a la competencia (como por ejemplo, recursos de los que se carece, habilidades que no se poseen, actividades que no se desarrollan positivamente, etc.) (61)

Las **oportunidades** son aquellos factores que resultan positivos, favorables, explotables, que se deben descubrir en el entorno en el que actúa la empresa, y que permiten obtener ventajas competitivas. (61)

Las **amenazas** son aquellas situaciones que provienen del entorno y que pueden llegar a atentar incluso contra la permanencia de la empresa u organización. (61)

4.2.1 Fortalezas

Recursos gratis y abundantes (agua de rio, mar, sol, viento, geotérmica)

Ecuador es un país rico en recursos naturales.

En Ecuador existe una política que incentiva la diversificación de la matriz eléctrica ecuatoriana con Fuentes de recurso renovable.

El Ecuador posee excelentes condiciones geomorfológicas, topográficas y de localización geográfica.

En la constitución ecuatoriana existen normas que promueven la investigación de energía limpia.

Existen normativas para la energización del sector rural por medio de energía renovable.

Existen normativas que remuneran a las generadoras con energía renovable no convencional durante el periodo de prueba y operación experimental.

Existe una ley que exonera el impuesto a la renta para la importación de materiales y equipos que no existen en el país y que son utilizados en instalaciones de energía renovable.

Es un tema que está de interés a nivel mundial.

Es un tema ya maduro en otros piases y se puede aprender de ellos

Hay experiencia consolidada en otros países acerca de las energías renovables.

El costo de operación es menor que las tecnologías tradicionales.

Energía renovable, económica en el transcurso del tiempo, limpia y ecológica.

4.2.2 Oportunidades

Diversificar la matriz energética del Ecuador.

Crear conciencia al usuario acerca de la energía renovable.

Conocer el potencial de los recursos energéticos renovables que existe en el Ecuador.

La oportunidad de contribuir con el medio ambiente generando electricidad con fuentes de energía renovable que no contaminan, reduciendo así las emisiones de CO_2 que se producen en las centrales termoeléctricas.

Obtener recursos económicos para invertir en energía renovable por inversión extranjera que requieren de CER (Certificados comerciales de energía renovable).

4.2.3 Debilidades

Desconocimiento del usuario sobre tema de energía renovable.

Todavía en Ecuador se encuentra en una etapa inicial de desarrollo en cuanto a su aprovechamiento.

Falta de financiamiento para este tipo de energía.

No hay inversión dedicada a esta energía.

Falta de interés, de entidades dedicadas a la investigación en proyectos nuevos, debido a la poca competencia en el mercado eléctrico ante la energía convencional.

El desconocimiento del comportamiento del mercado eléctrico ante la entrada de generación con nueva tecnología.

Falta de regulaciones que impulsen a los inversionistas tanto nacionales como extranjeros la participación en nuevos proyectos.

El equipo necesario para este tipo de generación no se encuentra en el mercado ecuatoriano, por tanto hay que importar este tipo de equipos.

No existe conocimiento de la cantidad de recursos que tiene el país.

No hay infraestructura necesaria para lograr el desarrollo de proyectos con energía renovable.

Alta inversión inicial.

Dificultad de almacenamiento.

Falta de profesionales capacitados en temas de energía renovable.

4.2.4 Amenazas

Inflexibilidad en el Precio de quipos y materiales para la construcción de este tipo de plantas.

No hay oferta de crédito a largo plazo.

Depreciación Tecnológica.

Vías de Accesos.

Se puede generar monopolios en el mercado eléctrico.

No contar con suficiente cantidad de oferentes al realizar el estado concursos para generación con fuentes de energía renovable.

Políticas gubernamentales que presenten barreras para la inversión en energía renovable.

Cualquier desequilibrio en la economía mundial influye directamente en los costos del producto y esto se constituye en una gran amenaza.

Alta penetración de energía hidroeléctrica.

4.3 Propuesta de normativas para el Ecuador

Las normativas ya mencionados en los capítulos anteriores y el análisis del FODA fundamentan la oportunidad de presentar la presente propuesta, con el objetivo de poseer una alternativa energética y también para promover el uso de generadores de energía con recursos limpios renovables y no contaminantes.

Ecuador es un país rico en recursos naturales por lo tanto se debe dictar políticas de investigación y desarrollo que incentiven la creación de atlas de recursos renovables, tal como se ha hecho con el atlas solar publicado por el CONELEC en el año 2008, que impulsen el uso masivo de energía como la eólica, geotérmica, solar, y biomasa. Además el estado debe crear programas, capacitación y esquemas enfocados al avance tecnológico de energía renovable. De esta manera, reforzar a los agentes técnicos, también tener presente la experiencia de países europeos donde el sector renovable ha alcanzado cierta madurez.

Debido a la poca competencia en el mercado eléctrico ante la energía convencional, el estado mediante el sistema de cuotas (Renewable Portfolio Standards RPS) debería definir metas de capacidad instalada para la

tecnología renovable, estableciendo un porcentaje mínimo de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables y de esta forma obligar a las empresas comercializadoras que parte de su energía provenga de fuentes renovables.

En Ecuador existe falta de financiamiento para la generación de energía eléctrica por medio recursos renovable no convencionales, no se cuenta con alguna institución que pueda otorgar créditos o facilite capital que motive la iniciativa privada y pública en el sector eléctrico ecuatoriano. La inversión se puede conseguir mediante políticas económicas como la financiación por terceros, donde el estado asume los riesgos del proyecto y presenta condiciones favorables en cuanto a las tasas de interés, los plazos y las garantías. Los prestamos o facilidades económicas deberían ser proporcionales a la cantidad de energía renovable generada por las empresas de generación.

El país no cuenta con infraestructura necesaria para lograr el desarrollo de proyectos con energía renovable, por lo cual el Estado debe establecer como una política de gestión y operación la inversión pública en infraestructura ya que requieren en la transmisión y conexión de los centros de generación con los de consumo, esto puede ser mucho más económico que la generación centralizada y transportada a grandes distancias.

Como una política económica que incentive la participación del sector privado se puede citar la creación de subsidios al precio de venta de energía eléctrica generada por empresas que utilicen recursos renovables no convencionales y así este tipo de energía podría ser competitiva en el mercado eléctrico con respecto a la energía convencional.

Mediante políticas económicas como las compras del gobierno el estado debería utilizar convocatorias o licitaciones públicas, para ofertar generación no convencional, además el estado debería garantizar la compra de un determinado porcentaje de energía renovable generada mediante este sistema. El uso de este modelo utilizado en Perú invita a los promotores a presentar ofertas de generación con energía no convencional como: biomasa, eólica, solar e hidroeléctrica a pequeña escala, obteniendo como ventaja el beneficio de obtener contratos a largo plazo con precios competitivos y garantizar de manera efectiva los ingresos de los generadores a través de una prima.

El estado mediante políticas económicas de impuestos a los combustibles fósiles, debería crear los llamados impuestos verdes, con esto se buscaría que los precios de las energías alternas resulten menores que los precios de las tecnologías que usan combustibles fósiles.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Ecuador, Perú y Colombia están en un estado similar en lo que respecta al desarrollo de las energías renovables. En el capítulo 2, se observa, que los porcentajes de generación con recursos renovables se encuentran en 1,8 % para Ecuador, 1,3 % para Perú y 4,4 % en Colombia; porcentajes bajos que representan un pobre desarrollo de las energías renovables no convencionales.

En el Ecuador la tecnología hidráulica con un 40,5% es la de mayor aporte. En cambio en Perú se tiene una mayor participación de la tecnología térmica con un 51,4%. Finalmente, el mayor aporte energético en Colombia es del 63,7% que representa la tecnología hidráulica. Esto demuestra que la tecnología convencional es la predominante en estos tres países.

Las normativas que incentivan el uso de recursos renovables para la generación de energía eléctrica, en estos tres países tienen sus características propias. Algunas de las normativas de destacar, y que probablemente permitan el desarrollo de la generación renovable no convencional, en cada uno de los países analizados son: en Ecuador con la Regulación del CONELEC 004/11 que establece los precios fijos y a un determinado periodo de tiempo, así también el Perú cuenta con el Decreto Legislativo 1002, con el cual se promociona la inversión para la generación de electricidad con el uso de Energías Renovables a través de subastas y por último en Colombia con el Decreto 2688 que incentiva a la investigación y desarrollo de las tecnologías renovables, creando para ello, una entidad de financiamiento exclusiva.

Las tecnologías convencionales que han logrado posicionarse en el mercado eléctrico son una barrera para lograr que las tecnologías renovables se desarrollen. Además los mayores niveles de inversión y variabilidad de la fuente primaria, provocan incertidumbre en los precios, y por tanto constituyen un inconveniente para que los inversionistas ingresen al mercado eléctrico con estas nuevas tecnologías.

En este estudio se pudo observar que las energías renovables no solo diversifican la matriz energética de cada país, sino que lo más importante es el hecho de que la tecnología renovable es amigable con el cuidado del medio ambiente. Esta alternativa energética será una solución para la sociedad que cada vez incrementa su demanda energética y exige mejores servicios.

Al realizar este trabajo se pudo evidenciar que en Ecuador, para que se desarrolle cualquier proyecto renovable, es necesario conocer el potencial de los recursos renovables, que puedan ser aprovechados para la producción de energía eléctrica. El atlas de recursos renovables es herramienta importante y necesaria, que permitirá tomar decisiones para el desarrollo de políticas que favorezcan la introducción de las tecnologías renovables.

Al término del trabajo se puede establecer que en Ecuador, la tecnología renovable no convencional actualmente es incentivada, en primer lugar a través de artículos publicados en la Constitución del Ecuador. Además El Ministerio de Energía y Energía Renovable MEER en su estructura orgánica funcional ha dado relevancia al fomento de las energías renovables, con sus planes maestros de electrificación, y finalmente el Consejo Nacional de Electricidad CONELEC como ente regulador, es el encargado a través de sus regulaciones hacer cumplir con los precios y despacho preferencial de esta nueva tecnología.

Al Ecuador le hace falta mejorar el desempeño del mercado eléctrico mediante la competitividad, implementando altos estándares de calidad, incluyendo la eficiencia energética con tecnologías renovables no convencionales, permitiendo el desarrollo de proyectos que puedan superar la barreras actuales en lo que se refiere a falta de incentivos, subsidios y falta de desarrollo tecnológico.

En el Perú se incentiva la tecnología renovable por medio del organismo funcional encargado de formular políticas que incentiven el uso de recursos renovables no convencionales como el MEM (Ministerio de Energía y Minas). Además el ente que regula, hace cumplir los decretos y despacha de manera prioritaria la energía eléctrica producida con recursos renovables es el DGE (Dirección General de Electricidad). Es importante también citar al Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN, ente encargado de uno de los aspectos que más han incentivado las energías renovables en Perú, como son las subastas de energía.

Es importante destacar, que entre, las acciones tomadas por el gobierno peruano, para promocionar las energías renovables no convencionales, se considera, las subastas de energía. Para mejorar este sistema se debe tener conocimiento de los recursos renovables que puedan ser utilizados para generación eléctrica, es por eso que en la actualidad se trabaja en un atlas eólico y un atlas de pequeñas centrales hidroeléctricas, todo esto empleando la tecnología GIS (Sistema de Información Geográfica).

Algo que hay que recalcar del gobierno colombiano son los estudios que se han hecho y se están haciendo con respecto al potencial de los recursos renovables, hasta ahora existe mapas del recuso anual y de cada mes en las

fuentes solar y eólica, también existen mapas del recurso geotérmico y con respecto a la biomasa existe el potencial que hay de cultivos energéticos y residuos agrícolas de la palma africana así también como de la caña de azúcar.

En Colombia existe el ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación) entre sus labores se destaca la creación de normas técnicas y la certificación de normas de calidad para empresas y actividades profesionales. Con respecto a las energías renovables hay normas y guías técnicas de energía solar térmica y fotovoltaica, normas de generación de electricidad por fuentes eólicas y por biomasa

La clasificación de las políticas de incentivos para el desarrollo de las energías renovables descritas en este trabajo se realizó, tomando en consideración que son las normativas utilizadas en gran parte por los países latinoamericanos. Sin embargo existen otros tipos de incentivos que no se mencionaron en este trabajo y que son utilizados en otros países como es el caso de países europeos y anglosajones.

Muchos países incluidos Ecuador, Perú y Colombia han desarrollado una importante estructura normativa, legal, regulatoria e institucional a las fuentes no convencionales de energía. Una conclusión aunque subjetiva por cierto, es que no por un país poseer una gran cantidad de leyes, normas y decretos regulatorios, se hacen mejores y mayores ejecutorias, lo que si resulta evidente es que se requiere de voluntad política por parte de los actores para llevar a cabo desarrollos de esta naturaleza.

5.2 Recomendaciones

Esta investigación de regulaciones que incentiven las energías renovables en Ecuador, constituye una herramienta de guía para futuros estudios que tengan relación con el tema regulatorio.

Teniendo en cuenta que en este trabajo se estudió y comparo las normativas únicamente de Colombia y Perú, se recomienda hacer un estudio más extenso, que abarque a otros países latinoamericanos e incluso a aquellos países que tienen experiencia, y en donde la penetración de las diferentes tecnologías consideradas como renovables, ha ido complementando a las tecnologías convencionales..

Para aumentar la participación de las energías renovables no convencionales en la matriz energética, se recomienda realizar entrevistas a representantes del sector privado, público y académico que sean expertos y estén relacionados con las energías renovables no convencionales. Temas como los siguientes podrían ser consultados: políticas públicas, instrumentos normativos y financieros, e indicadores de gestión. Después de procesar las entrevistas se puede obtener indicadores de gestión, los cuales a su vez, puedan ser aplicados a un caso de estudio.

Este trabajo se enfocó específicamente en el tema regulatorio, que tiene que ver con la promoción de las energías renovables no convencionales, pero se recomienda que para un futuro trabajo se tome en consideración otros aspectos que son de gran importancia en el sector eléctrico, como por ejemplo, la eficiencia energética, que se complementa con la energía renovable.

6 REFERENCIAS

(1) http://www.gogreenva.org/?/green_glosary

(2) JUANA SARDON José María, “Energía Renovable para el Desarrollo”.

(3) http://www.construible.es/noticiasDetalle.aspx?c=16&idm=157

(4) http://tecnotic.wordpress.com/2008/04/22/energias-no-renovables-iv-el-uranio-y-la-energia-nuclear.

(5) http://www.unendlich-viel-energie.de/de/panorama/50-gute gruende.html

(6) Confederación de Empresarios de Pontevedra, 2004, “Guía de Ahorro energético en la PYME”.

(7) Víctor Alfonso Gómez Sepúlveda, Facultad de ingeniería eléctrica, Universidad Pontificia Bolivariana. “Manual de laboratorio para la capacitación, el diseño y evaluación de sistemas fotovoltaicos”.

(8) Nuevas Energías Renovables 2004, “Una alternativa sustentable para México”.

(9) Energías Renovables todo sobre las energías limpias. http://www.energiasrenovables.es/informacion_energias/cambio_climatico/energia_renovable.html

(10) Organización ecologista WWF, http://www.wwf.es/

(11) “Plan Maestro de Electrificación 2012-2021”.

(12) “Regulación del CONELEC 004/11”

(13) Wikipedia Energía Renovable, http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_renovable

(14) La BIOGUIA guía birregional alternativa, http://labioguia.com/labioguia/archives/208

(15) Wikipedia Energía solar, http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_solar

(16) Ing. Juan Pablo Alcocer Luizaga, Docente Universidad del Valle – Cochabamba, “La energía solar y su avance”.

(17) Madrid 2006, “Guía de la energía solar”.

(18) CONELEC 2008, “Atlas Solar”.

(19) OLADE, “Manual de estadísticas energéticas 2011”.

(20) Tecnología Industrial, http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2011/10/08_0_fuentes-de-energc3ada-energc3ada-ec3b3lica.pdf

(21) The Wind Power, Base de datos de turbinas eólicas y parques eólicos, http://www.thewindpower.net/statistics_world_es.php
(22) http://www.renewables-made-in-germany.com/es/renewables-made-in-germany-pagina-de-inicio/energia-hidroelectrica.html
(23) Tecnología Industrial, http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/11/energia-de-los-oceanos.pdf
(24) Universidad de Pinar del Río Carlos Luis Urbáez Méndez, Leila Carballo Abreu, Facultad de Forestal y Agronomía, Departamento de Química, “Biomasa: Alternativa sustentable para la producción de Biogás”.
(25) Energía renovable, IDEA, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2007, “Energía de la biomasa producción eléctrica y cogeneración”.
(26) SaraTech, Eficiencia Energética, http://www.saratech.es/biomasa.php?n
(27)=28 CIDEAD - Centro para la Innovación y Desarrollo *de* la Educación a Distancia, “La energía y el medio ambiente”.
(28) GLOBAL ENERGY NETWORK INSTITUTE (GENI), “El potencial de América latina con referencia a la energía renovable”.
(29) SÁNCHEZ M Santiago “Propuesta de acciones y políticas en energías renovables y eficiencia energética para el Ecuador”.
(30) Sector eléctrico ecuatoriano, www.es.wikipedia.org
(31) MEER. Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, www.meer.gob.ec
(32) CONELEC. Consejo Nacional de Electricidad, www.conelec.gob.ec
(33) CENACE. Centro Nacional de Control de Energía, www.cenace.org.ec
(34) CELEC EP. Corporación Eléctrica del Ecuador. www.celec.com.ec
(35) CONELEC. BOLETIN ESTADISTICO, “Sector Eléctrico Ecuatoriano 2010”
(36) CENACE, Centro Nacional de Control de Energía, “Factor de Emisión de CO2 del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador al año 2011”, Informe 2011.
(37)SENPLADES. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, www.senplades.gob.ec/web/18607/objetivos-pnbv2009-2013
(38) PNBV. “Plan Nacional de Desarrollo para el Buen Vivir 2009-2013”.

(39) CONELEC. Consejo Nacional de Electricidad, “PME Plan Maestro de Electrificación 2012-2021”.

(40) Sector eléctrico en el Perú, www.es.wikipedia.org

(41) Ministerio de Energía y Minas de Perú, MEM, www.minem.gob.pe

(42) OSINERGMIN, Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, www.osinergmin.gob.pe

(43) DGER, Dirección General de Electrificación Rural, www.dger.gob.pe

(44) INDECOPI, Instituto de Defensa de la Competencia y de la Propiedad Intelectual, www.indecopi.gob.pe

(45) CENERGIA, Centro de Conservación de Energía y del Ambiente, www.cenergia.org.pe

(46) COES, Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional, www.coes.org.pe

(47) FONAM, Fondo Nacional del Ambiente-Perú, www.fonamperu.org, “Modelo del Cálculo del Factor de Emisión de CO2 de la Red Eléctrica Peruana”.

(48) OSINERGMIN, Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, “Plan estratégico 2010-2014”.

(49) MEM, Ministerio de Energía y Minas, “Plan Nacional de Electrificación Rural 2012-2021”.

(50) http://es.wikipedia.org/wiki/Sector_el%C3%A9ctrico_en_Colombia

(51) http://www.xm.com.co/Pages/DescripciondelSistemaElectricoColombiano.aspx
https://andeg.org/node/22

(52) El Ministerio de Minas y Energía (MME),
http://www.minminas.gov.co/minminas/index.jsp?cargaHome=3&id_categoria=43

(53) ANDEG Asociación General de Empresas Generadoras

(54) Cadena, Ángela, Sergio Botero, Camilo Táutiva, Luis Betancur, and Daniel Vesga. "Regulación para incentivar las energías alternas y la generación distribuida en Colombia." 2009.

(55) Rader, N. Y Wiser,R. "Strategies for supporting Wind Energy." 1999.

(56) PIRAZZOLI Andrés, Energías renovables no convencionales, “Incentivos regulatorios para la diversificación de la matriz energética en Chile”.
(57) Energía, Tecnología y Educación, S.C., “Fondos públicos para programas de ahorro de energía y aprovechamiento de energías renovables”.
(58)Carlos Mario Zapata; Mónica Marcela Zuluaga; Isaac Dyner, Fuentes alternativas de generación de energía, incentivos y mandatos regulatorios: “Una aproximación teórica al caso colombiano”.
(59) Cámara de comercio de Bogotá corporación ambiental empresarial, “Propuesta de incentivos para el desarrollo de proyectos de uso racional y eficiente de energía y de fuentes no convencionales de energía en las pymes de Bogotá”.
(60) Centro de políticas públicas UC, “Políticas de fomento a las energías renovables no convencionales (ERNC) en Chile”.
(61) www.agro.uba.ar%2Fagro%2Funpuente%2Fimg%2Factividades%2FFODA.doc